

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потєбні

**Кафедра електроніки, інформаційних систем
та програмного забезпечення**
(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

перший (бакалаврський)
(рівень вищої освіти)

на тему Розробка пристрою для керування світлодинамічною установкою

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи 6.1530-с
спеціальності 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва спеціальності)

освітньої програми 153 Мікро- та наносистемна
техніка

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації 153 Мікро- та наносистемна техніка

(код і назва спеціалізації)

Дяченко М.А.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент кафедри ЕІСПЗ, доцент,
к.т.н., Небеснюк О.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент генеральний директор ТОВ «Омега, ЛТД»
Шевченко Т.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. Потебні

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(перший (бакалаврський) рівень)

Спеціальність Мікро- та наносистемна техніка

(назва)

Освітня програма 153 Мікро- та наносистемна техніка

(шифр)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Т.В.Критська

« » травня 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА ЗДОБУВУЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Дяченко Максима Андрійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Розробка пристрою для керування світлодинамічною установкою

керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Небеснюк О.Ю., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 17 січня 2023 року № 91-с

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи бакалавра 02 травня 2023р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи бакалавра: цифровий автомат для світлодинамічної установки: живлення 220В, чотири мікросхеми К153

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Аналіз, види та технічна реалізація світлової реклами 2 Розробка цифрового автомату керування світловими ефектами 3 Охорона праці та техногенна безпека

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Л1- Види реклами та її популярність. Л2- Структурна схема автомата світлової індикації.

Л3- Схема електрична принципова емулятора ПЗП. Л4- Складальне креслення

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи бакалавра

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
I	<i>Небеснюк О.Ю.</i>	<i>01.02.2023</i>
II	<i>Небеснюк О.Ю.</i>	<i>02.04.2023</i>
III	<i>Небеснюк О.Ю.</i>	<i>28.04.2023</i>

7. Дата видачі завдання 24.10.2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Примітка
1	<i>Аналіз матеріалу за темою кваліфікаційної роботи</i>	<i>24.10.22-01.02.23</i>	
2	<i>Аналіз та технічна реалізація світлової реклами</i>	<i>02.02-28.03</i>	
3	<i>Розробка структурної схеми пристрою</i>	<i>01.03-17.03</i>	
4	<i>Розрахунок елементів, вибір елементної бази</i>	<i>20.02-12.03</i>	
5	<i>Розробка схеми електричної принципової</i>	<i>12.03-28.03</i>	
6	<i>Розробка складального креслення</i>	<i>28.03-02.04</i>	
7	<i>Розділ охорони праці та техногенної безпеки</i>	<i>02.04-12.04</i>	
8	<i>Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень</i>	<i>13.04-28.04</i>	

Студент _____ *Дяченко М.А.*
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи (проекту) _____ *Небеснюк О.Ю.*
(підпис) (прізвище та ініціали)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер _____ *Верьовкін Л. Л.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить: 75 стор., 6 рис., 3 табл., 1 додаток, 17 джерел літератури.

Об'єкт дослідження – світлова реклама

Ціль роботи - розробка цифрового автомату світлових ефектів

Задачі роботи - провести аналіз видів та технічної реалізації світлової реклами; розробити структурну схему пристрою, здійснити вибір елементної бази, розробити схему електричну принципову.

Методика дослідження - проектування в програмному середовищі Splan.

Короткий виклад результатів досліджень – запропоновано електронний блок, що входить до складу світлодинамічної установки, призначеної для роботи як зі світловими панно, що формують різні фігури “бігучих вогнів”, так і з гірляндами ламп, що прикрашають зали дискотеки тощо. Пристрій виконаний на чотирьох інтегральних мікросхемах, які дозволяють керувати восьми каналами світових пристроїв. Живиться від мережі 220 В, трансформатор, що входить до складу схеми утворює напругу 5 В для живлення інтегральних мікросхем. Відрізняється простотою виконання, незначними габаритними розмірами.

Прогнозні пропозиції – цифровий автомат світлових ефектів може застосовуватися як в промисловості при виконанні різноманітних технологічних процесів, так і в сферах домашнього господарства.

СВІТЛОВА РЕКЛАМА, ЦИФРОВИЙ АВТОМАТ, ТАКТОВИЙ ГЕНЕРАТОР, МІКРОСХЕМА, ЕЛЕКТРИЧНА СХЕМА, СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ

Кваліфікаційна робота виконана в Інженерному навчально-науковому інституті ім. Ю. М. Потебні, ЗНУ на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення в період з 01.09.2022 по 26.05.2023.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ, ВИДИ ТА ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ	8
СВІТЛОВОЇ РЕКЛАМИ	8
1.1 Види світлової реклами	8
1.2 Світломузика, види та можливості реалізації.....	16
2 РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО АВТОМАТУ СВІТЛОВИХ ЕФЕКТІВ ..	19
2.1 Розробка структурної схеми автомату світлових ефектів	19
2.2 Обґрунтування схемотехнічних рішень	21
2.3 Розрахунок основних елементів схеми	23
2.4 Вибір елементної бази.....	41
2.5 Розробка схеми електричної принципової.....	43
2.6 Розробка складального креслення	47
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	54
3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих факторів	54
3.2 Електробезпека.....	63
3.3 Пожежна та техногенна безпека	65
3.4 Визначення стану виробничого середовища при роботі з комп'ютерною технікою.....	67
3.5 Системи кондиціонування повітря.....	69
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	72
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	73

ВСТУП

Розвиток рекламного ринку багато в чому піддається впливу інновацій, які постійно вносять зміни в звичний ритм. Поява технологій, що дозволяють робити об'ємні вивіски яскравими навіть у нічний час доби, зробило перелік послуг рекламних агентств ширше.

Світлова реклама використовується повсюдно – її замовляють великі торгові центри, підприємства сфери послуг і всі, хто хоче виділитися з інформаційного шуму. Адже будь-який рекламний щит чи інша конструкція зовнішньої реклами програє, якщо поруч з'являється яскрава реклама з підсвічуванням зсередини.

При світловому оформленні реклами важливим є добре підібрана гамма кольорів та відтінків рекламного малюнку, а також креативність, щоб вона притягувала погляд потенційних споживачів. На допомогу приходять різні світлові ефекти, які можуть впливати на психологію людини. Тобто, чим оригінальнішим є рекламний продукт, чим він яскравіший, тим швидше його помітять серед маси інших і тим більше шансів у фірми або підприємства проінформувати про свої товари та послуги.

Також світломузичне оформлення дуже часто супроводжує виступи музичних груп. Такі світлові ефекти можуть бути будь-якої форми (всього у середньому біля восьми комбінацій), тому і підходять майже до усіх музичних творів. Пристрої, які забезпечують ці ефекти, все частіше використовуються не тільки професіональними ансамблями, для організації свого представлення, а і аматорськими групами.

Тому розробка пристрою для керування світлодинамічною установкою є достатньо цікавим та актуальним питанням.

1 АНАЛІЗ, ВИДИ ТА ТЕХНІЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СВІТЛОВОЇ РЕКЛАМИ

1.1 Види світлової реклами

Зовнішня реклама відноситься до найстарішого різновиду розкручування товару, але постійні вдосконалення технологій та зміни обізнаності споживачів змушують рекламодавців змінювати свої стратегії. Орієнтуючись на світові тенденції в рекламній промисловості, попит на певні види продукції, рекламні компанії пропонують щось ефективніше і нове у зовнішній рекламі. Сьогодні споживача потрібно вмти зацікавити, оскільки вони більш поінформовані, ніж раніше, і простого повідомлення на моніторі може бути мало.

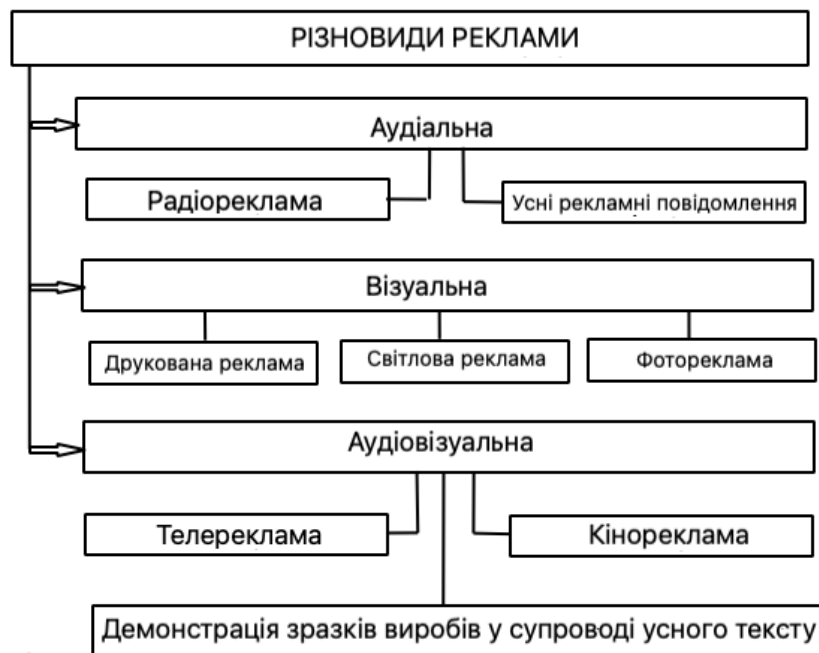


Рисунок 1.1 -Різновиди реклами [1].

У нашій країні зовнішня реклама є одним з найпопулярніших видів реклами. Вона менш затратна, ніж ТБ реклама, але також охоплює різні цільові аудиторії, що дозволяє знайти свого клієнта.



Рисунок 1.2- Популярність використання реклами за видами [2].

Одним із видів візуальної реклами є світлова реклама. Така реклама може мати різноманітні форми та розміри, але загалом використовується для привернення уваги прохожих та автомобілістів.

Аналіз видів світлової реклами:

1. Статична світлова реклама - це реклама, яка працює без перерви, має статичні зображення і не має рухливих елементів. Це може бути плакат, зображення з підсвіткою або літери на фасаді будівлі.
2. Динамічна світлова реклама - це реклама, яка має рухливі елементи, змінюється в залежності від часу доби або погодних умов. Це може бути екран на будівлі, рекламний відеоекран на вулиці або на автомобілі.

Інтерактивна світлова реклама - це реклама, яка реагує на дії прохожих або автомобілістів, може бути взаємодією зі смартфонами або іншими пристроями. Це може бути рекламний екран, який реагує на рухи прохожих або інші зовнішні фактори [3].

До основних видів світлової реклами можна також віднести наступні:

- світловий короб (лайтбокс) – його конструкція досить проста: задня частина короба слугує для кріплення комунікацій і ламп, а передня частина закривається пластиком або плівкою з високою світлопропусковою здатністю. Бічні частини зафарбовуються фарбою, яка не дає світлу поширюватися по всьому периметру боксу таким чином, світло потрапляє лише на фронтальну панель, де і розташовується рекламний текст. Світловий короб може мати різні розміри, але експерти відзначають, що для установки не рекомендуються короба розміром більше 3х2 метра;
- світлові букви – можуть мати свої різновиди, пов'язані з напрямком підсвічування: світіння фронтальної панелі, підсвічування знизу або збоку. Зазвичай використовують або люмінесцентні лампи, або світлодіоди, які мають більший термін служби і менше енергоспоживання, що робить їх популярними на ринку рекламних конструкцій;
- світлодіодна реклама – відрізняється відносно невисокою вартістю, простотою монтажу, тривалим терміном експлуатації. Яскраві букви привертають увагу і забезпечують популярність рекламованих товарів і послуг;
- декоративна світлова техніка – застосовується на додаток до вже створених рекламних конструкцій і в основному представлена різними видами гірлянд.

Світлові короби для зовнішньої реклами - це один з найбільш популярних і поширених видів світлової зовнішньої реклами.

Світловий короб може бути наступних видів:

- інтер'єрний – який часто можна зустріти в кафе або ресторанах, де клієнтам демонструють меню або страви дня. В даному випадку при виготовленні коробка враховується можливість зміни банера всередині боксу і його заміни на актуальний;
- двосторонній – використовується практично скрізь – в магазинах, аптеках, готелях. Особливість його в тому, що потрібно більш міцна конструкція при його виробництві, оскільки кріпиться він перпендикулярно будівлі, що викликає велике навантаження на бокс;
- підлоговий – зустрічається в метро, великих торгових центрах, всюди, де необхідна допомога в навігації. Також встановлюється в кінотеатрах, де на екран виводяться новинки кінематографа, розклад сеансів та інша корисна інформація;
- бокс (зазвичай з пластика), який використовується при вході в приміщенні офісу компанії, позначаючи її назву, а також в готелях біля стійок реєстрації;
- світловий банер – велика і яскрава вивіска на будівлі або окремо стоїть (уздовж дороги, наприклад) приверне увагу навіть тих, хто не був зацікавлений в тому, щоб розглянути даний банер.

Світлові букви для зовнішньої реклами. Об'ємні букви користуються великою популярністю, а технологія їх створення дозволяє використовувати різні варіанти підсвічувань. Такі об'ємні написи є ефектними і привертають увагу. Сьогодні сяючи різними кольорами букви можна побачити на вході в торгові центри, ресторани, магазини. Крім того, що вони створюють певну атмосферу в місті, вони дозволяють ще створити велику впізнаваність бренду. Гнуті трубки з неону використовувалися ще в 60-і роки, але їх

енергоефективність була досить низькою, а тому на зміну прийшли світлодіоди. Хоча неонові трубки до сих пір використовуються при декоруванні різних будівель, яким потрібно надати ретростиль: більярдні зали, джаз-клуби, ресторани, бари [4].

Існує кілька матеріалів, з яких можуть бути виготовлені світлові букви:

- метал – нержавіюча сталь, алюміній, які можна фарбувати аерозольною або порошковою фарбою;
- оргскло – використовується для фронтальної частини конструкції і може бути кольоровим, прозорим, що розсіює світло. Кольорове оргскло виглядає більш привабливо, але і вартість його вище, тому більш часто використовують безбарвне оргскло, на яку наносять кольорову плівку.
- пінопласт – відрізняється гіршою якістю, але має найнижчу вартість серед інших матеріалів. Після фарбування на поверхні залишається шорсткість, але вона майже непомітна при установці конструкції на значних відстанях.

Світлові рекламні панелі та екрани використовуються у всіх торгових центрах, на підприємствах, в готелях, на заправках – скрізь, де є можливість прорекламувати товари і послуги потенційним клієнтам.

Принцип їх роботи досить простий: в основу закладена лазерна матриця, яка дозволяє рівномірно поширювати світло всередині конструкції. Зазвичай використовують торцевий тип підсвічування, за допомогою якого світловий потік направляється на зображення, чому збільшується ступінь сприйняття інформації на екрані або панелі.

До переваг світлових панелей і екранів відносять такі:

- споживання електроенергії в кілька разів менше в порівнянні з боксами, в яких використовуються люмінесцентні лампи;
- зміна зображень відбувається дуже просто: панель відкривається, зображення замінюється на нове протягом декількох хвилин;

- поверхня панелі або екрану не нагрівається, що запобігає деформації або вицвітання зображення;
- сама поверхня може експлуатуватися протягом 10 років без збою в роботі і без деформацій (пожовтіння, наприклад), а її обслуговування і монтаж досить прості;
- вага панелі невелика, оскільки її ширина не більше 5 сантиметрів;

екрани та панелі мають властивість екологічності, вони економічні в експлуатації, а тому користуються великою популярністю [5].

Світлові панелі та екрани є доповненням інтер'єру і екстер'єру будь-якого бізнесу.

Об'ємні рекламні світлові букви, вивіски і біжучий рядок. Дані типи зовнішньої реклами часто використовуються в різних місцях скупчення людей. Це дозволяє конструкціям виділятися на тлі інформаційного шуму і привертати увагу споживачів. Біжучий рядок, на думку фахівців, є досить ефективним для інформування потенційних і існуючих клієнтів про продукти компанії, її новинах, новинки. Прийнято вважати, що якщо людина побачила біжучий рядок, то вона дочитає все повідомлення до кінця.

Перевагами букв, вивісок і біжучих рядків є:

- невисока вартість виготовлення, монтажу та експлуатації;
- динамічність і яскравість, що привертає увагу споживачів;
- можливість виготовлення конструкцій практично будь-яких розмірів.
- кількість букв в рухомому рядку визначається не тільки замовниками, а й технічними особливостями табло (об'ємом їх внутрішньої пам'яті).

Сучасні табло дозволяють використовувати їх навіть для найбільших і об'ємних текстових повідомлень.

Увечері міста змінюються й виглядають зовсім інакше – не так, як в денний час доби. Причиною тому світлова реклама, яка заповнила вулиці кожного населеного пункту. Вийшовши на вулицю можна побачити величезну

кількість неонових і світлодіодних яскравих вивісок, які розташовані на банках, магазинах та ін. Дивлячись на вивіску, відразу можна сказати про те, що тут знаходиться. Будь-яка навіть сама невелика компанія прагне розвиватися і залучати більшу кількість клієнтів, тому необхідно про своє існування заявляти не тільки в робочий час, а й ввечері, і вночі. Прогулюючись по місту, майбутні клієнти повинні бачити, що розташовується в тому чи іншому будинку, щоб на майбутнє знати, де і за допомогою якого підприємства можна задовольнити ту чи іншу потребу.

Світлова реклама на будівлях Встановлюючи світлову рекламу на будівлях, можна привернути увагу і, тим самим підвищити впізнаваність бренду компанії. Однак яскраві вивіски, покажчики і таблички повинні відповідати певним вимогам.

Просто так встановити рекламу на будівлю не можна, необхідно керуватися наступними правилами, які визначені законодавством [6]:

- не можна при установці рекламної вивіски пошкоджувати архітектурний дизайн будівлі;
- установка світлової реклами (та іншої) обмежена на фасадах тих споруд, які мають історичне значення;
- при установці необхідно враховувати вже раніше закріплені на будівлі рекламні конструкції – їх розмір і колірні рішення;
- реклама не повинна створювати перешкод для проживання в тій будівлі, на якій вона встановлена.

Дотримання цих правил забезпечить бізнес від демонтажу світлових рекламних конструкцій.

Світлова реклама на асфальті є інноваційним підходом в рекламі. Як і більшість новинок в світі реклами, вона є привабливою для тих, хто її бачить. На сьогоднішній день – це один з найбільш оригінальних способів донести інформацію про компанію або її продуктах до споживача. Здійснення такого

проекту значно простіше, ніж здається. На певній відстані встановлюється проєктор, світловий промінь якого спрямовується на поверхню (це може бути не тільки асфальт). Проєкція може транслювати логотип компанії, її контактні дані, новинки продуктів і ін. Повз такої реклами неможливо пройти, вона ефективна, хоча і відносно затратна.

Результати дослідження поведінки споживачів свідчать про те, що велика частина інформації сприймається ними візуально, тому багато компаній розміщують рекламу про себе і свої продукти в магазинах, де спостерігається велике скупчення потенційних покупців. Найбільшою популярністю в даний час користуються світловий екран і панелі, на яких протягом всього дня показується так чи інша інформація.

Установка світлодіодного реклами на вікнах – порівняно нова технологія в світі реклами. Як і все нове, вона приваблива і незвичайна, що дає їй особливі переваги перед іншими видами реклами.

Однак необхідно знати наступні правила при використанні такої новинки:[7]:

- літери не повинні бути більше 15 сантиметрів – такий шрифт легко сприймається, зчитується і залишиться в пам'яті;
- розміри самої світлової реклами щодо вікна не повинні займати більше половини його площі, інакше вона буде затемнювати простір приміщення і створювати дискомфорт при знаходженні всередині офісу чи магазину.

Яскравість і колірну гамму реклами можна регулювати за допомогою спеціально розробленого програмного забезпечення.

1.2 Світломузика, види та можливості реалізації

Світломузика — поняття, яке використовується для позначення різноманітних науково-технічних та художніх досліджень в галузі поєднання музики та візуального ряду (зображення). Думки про «можливість бачити музику» змінювалися одночасно зі змінами ментальності, притаманної людям різних часів. Найбільш давні з відомих теорій світломузики базуються на уявленнях про наявність законів трансформації музики в світло. Це описувалося як реальний фізичний процес. Згодом з'явилися концепції, які враховували «людський фактор», зверталися до фізіологічних, психологічних та естетичних аспектів. Перші з відомих теорій — Дж. Арчімбольдо (Італія), А. Кірхер (Німеччина), Л.-Б. Кастель (Франція) — це обґрунтування всіх спроб досягти однозначності «перекладу» музики в світло. Популярною була аналогія «спектр — октава», яка була запропонована Ісааком Н'ютоном під впливом концепції «музики сфер» (Піфагор, Йоганн Кеплер). Такі теорії були популярні в XVII-XIX ст [8].

Існували два основні варіанти реалізації цих ідей:

«Кольоромузика» — супровід музики послідовністю кольорів. Вважалося безперечним існування єдиного співвідношення звукоряду та послідовності кольорів.

«Музика кольору» — гра кольорів без супроводу музики. Кольори в таких експериментах заміщували тони в музиці.

В XX ст. вже з'явилися перші світломузичні композиції, створення яких відповідало реальній естетичній потребі. Найбільш відома з них — задум «світлової симфонії Прометей» О. Скрибіна (1910 р). Партитура симфонії вперше у світовій музичній практиці містила світлову строку «Luce» (світло). Світловий рядок був записаний нотами. Для виконання світлового супроводу Скрибін пропонував створити «світловий клавір» (*tastiera per luce*). Двоголосна світлова партія і була запропонована як «кольорова візуалізація»

тонального плану твору. Один з голосів, «малює» зміни гармоній (зміни тональностей). Інший фіксує опорні тональності. Він ілюструє у кольорових символах філософську програму «Прометей» (розвиток «духа» та «матерії»). Інформації про те, які кольори відповідають яким нотним знакам, в «Luce» відсутні. З 1915 року «Прометей» неодноразово виконувався із світловим супроводженням. Але відгуки глядачів та оцінки цього експерименту з боку фахівців були дуже різні [9].

Серед художніх пошуків інших відомих композиторів можна згадати твори «Щаслива рука» Шенберга (1913 р), «Нонет» В. В. Щербачова (1919 р), «Чорний концерт» Стравинського (1946 р), «Політоп» Я. Ксенакіса (1967 р), «Поеторія» Щедрина (1968 р), «Предварительное действо» (за ескізами О. Скрябіна, А. П. Немтін, 1972 р). Усі ці художні експерименти, як і «Прометей», були пов'язані зі теорією «кольорового слуху», єдності звука и світла. А точніше, єдності того, що чуємо і того, що бачимо, як суб'єктивно-психологічного феномену. Саме у зв'язку з розумінням гносеологічної природи цього феномену стала зрозумілою необхідність образної єдності при створенні світомузичного синтезу. Такі дослідники та експериментатори як Л. Сабанєєв та Б. Галєєв пропонували для цього використання засобів так званої «слухозорової поліфонії». Так чи інакше, «світломузика» від фізичних законів та технічних експериментів звернулася у бік мистецтва. Хоча самостійність мистецтва синтезу звука та світла деякими дослідниками (К. Д. Бальмонт, В. В. Ванслов, Ф. Поппер) вважається необґрунтованою.

Експерименти ХХ сторіччя, які дали початок «динамічному світложивопису» (Г. І. Гідоні, В. Д. Баранов-Россіне, З. Пешанек, Ф. Маліна, Ю. А. Правдюк, С. М. Зорін), «абсолютному кіно» (Г. Ріхтер, О. Фішінгер, Н. Макларен), «інструментальній хореографії» (Ф. Бьоме, О. Піне, Н. Шеффер), змусили звернути увагу на специфічні особливості використання візуального матеріалу. Світломузика пов'язана з традиційними видами мистецтва: живописом (використання кольору на площині), музикою

(законами музичної логіки та музичної форми), хореографією (інтонації руху об'єктів природи, людських жестів). Матеріал світлохудожника дозволяє використовувати монтаж, зміну ракурсів, крупні плани, як у кінематографі.

У розвитку технічної реалізації світломузики можна виділити два основних напрямки [10].

Перший напрямок – це пристрої, що автоматично аналізують музичний твір безпосередньо в процесі його відтворення по заздалегідь заданому алгоритму, що змінює відповідним чином світловий потік по яркостному і спектральному складу. Такі пристрої мають обмежені можливості, складну конструкцію і, як наслідок, складність їх реалізації.

Другий напрямок припускає відсутність твердого зв'язку між музичним твором і його колірним супроводом.

Метою роботи є розробка пристрою для світлової реклами або світлового оформлення музичних творів.

Задачі роботи:

- розробити структурну схему цифрового автомату світлових ефектів;
- провести розрахунок елементів схеми та вибір елементної бази;
- розробити схему електричну принципову пристрою;
- розробити складальне креслення цифрового автомату світлових ефектів.

2 РОЗРОБКА ЦИФРОВОГО АВТОМАТУ СВІТЛОВИХ ЕФЕКТІВ

2.1 Розробка структурної схеми автомату світлових ефектів

При розробці структурної схеми застосовували принцип системного підходу:

- 1) функціональна декомпозиція загальної задачі проектування на окремі підзадачі;
- 2) пристрій, що проектується, уявляється у вигляді низки функціональних вузлів та сукупності процесів, які взаємодіють між собою та підлягають досягненню визначеної мети ;
- 3) пристрій, що проектується, уявляється ієрархічною системою, що може бути описана із різними видами деталізації;
- 4) ступінь деталізації повинен бути достатнім для розкриття процесів, які відбуваються у пристрої, що проектується.

Структурна схема запропонованого пристрою показана на рис.2.1

Основні функціональні вузли :

Два тактових генератора. Перший задає швидкість перемикання каналів, а другий керує процесом паралельного завантаження коду у регістр. Цей генератор створює короткі одиничні імпульси з великим інтервалом. Генератор тактових імпульсів формує синхронізовані тактові послідовності імпульсів та керує роботою пристрою керування.

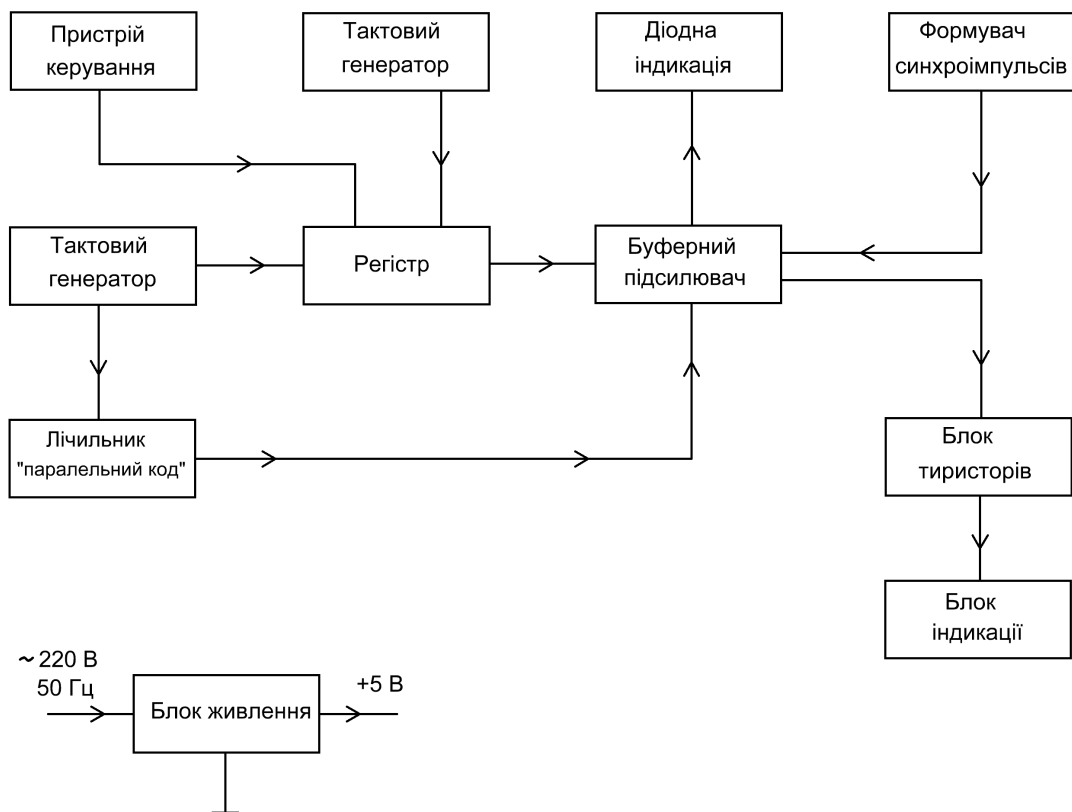


Рисунок 2.1 – Структурна схема автомата світлової індикації

Регістр має мультиплексорні входи та виходи. Вони контролюють режими роботи буферного підсилювача. При різних режимах роботи на входах та виходах відбувається зсув інформації у самому регістрі. Утворюється кільцевий зсув інформації при подачі логічних «1».

Буферний підсилювач виконує дві функції. З одного боку він являється буферним підсилювачем для керування тиристорами та індикаторами, а з іншого – зберігає вихідні значення на час півперіода мережі, визначає частоту переключень пристрою та є буфером між генератором тактових імпульсів та пристроєм керування.

Формувач синхроімпульсів на інверторі виділяє із стабілізованого мережевого струму короткі позитивні імпульси для синхронізації. Діодна індикація відображає роботу кожного із восьми каналів. Лічильник підраховує імпульси з частотою 32768 Гц за допомогою інвертора.

Блок керування є одним з основних блоків пристрою і контролює роботу пристрою, а саме регулює швидкість перемикання каналів та їх інтенсивність. Саме тут і знаходиться дешифратор переключень. Він виконує функцію зв'язану з зміною напрямку переміщення “бігучих вогнів”. Від цього вузла залежить (вид) сигналу, що буде формуватися в світлодинамічній установці.

Блок тиристорів представляє собою вихідні ключі виконані по звичайній схемі. Живлення пристрою здійснюється від мережі 220 В. Трансформатор відповідає за живлення інтегральних мікросхем (5 В).

2.2 Обґрунтування схемотехнічних рішень

Запропонований електронний блок входить до складу світлодинамічної установки, призначеної для роботи як зі світловими панно, що формують різні фігури “бігучих вогнів”, так і з гірляндами ламп, що прикрашають зали дискотеки тощо.

Він дозволяє отримати будь-яку комбінацію переключень (“бігучий вогонь”, “бігуча тінь, з однією, двома або через одну лампу), а також дозволяє отримати світловий ефект, коли лампи одночасно горять або одночасно гаснуть.

Однією з особливостей пристроїв, що створюють ефект “бігучих вогнів” є організація адресації. У перших варіантах таких пристроїв для реалізації цієї функції використовувалися транзисторні ключі разом з електромагнітними реле (на яких збиралися тригери) [11].

Такі конструкції мали безліч недоліків: ненадійність, великі габарити, більша напруга живлення, велика споживана потужність, невелику кількість варіантів “бігучих вогнів”, реле також могло бути джерелом перешкод (мала завадостійкість), струм, що протікає в ланцюгах живлення, складав близько 200 мА.

Надалі для організації адресації стали використовувати тригери на інтегральних мікросхемах (ІМС). Таке технічне рішення поліпшило якість роботи і спростило схемну реалізацію. Але такі пристрої мали підвищену кількість ІМС, що ускладнювало їх схемотехніку. Пізніше для рішення цієї задачі використовувалися постійні запам'ятовуючі пристрої (ПЗП) (ROM, PROM, і ін). Застосування ПЗП дозволило усунути більшість недоліків. Однак подібні пристрої досить дефіцитні і мають значну вартість, що підвищує загальну собівартість виробу [12].

Одним з рішень проблеми адресації є використання регістра. Як правило достатнє одного універсального зсувного регістра. Регістр – це лінійка з декількох тригерів, що з'єднані таким чином, що забезпечують прийом, збереження, прості перетворення і передачу двійкових чисел. Для організації адресації в конструкції електронного блоку імітації “бігучих вогнів” застосовується чотирьохрозрядний регістр зсуву.

Для забезпечення можливості переходу від одного ефекту до іншого використовуються ланцюги комутації, що можуть бути виконані на електромонтажних реле або на мультиплексорах, але тому що джерел світла більш ніж 1, то і кількість мультиплексорів, які використовуються буде більше 1, що економічно не вигідно. У запропонованому пристрої динамічний режим (переключення напруги від одного джерела світла до іншого) реалізується функцією 2-2I-2АБО-НІ. Конструкція блоку припускає використання 2-х мікросхем, що реалізують цю функцію.

Для роботи пристроїв “бігучих вогнів”, необхідний генератор тактових імпульсів. У деяких випадках використовуються муьтивібратори, зібрані на

транзисторах. Це спрощує схему, такі мультівібратори мають порівняно високу точність, але для одержання імпульсів малої тривалості краще використовувати генератори на логічних ІМС. Такі генератори мають високу навантажувальну здатність, забезпечують двотактне посилення потужності на виході ІМС, тому навіть на ємнісному навантаженні формуються імпульси з досить короткими фронтами. Інтегральні мікросхеми ТТЛ мають великий вхідний струм логічного «0» (1-1,6 мА), що накладає обмеження на опір часозадаючих ланцюгів і визначає діапазон генеруємих частот. Для побудови генераторів імпульсів використовують логічні елементи І-НЕ і ІЛИ-НЕ. Генератори на основі кварцових резонаторів мають багато переваг, але застосування їх у пристроях такого типу, що не вимагають високої точності, недоцільно. Тому обрано генератор тактових імпульсів на логічних елементах І-НЕ ТТЛ-типа, що містить один часозадаючий RC-ланцюг.

Дільники частоти – на основі D-тригерів і лічильника мають високу точність і простоту виконання, тому використано саме цей варіант побудови дільника частоти.

2.3 Розрахунок основних елементів схеми

Розрахунок випрямляча, який працює на навантаженні ємнісного характеру.

Вихідні дані:

- випрямлена напруга у навантаженні $U_{0н} = 5 \text{ В}$;
- випрямлений струм у навантаженні $I_0 = 0,2 \text{ А}$;
- коефіцієнт пульсації випрямленої напруги на навантаженні $K_{п.н} = 1\%$;
- напруга мережі $U_1 = 220 \text{ В}$;

- частота мережі $f_c = 50$ Гц;
- робочий діапазон температур $\Delta T_{\text{окр}} = -60 \div +80$ °С;
- потужність в навантаженні розраховується за формулою 2.1

При розрахунку використовуємо наступні положення:

1. Коефіцієнт пульсації випрямленої напруги на вхідному конденсаторі $C_{2,3}$ приймаємо $K_{\text{п.вх}} = 5 \div 15$ %.

2. Коефіцієнт згладжування у відповідності з необхідністю забезпечення $K_{\text{п.п}} = 1$ % повинно складати $q = K_{\text{п.вх}}\% / K_{\text{п.п}}\% = 15/1=15$.

3. Оскільки $q = 15 < 25$, вибираємо в якості частини фільтру одноланковий LC-фільтр.

Розрахуємо потужність навантаження:

$$P_{0н} = U_{0н} * I_0 \quad (2.1)$$

$$P_{0н} = 5 * 0,2 = 1 \text{ Вт}$$

Напруга на виході схеми випрямлення U_0 з урахуванням падіння напруги на LC-фільтрі визначається за формулою:

$$U_0 = U_{0н} [1 + 0,01 * (\Delta U_{\phi} / U_{0н})\%] \quad (2.2)$$

$$U_0 = 5 * (1 + 0,01 * 10) = 5,5 \text{ В}$$

Основні параметри діодів визначаються за формулами:

$$I_{\text{пр.и.п}} = 3,5 * I_0 \quad (2.3)$$

$$I_{\text{пр.и.п}} = 3,5 * 0,2 = 0,7 \text{ А}$$

$$I_{\text{пр.ср}} = I_0 / 2 \quad (2.4)$$

$$I_{\text{пр.ср}} = 0,7 / 2 = 0,35 \text{ А}$$

$$U_{\text{обр.п.п}} = 1,5 * U_0 \quad (2.5)$$

$$U_{\text{обр.п.п}} = 1,5 * 5.5 = 8.25 \text{ В}$$

Відповідно до цього обираємо діоди типу КД 202А з наступними параметрами:

$$I_{\text{пр.ср max}} = 5 \text{ А}$$

$$U_{\text{обр.п. max}} = 50 \text{ В}$$

$$U_{\text{пр.ср}} = 1 \text{ В.}$$

$$\Delta T = -60^\circ \div +130^\circ \text{C}$$

Активний опір обмоток трансформатора, зведений до вторинної обмотки $r_{\text{тр}}$ розраховується за формулою:

$$r_{\text{тр}} = K_{\text{гс}} \frac{U_0}{I_0 * f_c * B} \sqrt[4]{\frac{S * f_c * B}{U_0 * I_0}} \quad (2.6)$$

де: $K_{\text{гс}}$ – коефіцієнт, що залежить від схеми випрямлення;

B – магнітна індукція в магнітопроводнику трансформатора, Тл;

f_c – частота мережі, Гц;

S – кількість серцевин магнітопроводника, несучих обмоток.

$$r_{\text{тр}} = 3.5 * \frac{9.9}{0.2 * 50 * 1.4} \sqrt[4]{\frac{1 * 50 * 1.4}{9.9 * 0.2}} = 6 \text{ Ом}$$

Диференційний опір діодів визначається:

$$r_{\text{диф}} = N_{\text{посл}} * \frac{U_{\text{пр}}}{3 * I_{\text{пр.ср}}} \quad (2.7)$$

де $N_{\text{посл}}$ – число послідовно поєднаних діодів, приймаємо $N_{\text{посл}} = 1$.

$$r_{\text{диф}} = 1 * \frac{1}{3 * 0,35(0,525)} = 0,95 \text{ Ом.}$$

Активний опір фази випрямляча визначається:

$$r = 2 * r_{\text{диф}} + r_{\text{тр}} \quad (2.8)$$

$$r = 2 * 0,95 + 6 = 7,9 \text{ Ом}$$

Індуктивність розсіяння витків трансформатора визначається:

$$L_s = K_L * \sigma * \frac{U_0}{I_0 * f_c * B * \sqrt[4]{\frac{\sigma * f_c * B}{U_0 * I_0}}} \quad (2.9)$$

$$L_s = 5 * 10^{-3} * 1 * \frac{9,9}{0,2 * 50 * 1,4 * \sqrt[4]{\frac{1 * 50 * 1,4}{9,9 * 0,2}}} = 1,45 * 10^{-3} \text{ Гн.}$$

Відношення між активним і реактивним опором фази випрямляча ($\text{tg}\varphi$) визначається [10]:

$$\text{tg } \varphi = \frac{2\pi * f_c * L_s}{r_0} \quad (2.10)$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{2 * 3,14 * 50 * 1,45 * 10^{-3}}{7,9} = 0,057$$

$$\varphi = 3,26^\circ$$

Допоміжний коефіцієнт визначається:

$$A = \frac{I_0 * \pi * r_0}{m * U_0} \quad (2.11)$$

де: m – коефіцієнт схеми, що дорівнює числу імпульсів випрямленої напруги

$$A = \frac{0.2 * 3.14 * 7.9}{2 * 9.9} = 0,45$$

Розрахункові коефіцієнти: $B = 1,45$; $D = 1,78$; $F = 4,3$; $H = 40000$

Значення $I_{пр.и}$:

$$I_{пр.и} = \frac{I_0}{2} * F \quad (2.12)$$

$$I_{пр.и} = \frac{0.2}{2} * 4.3 = 0,43 \text{ A}$$

$$I_{пр.и} = 0,43 \text{ A} < 5 \text{ A}$$

Д КД 202А по струму відповідає заданим параметрам [13].

Електричні параметри трансформатора визначаються за допомогою розрахункових коефіцієнтів [13]:

$$U_2 = B * U_0 \quad (2.13)$$

$$U_2 = 1,45 * 5.5 = 12.975 \text{ B}$$

$$I_2 = D \frac{I_0}{\sqrt{2}} \quad (2.14)$$

$$I_2 = 1.78 \frac{0.2}{\sqrt{2}} = 0,25 \text{ A}$$

$$I_1 = n_{21} * I_2 = \frac{U_2}{I_1} * I_2 \quad (2.15)$$

$$I_1 = \frac{14,355}{9.9} * 0.25 = 0,362 \text{ A}$$

$$P_{\Gamma} = 1,5 * P_0 = 1,5 * U_0 * I_0 \quad (2.16)$$

$$P_{\Gamma} = 1,5 * 9,9 * 0,2 = 2,97 \text{ Вт}$$

Перевірка вибраного діоду за зворотною напругою виконується за формулою:

$$U_{\text{обр.и}} = 1,41 * U_2 \quad (2.17)$$

$$U_{\text{обр.и}} = 1,41 * 14,355 = 20,24 \text{ В} < 50 \text{ В}$$

Таким чином, діод КД 202А за зворотною напругою обрано вірно.

Вхідна ємність фільтру $C_{5,6}$ дорівнює:

$$C_{5,6} = \frac{100 * H}{K_{n.вх.\%} * r_0 * f_c} \quad (2.18)$$

$$C_{5,6} = \frac{100 * 40000}{15 * 7,9 * 50} = 675 \text{ мкФ}$$

Приймається найближче стандартне значення $C_{5,6} = 1000$ мкФ. Вибираємо конденсатор К 50-35 з $U_{\text{раб}} = 25$ В, при цьому значення $U_{\text{раб}}$ визначається нерівністю:

$$U_{\text{раб}} < \sqrt{2}U_2 \quad (2.19)$$

$$U_{\text{раб}} = 1,41 * 14,355 = 20,24 < 25$$

Коефіцієнт пульсації, який відповідає вибраному $C_{5,6}$:

$$K_{\text{п.вх.}\%} = \frac{H * 100}{r_0 * C_0 * f_c} \quad (2.20)$$

$$K_{\text{п.вх.}\%} = \frac{40000 * 100}{7,9 * 1000 * 50} = 10,126 < 15\%.$$

Розрахунок трансформатора

Вихідні дані для розрахунку трансформатора:

- напруга первинної обмотки, В.....220
- частота змінного струму, Гц.....50
- напруга на вторинній обмотки, В.....12
- струм вторинної обмотки, А.....0.2

Визначаємо потужність на вторинній обмотці трансформатора:

$$P_2 = U_2 \times I_2 \quad (2.21)$$

де P_2 - потужність вторинної обмотки, Вт;

U_2 - напруга вторинної обмотки, В;

I_2 - струм вторинної обмотки, А.

$$P_2 = 12 \times 0.2 = 2.4 \text{ (Вт)}$$

Розраховуємо габаритну потужність трансформатора:

$$P_T = 1,3 \times P_2 \quad (2.22)$$

де P_T - габаритна потужність трансформатора, Вт;

P_2 - потужність вторинної обмотки, Вт.

$$P_T = 1,3 \times 2.4 = 3.12 \text{ (Вт)}$$

Згідно для трансформатора обираємо сердечник ШЛ12х16 зі сталі 3411, магнітопровід з пластин товщиною 0,35 мм, у якого $K_c=0,93$.

Для нього $h = 30$ мм, $c = 12$ мм, $L_c = 10,2$ см, $S_c = 1,55$ см², $G_c = 130$ г також обираємо параметри, які відповідають $P_T = 3,12$ Вт, а саме $B_m = 1,5$ Т; щільність струму $j=1,7$ А/мм²; $K_0=0,22$. Згідно падіння напруги на обмотках трансформатора $\Delta U_1 \% = \Delta U_2 \% = 12$ %.

Кількість витків в обмотках трансформатора розраховуються за формулами:

$$W_1 = \frac{U_1(1-\Delta U_1\%/100)*10^4}{4,44*f*B_m*S_c} \quad (2.23)$$

$$W_2 = \frac{U_2(1+\Delta U_2\%/100)*10^4}{4,44*f*B_m*S_c} \quad (2.24)$$

де W_1, W_2 – кількість витків в обмотках;

ΔU_1 – відносне падіння напруги в обмотках, %, визначаємо по графіку

S_c – активний перетин стержня, см².

$$W_1 = \frac{220(1-12/100)*10^4}{4,44*50*1,5*1,55} = 475 \text{ (витка)}$$

$$W_2 = \frac{12(1+12/100)*10^4}{4,44*50*1,5*1,55} = 56 \text{ (витка)}$$

Індукція у сердечнику при роботі трансформатора на холостому ході:

$$B_{om} = B_m \times \left(1 + \frac{\Delta U_1}{100}\right) \quad (2.25)$$

де B_{om} – індукція сердечника на холостому ході.

$$B_{om} = 1,5 \times \left(1 + \frac{12}{100}\right) = 5,68 \text{ (Т)}$$

Визначаємо питомі втрати в сталі при $B_m = 1,5\text{Т}$ та $B_{om} = 5,68\text{Т}$; $P_{с.пит} = 4 \text{ Вт/кг}$ при B_m та $P_{с.пит} = 5 \text{ Вт/кг}$ при B_{om} :

Втрати в сталі при B_m та B_{om} :

$$P_c = P_{с.пит} \times G_c \quad (2.26)$$

де P_c – втрати в сталі, Вт;

$P_{с.пит}$ – питомі втрати в сталі, Вт/кг;

G_c – маса стержня, кг.

$$P_{c1} = 4 \times 0,46 = 2,52 \text{ (Вт) при } B_m$$

$$P_{c1} = 5 \times 0,46 = 2,65 \text{ (Вт) при } B_{om}$$

Струм первинної обмотки, який залежить від струму вторинної:

$$I'_{1a} = I_2 \times \frac{U_2}{U_1} \quad (2.27)$$

де I'_{1a} – складова струму первинної обмотки, А.

$$I'_{1a} = 0.2 \times \frac{12}{220} = 1.57 \text{ (A)}$$

визначаємо величину коефіцієнта k ; $k = 1,75$.

Орієнтоване значення струму первинної обмотки, А.

$$I_1 = I'_{1a} \times k \quad (2.28)$$

де I_1 орієнтоване значення струму первинної обмотки, А.

$$I_1 = 0,01 \times 1,75 = 0,317$$

Визначити витрати у міді усіх обмоток:

$$P_M = P_{M1} + P_{M2} \quad (2.29)$$

де P_M – витрати в міді усіх обмоток, Вт;

P_{M1}, P_{M2} – витрати у міді окремої обмотки, Вт.

$$P_M = 220 \times \left(\frac{12}{100} \right) \times 0,017 + 12 \times \left(\frac{12}{100} \right) \times 0,2 = 1,736 \text{ (Вт)}$$

2.4.8 Визначити складову струму первинної обмотки, яка залежить від витрат в трансформаторі [10]:

$$I'_{1a} = \frac{P_c + P_M}{U_1} \quad (2.30)$$

де I'_{1a} - складова струму первинної обмотки, яка залежить від витрат в трансформаторі А;

P_c – витрати в сталі, Вт;

P_m – витрати в міді усіх обмоток, Вт;

U_1 – напруга мережі, В

$$I''_{1a} = \frac{0,52 + 0,736}{220} = 0,005(A) \quad (2.31)$$

Визначити повну активну складову струму первинної обмотки:

$$I_{1a} = I'_{1a} + I''_{1a} \quad (2.32)$$

де I'_{1a} - повна активна складова струму первинної обмотки, яка залежить від струму вторинної обмотки, А;

I''_{1a} - складова струму первинної обмотки, яка залежить від витрат в трансформаторі А;

$$I_{1a} = 0,46 + 0,5 = 0,96 (A)$$

знаходимо напруженість магнітного поля, необхідну для створення у сердечнику індукції 1,5Т та 1,68Т; $qw = 5,6$ АВ/см; $qw_{x,x} = 6,6$ АВ/см.

Реактивна складова струму первинної обмотки при роботі під навантаженням та на холостому ході:

$$I_p = \frac{qw \times L_c}{W_1} \quad (2.33)$$

$$I_{op} = \frac{qw_{x,x} \times L_c}{W_1} \quad (2.34)$$

де I_p, I_{op} – реактивні складові струму первинної обмотки при роботі під навантаженням та на холостому ході відповідно, А;

$q_w, q_{w_{x.x}}$ – напруженість магнітного поля, необхідна для створення у сердечнику індукції при роботі з навантаженням та при холостому ході відповідно, АВ/см;

L_c – індуктивність розсіювання обмоток трансформатора, Гн.

$$I_p = \frac{5,6 \times 10,2}{3750} = 0,015 \text{ (А)}$$

$$I_{op} = \frac{6,6 \times 10,2}{3750} = 0,018 \text{ (А)}$$

Визначаємо повний струм первинної обмотки:

$$I_1 = \sqrt{I_a^2 + I_p^2} \quad (2.35)$$

де I_1 – повний струм первинної обмотки, А;

I_a – повна активна складова струму первинної обмотки, А;

I_p – реактивна складова струму первинної обмотки при роботі під навантаженням, А.

$$I_1 = \sqrt{0,015^2 + 0,015^2} = 0,21 \text{ (А)}$$

Так як отримане значення $I_1 = 0,21$ А відрізняється від того, яке було орієнтовано визначено, задаємося значенням $I_1 = 0,021$ А та проведемо повторні розрахунки.

$$P_m = 220 \times \left(\frac{12}{100}\right) \times 0,021 + 12 \times \left(\frac{12}{100}\right) \times 0,2 = 1,8424 \text{ (Вт)}$$

$$I_{\text{Ia}} = \frac{0,52 + 0,842}{220} = 0,006 \text{ (А)}$$

$$I_{1a} = 0,01 + 0,006 = 0,16 \text{ (А)}$$

$$I_l = \sqrt{0,016^2 + 0,015^2} = 0,21 \text{ (А)}$$

В результаті розрахунку отримали:

$$P_m = 0,8424 \text{ Вт};$$

$$I_{\text{Ia}} = 0,6 \text{ А};$$

$$I_{1a} = 0,16 \text{ А};$$

$$I_l = 0,21 \text{ А}.$$

Отримане значення $I_l = 0,021 \text{ А}$ відповідає завданню.

Визначити активну складову струму холостого ходу:

$$I_{0a} = \frac{P_c}{U_1} \quad (2.36)$$

де I_{0a} - активна складова струму холостого ходу, А;

P_c – втрати в сталі при роботі під навантаженням, Вт;

U_1 – напруга первинної обмотки, В.

$$I_{0a} = \frac{1}{220} = 0,005 \text{ (А)}$$

Визначимо струм холостого ходу:

$$I_{0x} = \sqrt{I_{0a}^2 + I_{0p}^2} \quad (2.37)$$

$$I_{0x} = \sqrt{0,005^2 + 0,018^2} = 0,18 \text{ (А)}$$

Визначаємо діаметр проводу кожної обмотки:

$$d_n = 1,13 \sqrt{\frac{I_n}{j}} \quad (2.38)$$

де d_n – діаметр проводу N-ої обмотки, мм;

I_n – струм N-ої обмотки, А;

j – щільність струму N-ої обмотки, А/мм².

$$d_1 = 1,13 \sqrt{\frac{0,021}{1,7}} = 0,64 \text{ (мм)}$$

$$d_2 = 1,13 \sqrt{\frac{0,2}{1,7}} = 2,5 \text{ (мм)}$$

Обираємо провід марки ПЕВ – 1 та визначаємо d_{1i3} та d_{2i3} .

$$d_1 = 2,5 \text{ мм} - d_{1i3} = 2,5$$

$$d_2 = 0,64 \text{ мм} - d_{2i3} = 0,70$$

Обираємо висоту каркасу на 0,5 мм менше висоти вікна $h_k=29,5$ мм.

Обираємо ширину кінцевої ізоляції $h_{u3}=1,5$ мм.

Визначаємо ширину первинної обмотки:

$$h_{h1} = h_k - 2h_{u3} \quad (2.39)$$

де h_{h1} – ширина первинної обмотки, мм;

h_k – ширина каркасу, мм;

h_{u3} - ширина кінцевої ізоляції, мм;

$$h_{h1} = 29,5 - 2 * 1,5 = 26,5$$

Ширину другої обмотки обираємо $h_{h2}=25,5$ мм;

Значення коефіцієнтів нещільності намотки: $K_{y1} = 1,05$; $K_{y2} = 1,05$;

$$W_{nu} = \frac{h_{un}}{h_{i3n} \times k_{yn}} \quad (2.40)$$

де W_{nu} – число витків у одному шарі для N-обмотки;

h_{un} – ширина намотки для N-обмотки, мм;

h_{i3n} – ширина ізоляції N-обмотки, мм;

k_{yn} – коефіцієнт щільності намотки для N-обмотки.

$$W_{1u} = \frac{26,5}{0,15 \times 1,05} = 168$$

$$W_{2u} = \frac{25,5}{0,44 \times 1,05} = 55$$

Кількість шарів кожної обмотки:

$$\Pi_{iш} = \frac{W_n}{W_{nu}} \quad (2.41)$$

де $\Pi_{iш}$ – кількість шарів i-ої обмотки.

$$\Pi_{1ш} = \frac{3750}{168} \approx 22$$

$$\Pi_{2ш} = \frac{260}{55} \approx 5$$

Обираємо товщину ізоляційних матеріалів:

Товщина гільзи каркасу $\Delta K=0,5$ мм, товщина міжобмоточної ізоляції $\Delta M=0,24$

мм, товщина зовнішньої ізоляції $\Delta H= 0,24$ мм, товщина міжрядної ізоляції

$\Delta p_1=0,03$ мм, $\Delta p_2=0,01$ мм.

Визначаємо товщину кожної обмотки:

$$\lambda_n = \Pi_{iш} \times d_{i3n} + (\Pi_{iш} - 1) \times \Delta p_n \quad (2.42)$$

де λ_n – товщина N-ої обмотки, мм;

d_{i3n} – діаметр ізоляції для N-ої обмотки, мм;

Δr_n – товщина міжрядкової ізоляції для N-ої обмотки, мм.

$$\lambda_1 = 22 \times 0,15 + (22 - 1) \times 0,03 = 3,93 \text{ (мм)}$$

$$\lambda_2 = 5 \times 0,44 + (5 - 1) \times 0,01 = 2,24 \text{ (мм)}$$

Визначаємо повну радіальну товщину котушки. Зазор між сердечником і котушкою $\Delta z = 0,25$ мм.

$$\lambda_0 = \Delta z + \Delta_k + 1,1(\lambda_1 + \lambda_2 + \Delta M + \Delta H) \quad (2.43)$$

де λ_0 – повна радіальна товщина котушки, мм;

Δz – зазор між сердечником і котушкою, мм;

Δ_k – товщина гільзи каркасу, мм;

λ_1 – товщина первинної обмотки, мм;

λ_2 – товщина вторинної обмотки, мм;

ΔM – товщина міжрядної ізоляції, мм;

ΔH – товщина зовнішньої ізоляції, мм.

$$\lambda_0 = 0,25 + 0,5 + 1,1(3,93 + 2,24 + 0,24 + 0,24) = 12,3$$

Визначаємо довжину дроту кожної обмотки:

$$l_1 = 0,9 \cdot \omega_1 \cdot l_M \quad (2.44)$$

$$l_2 = \omega_2 \cdot l_M \quad (2.45)$$

де l_n – довжина дроту кожної обмотки, см;

ω_n – кількість витків кожної обмотки, вит;

l_M – середня довжина витка обмотки, см.

$$l_1 = 0,9 \times 475 \times 8,7 = 293 \text{ (м)}$$

$$l_2 = 56 \times 8,7 = 22,62 \text{ (м)}$$

Знаходимо питомий опір проводу при температурі 20°C, Ом × м:

$$\rho = \rho_0 [1 + 0,004(t - t_0)] \quad (2.46)$$

де $\rho_0 = 0,0175$ Ом·мм²/м – для міді при $t_0 = 15^\circ\text{C}$

$$\rho = 0,0175 [1 + 0,004(20 - 15)] = 0,01785$$

Знаходимо опір обмоток при температурі 20°C, Ом:

$$r_n = \rho \frac{4 \times L_n}{\pi \times d_{ni3}} \quad (2.47)$$

де r_n – опір N-ої обмотки при температурі 20°C, Ом;

ρ – питомий опір проводу, Ом × м.

$$r_1 = 0,01785 \frac{4 \times 293}{3,14 \times 0,15} = 44,4 \text{ (Ом)}$$

$$r_2 = 0,01785 \frac{4 \times 22,62}{3,14 \times 0,44} = 1,16 \text{ (Ом)}$$

Задаємось температурою нагріву обмоток 100°C.

Обчислюємо опір обмоток при температурі 100°C:

$$r_t = 1 + 0,004 \times \Delta_t \quad (2.48)$$

$$\Delta_t = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$$

$$r_t = 1 + 0,004 \times 80 = 1,32 \text{ (Ом)}$$

$$r_{ti} = r_t \times r_i \quad (2.49)$$

де r_i – опір i-обмотки при температурі 20°C, Ом

$$r_{i1} = 1,32 \times 44,4 = 58,608 \text{ (Ом)}$$

$$r_{i2} = 1,32 \times 1,16 = 1,5312 \text{ (Ом)}$$

Падіння напруги на обмотках:

$$\Delta U_n = I_n \times r_n \quad (2.50)$$

$$\Delta U_n \% = \frac{\Delta U_n}{U_n}$$

де ΔU_n – падіння напруги на N-ій обмотці, В;

I_n – струм N-ої обмотки, А;

r_n – опір N-ої обмотки, Ом

$\Delta U_n \%$ – відсоток падіння напруги на N-ій обмотці, %.

$$\Delta U_1 = 0,021 \times 44,4 = 0,93 \text{ (В)}$$

$$\Delta U_1 \% = \frac{0,93}{220} = 0,004 \%$$

$$\Delta U_2 = 0,2 \times 1,16 = 2,232 \text{ (В)}$$

$$\Delta U_2 \% = \frac{0,232}{12} = 1,02 \%$$

Потужність, що розсіюється на обмотках:

$$P_{\text{нн}} = I_n \times \Delta U_n \quad (2.51)$$

де $P_{\text{нн}}$ – потужність, що розсіюється на N-ій обмотці, Вт.

$$P_{\text{н1}} = 0,021 \times 0,93 = 0,19 \text{ (Вт)}$$

$$P_{\text{н2}} = 0,2 \times 0,232 = 0,46 \text{ (Вт)}$$

Уточнюємо кількість витків:

$$W_1 = \frac{220(1-0,93/100)*10^4}{4,44*50*1,5*1,55} = 475 \text{ (витка)}$$

$$W_2 = \frac{12(1+0,232/100)*10^4}{4,44*50*1,5*1,55} = 56 \text{ (витка)}$$

В результаті розрахунку трансформатора отримали трансформатор з кількістю витків у першій обмотці $W_1 = 4750$, у другій обмотці $W_2 = 560$.

2.4 Вибір елементної бази

Обрано постійні неелектролітичні конденсатори типу К10-17 ОЖО 460.172 ТУ, які мають наступні переваги перед їх аналогами:

- високий ізоляційний опір;
- велика добротність;
- мала собівартість.

Обрано постійні електролітичні конденсатори типу К50-35 ОЖО 464.214 ТУ з наступними перевагами серед аналогічних типів:

- малі габарити;
- мала собівартість.

Обрано вуглеродисті постійні резистори типу С2-6 ГОСТ 25350-82 потужністю 0,125Вт. Вони характеризуються:

- високою стабільністю опору;
- низьким рівнем власних шумів;

- невеликим негативним ТКО;
- малою залежністю опору від частоти та напруги.

В структурному блоці індикації обрано світлодіоди АЛ307Б ААО336.137 ТУ з міркувань найменший струм споживання і найбільша яскравість.

Спеціалізовані мікросхеми ,що використовуються в даному пристрої обрані з наступних міркувань:

- мають задовільні технічні характеристики;
- принципові схеми, виконані на них, мають малі габарити, вагу та нескладність настройки.

Обрано мікросхеми серії К153 з наступними перевагами:

- низька потужність споживання (типова потужність споживання на частоті 1 МГц – 0,0025мВт/ЛЕ);
- широкий діапазон напруги живлення (3...15В);
- широкий діапазон робочої температури;
- висока завадостійкість 30...40% U_{CC} ;
- захист по входам;
- температурна стабільність;
- висока навантажездатність.

Вибір елементів комутації.

Виходячи з пред'явлених вимог про малу вагу та габарити обрано:

- мініатюрні кнопки блоку керування типу МПК1-4 ОЮЗ 624.025 ТУ;
- перемикач “Живлення” типу П2-К ОЮО 360.049 ТУ;
- роз'єм типу ГС2-3-П-1 АГО 364.205 ТУ;

- роз'єм типу Онц-КГ-4-5/16-Р ГОСТ 12368-78;
- штекер типу ОНП-ВГ-67 НЩО 364.049 ТУ;
- роз'єм типу ШС2 ОДК 566.000 ТУ.

Обрано тип резисторів СПЗ-3б ОЖО 468.020 ТУ, так як вони мають необхідні габаритні розміри, що відповідають данній конструкції.

Обрано подвійний резистор типу СПЗ-33 ОЖО 468.185 ТУ, який з конструктивної точки зору задовольняє умовам розташування на платі.

Згідно електричного розрахунку блока живлення обрано діоди КД105В 336.756 ТУ.

Обрано термозапобіжник типу ТП-128-П-Ф1 ОЮ4 810.000 ТУ.

2.5 Розробка схеми електричної принципової

Прилад (рис. 2.2) виконано на чотирьох інтегральних мікросхемах. Вони дозволяють керувати восьми каналами світових пристроїв.

Електрична схема включає в себе два тактових генератора. Перший – на елементах DD1.1 ,DD1.2 – керує процесом паралельного завантаження коду в регістрі DD2. Цей генератор використовує короткі одиничні імпульси з великим інтервалом. DD2 представляє собою восьмирозрядний реверсивний зсувний регістр з мультиплексорними входами та виходами. Входи SR та SL керують режимом роботи. На різноманітних рівнях сигналу на цих виходах відбувається зсув інформації всередині регістру та вивід її на виходи 4...7, 13...16 . Для організації кільцевого зсуву виходу PL та PR з'єднанні відповідно із входами DL та DR.

При подачі на входи SR та SL логічних «1» відбувається паралельне завантаження регістра DD2. Завантажуваний код подається на виводи 4...7 та

13...16 . У нульовий розряд завжди завантажується «0», а у сьомий – «1». Інші шість розрядів приймають стан лічильника DD3, що не заважають роботі регістра DD2, так як його виводи 4...7 , 13...16 виявляються виходами та мають низький опір (набагато менше, ніж опір резисторів R11...R16). Разом з тим, резистори R11...R16 не заважають при паралельному завантаженні DD2

Перелік елементів зазначено у Додатку А.

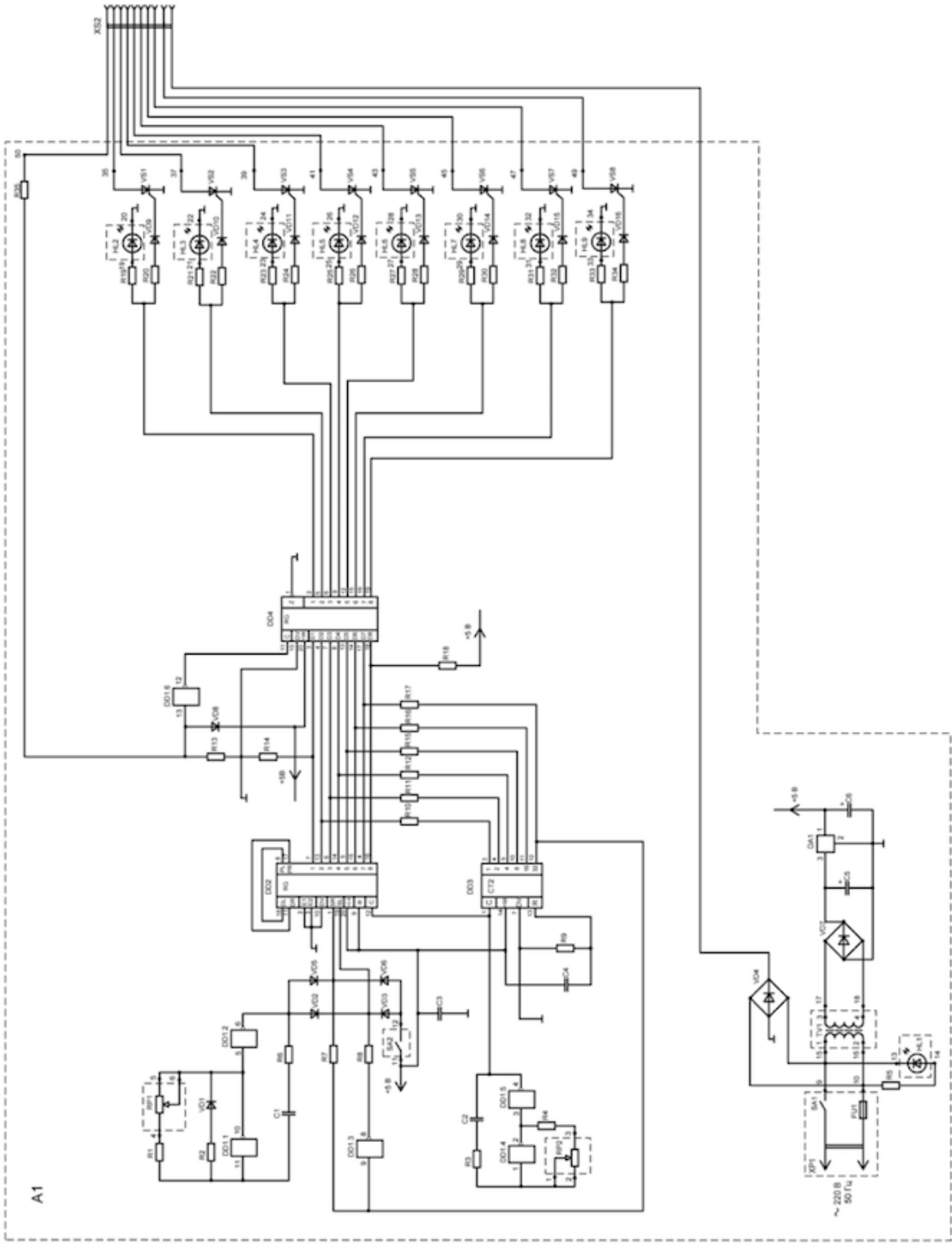


Рис.2.2-Схема електрична принципова цифрового автомату світлових ефектів

Регістр DD4 виконує дві функції. З одного боку він є буферним підсилювачем для керування триністорами VS1...VS8 та індикаторами HL1...HL8, а з іншої сторони - зберігає вихідні значення на час напівперіода мережі. Формувач на інверторі DD1.6 виділяє із випрямленого мережевого струму короткі позитивні синхроімпульси DD4.

Так як у K561ЛН2 захисні діоди, зазвичай увімкненні між входом та шиною живлення, відсутні, у схемі застосовано діод VD6. Він обмежує напругу на виводі 13 елемента DD1.6. Керуванням зсуву DD1.6 (реверс) виконується від старшого розряду лічильника DD3, та при цьому на входи SR та SL регістру DD2 подаються протифазні сигнали. Елементи R6, R7, VD2...VD5 отримують дві схеми розширення для входу SR та SL DD2.

Кнопкою SB1 можна вмикати паралельне навантаження у регістр DD2. На виході пристрою отримуємо наступне положення: перший канал вимкнений, восьмий канал увімкнений, а стани каналів 2-7 відповідають коду у лічильнику DD2. Перемикання контактів кнопкою SB1 не впливає на роботу DD2, так як всі перемикання цієї мікросхеми відбувається тільки позитивних перепадами на вході ІМС.

Змінним резистором RP1 встановлюється час роботи пристрою у режимі зсуву при зміні коду у регістрі DD2. Змінним резистором RP2 регулюють швидкість перемикання каналів

Вихідні ключі виконані по звичайній схемі на триністорах, живлення навантаження здійснюється випрямленою мережевою напругою. Діоди VD15...VD22 захищають виходи DD4 та світлодіоди від ймовірних перепадів напруги на керуючих електродах триністорів.

Живиться пристрій від мережі 220 В, для живлення мікросхем необхідне джерело живлення стабілізованої напруги 5 В. По колу 5 В споживання струму не перевищує 0.2 А.

Трансформатор Т1 забезпечує зміну напругу 9...12 В та струм 0.3 А.

2.6 Розробка складального креслення

Складальне креслення – це зображення складальної одиниці та дані, необхідні для її виготовлення і контролю. За складальними кресленнями визначають взаємозв'язок і способи з'єднання деталей, призначених для серійного та масового виробництва.

Складальне креслення виробу має містити [14]:

- зображення складальної одиниці, яке надає повне уявлення про розташування та взаємні зв'язки складових частин і дає можливість здійснити її складання й контроль;
- розміри, знаки шорсткості поверхонь та інші параметри й вимоги, які потрібно виконати, або проконтролювати за цим кресленням;
- дані про характер спряжень і методи їх виконання, якщо точність спряження забезпечується не за даними граничними відхиленнями розмірів, а припасування, добиранням тощо, а також вказівки про виконання не рознімних, зварних, паяних, клеєних з'єднань тощо ;
- номери позицій складових частин, які входять до складальної одиниці;
- габаритні, установчі, приєднувальні та необхідні довідкові розміри.

Послідовність виконання складального креслення:

1. Встановлюють необхідну й достатню кількість зображень, щоб на складальному кресленні були повністю розкриті зовнішні та внутрішні елементи виробу.
2. Визначають масштаб креслення залежно від складності виробу та його габаритів, вибирають формат паперу згідно з ГОСТ 2.301 – 68 (А3, А2 або А1). Наносять рамку креслення й призначають місце під основний напис.
3. Наносять габаритні прямокутники або кола розміщення зображень і проводять осі симетрії.

4. Наносять контур основної деталі (корпусу). Записують необхідні розміри, перерізи, додаткові зображення. Складні деталі рекомендовано викреслювати одночасно на всіх прийнятих основних зображень виробу.
5. Викреслюють решту деталей.
6. Перевіряють виконане креслення, наводять лінії видимого й невидимого контурів, заштриховують розрізи й перерізи.
7. Проводять розміри та виносні лінії, проставляють розмірні числа.
8. Наносять позиції складових частин складальної одиниці.
9. Заповнюють основний напис, зазначають технічні вимоги та технічну характеристику виробу, якщо це потрібно.

За необхідності на кресленні вказують характер спряжень, рознімних і не рознімних з'єднань, вимоги до оброблення деталей під час складання або після нього, зображення контурів рухомих частин у крайніх положеннях тощо.

Зображення на складальному кресленні повинні надати повне уявлення про принцип роботи виробу та способи з'єднань або спряжень його частин. Складальні креслення в навчальному процесі найчастіше виконують у трьох основних зображеннях, використовуючи прості й складні, повні та місцеві розрізи.

Якщо виріб проектують у формі симетричної фігури, рекомендовано в одному зображенні поєднувати половину вигляду з половиною відповідного розміру. Такі елементи, як спиці маховиків, шківів, зубчастих коліс, тонкі стінки типу ребер жорсткості, розрізняють, але залишають не заштрихованими, якщо січна площина спрямована вздовж осі або довгої сторони такого елемента.

Штрихування деталі в розрізах на різних зображеннях виконують під одним кутом, витримуючи однаковий інтервал штрихування. Штрихування суміжних деталей урізноманітнюють зміною напрямку, зсувом штрихів або зміною відстані між штрихами.

Складальні креслення виконують, як правило, зі спрощеннями та умовностями, що відповідають вимогам ЄСКД.

На складальному кресленні допускається не показувати :

- фаски, закруглення, проточування, виступи, насічки та інші дрібні елементи;
- зазори між стрижнем та отвором;
- кришки, маховики, ручки, кожухи тощо, якщо необхідно показати закриті ними частини виробу. При цьому над зображенням роблять відповідний напис, наприклад : « Маховик поз. 6 не показаний»;
- видимі складові частини виробів та їх елементи, розташовані за сіткою і прозорими деталями, а також частково закриті складовими частинами, що розташовані попереду;
- написи на табличках, фірмових бланках, шкалах тощо (зображають тільки їх контур).

Вироби з прозорого матеріалу зображають, як непрозорі. Допускається складові частини виробів та їх елементи, розташовані за прозорими елементами , зображати, як видимі. Вироби, розташовані за гвинтовою пружиною, показаною лише перерізами витків, зображають до зони, яка умовно закриває ці вироби і визначається осьовими лініями перерізів витків.

На складальних кресленнях використовують такі способи спрощеного зображення складових частини виробів:

- складові частини, на які оформлені самостійні одиниці, зображають без розрізу;
- типові, придбані в іншого виробника та широко використовувані вироби зображають зовнішніми обрисами, які спрощують, не показуючи дрібних виступів, впадин, тощо.

На складальних кресленнях, що містять зображення кількох однакових складових частин, допускається виконувати повне зображення однієї

складової частини, а зображення решти частин – спрощено, у вигляді зовнішніх обрисів.

Зварні, паяні, клеєні вироби з однорідного матеріалу, що входять до складу складальної одиниці, штрихують у розрізах та перерізах в один бік, зазначаючи межі між деталями суцільними лініями. Допускається не вказувати ці межі, тобто зображати конструкцію як монолітне тіло.

На складальному кресленні всі складові частини нумерують згідно з номерами позицій, зазначеними в специфікації цієї складальної одиниці. Номери позицій наносять над поличками ліній-виносок, які проводять тонкими суцільними лініями від зображень складових частин і які починаються точкою на зображенні. Номери позицій зазначають на тих зображеннях, де ця складова частина проектується як видима, в найнаочнішому вигляді, причому перевагу надають основним виглядам або розміщеним на їх місці розрізами. Номери позицій повинні бути розташовані паралельно до основного напису креслення поза контуром зображення, їх групують у рядок або в колонку, якщо можливо – на одній лінії. Номери позицій проставляють на кресленні переважно один раз. Допускається повторно вказувати номери позицій однакових частин виробу. Висота шрифту (мм), яким зазначають номери позицій, повинна бути на один – два номери більша від шрифту, яким на кресленні були виконанні розмірні числа. Лінії – виноски не повинні перетинатися між собою та по можливості не повинні бути паралельні до осьових ліній, ліній штрихування розрізів і перерізів. Можна проводити загальну лінію – виноску з вертикальним розташуванням номерів позицій для групи кріпильних деталей (наприклад, болт, гайка, шайба), що належать до одного місця кріплення, або групи деталей з виразним взаємозв'язком, якщо лінію-виноску від кожної складової частини провести неможливо. У цих випадках лінію-виноску відводять від закріплюваної складової частини (поз. 9, 10, рис. 1). Розміри окремих деталей або їх елементів на складальному кресленні здебільшого не проставляють.

На складальному кресленні наносять довідкові розміри, зокрема, габаритні, монтажні, установчі, експлуатаційні.

Габаритні розміри характеризують висоту, довжину та ширину виробу або його найбільший діаметр. Якщо один цих розмірів змінюється переміщенням складових частин, то на кресленні зазначають розміри в крайніх положеннях рухомих деталей.

Монтажні, або складальні, розміри необхідні для правильного з'єднання між собою деталей, розташованих у безпосередньому зв'язку у виробі, наприклад, відстань між осями валів, розміри монтажних проміжків, віддаль від осей отвору до привалкової площини тощо.

Установчі та приєднувальні розміри визначають розміри елементів, за якими виріб встановлюють на місце його монтажу або приєднують до іншого виробу, наприклад, відстань між осями отворів у фланцях, між осями під фундаменти болти, розміри центрових кіл отворів тощо.

Експлуатаційні, або виробничі, розміри характеризують граничні положення рухомих частин виробу, є розрахунковою та конструктивною характеристикою виробу, наприклад, розміри під ключ, позначення різьби на приєднувальних штуцерах, модуль зубчастого колеса тощо.

Усі перелічені чотири типи розмірів належать до довідкових, про що йдеться в технічних умовах, які виконують над основним написом. За необхідності, там же записують дані про термооброблення, покриття, контроль, тощо.

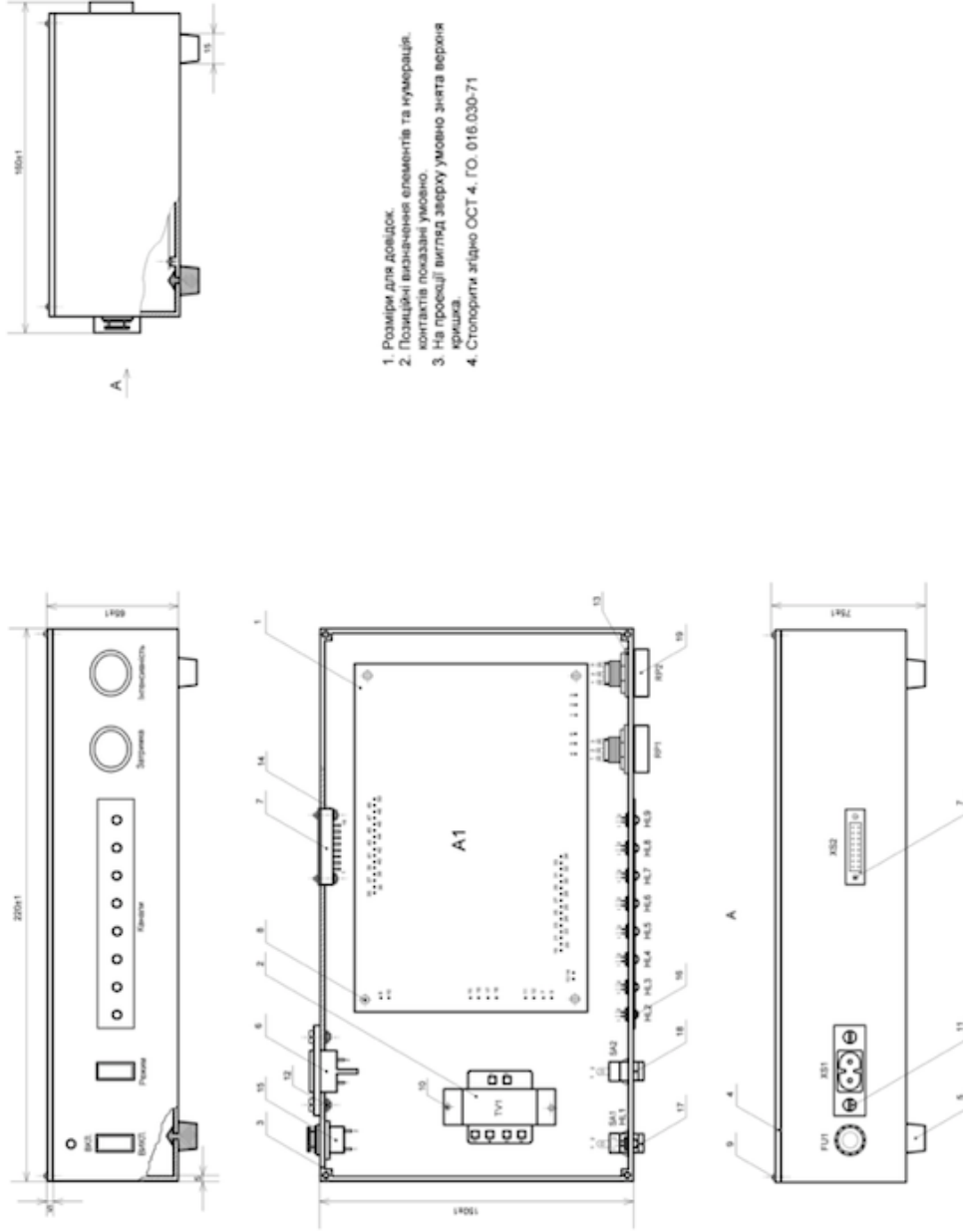
Окрім довідкових є ще розміри, за якими оброблення потрібно виконати під час складальної операції або після неї. Наприклад, розміри отворів під болти, шрифти, якщо їх виконують під час складання; відстань від базової поверхні до шліфованої, якщо останню обробляють після складання, тощо.

Якщо деталь великих розмірів та складальної конфігурації з'єднують за пресуванням, паянням, зварюванням, клепаанням або іншими способами з однією або кількома деталями, менш складними і менших розмірів, зазначати

всі розміри та інші дані, необхідні для виготовлення й контролю більшої деталі, а креслення робити тільки для менш складних деталей.

Відповідно до вимог розроблено складальне креслення запропонованого пристрою (рис.2.3). Габаритні розміри запропонованого пристрою складають 150 ×65.

Таким чином, запропоновано електронний блок, що входить до складу світлодинамічної установки, призначеної для роботи як зі світловими панно, що формують різні фігури “бігучих вогнів”, так і з гірляндами ламп, що прикрашають зали дискотеки тощо. Пристрій виконаний на чотирьох інтегральних мікросхемах, які дозволяють керувати восьми каналами світових пристроїв. Живиться від мережі 220 В , трансформатор, що входить до складу схеми утворює напругу 5 В для живлення інтегральних мікросхем. Відрізняється простотою виконання, незначними габаритними розмірами.



1. Розміри для довідок.
2. Позиції визначення елементів та нумерація контактів показані умовно.
3. На проєкції вигляд зверху умовно знята верхня кришка.
4. Стопорити згідно ОСТ 4. ГО. 016.030-71

Рис.2.3- Складальне креслення світлодинамічної установки

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих факторів

Розробка пристрою вимагала застосування програмного забезпечення: MS Word, SPlan. Для розробки макету пристрою використовувався паяльник. Тому розглянемо небезпечні та шкідливі фактори, що могли виникнути при роботі з персональним комп'ютером, а також при пайці елементів приладу.

Процес пайки завжди супроводжується забрудненням повітря, а саме оксидами свинця, олова та інших хімічних елементів, що входять до припою, а також каніфолі.

При знаходженні в забрудненому повітрі працівники піддаються шкідливій дії пилу та парів. Шкідливі хімічні елементи осідають у легенях, попадають на слизову ока, рота.

Припої можуть викликати ураження бронхів, при тривалій дії викликають пневмокніоз. Гранично допустима концентрація окису олова в повітрі робочої зони складає 0,05 мг/м³.

Свинець, який знаходиться в припої може викликати ураження нервової системи. Гранично допустима концентрація становить 0,05 мг/м³.

В припої також наявний кадмій, який може викликати ураження нирок, печінки та легень. Гранично допустима концентрація становить 0,01 мг/м³.

Каніфоль має дратливу дію та при довгому контакті зі шкірою людини може викликати дерматит.

Тому, при роботі з паяльником наявні шкідливі фактори:

- оксиди олова;
- оксиди кадмію;

- пари свинцю та його з'єднань;
- складні ефіри;
- запиленість повітря;
- інфрачервоне випромінювання.

До небезпечних факторів можна віднести:

- висока температура;
- електричний струм.

Робочі місця, обладнані персональними комп'ютерами, повинні відповідати вимогам «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин», затверджених Наказом Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду від 26.03.2010 року № 65 (Правила), та «Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 (ДСанПіН 3.3.2-007-98). Зазначені нормативно-правові акти встановлюють санітарно-гігієнічні вимоги до приміщення, в якому розташоване робоче місце, власне до робочого місця, освітлення, рівнів вібрації і шуму, мікроклімату в приміщенні тощо [15].

Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця з ЕОМ, мають бути не нижче другого ступеня вогнестійкості. Для всіх будівель і приміщень повинно бути визначено клас зони згідно з НПАОП 40.1-1.01-97. Відповідне позначення повинно бути нанесено на вхідних дверях кожного приміщення. Не дозволяється розташування приміщень з робочими місцями у підвалах і цокольних поверхах. Неприпустимим є розташування приміщень категорій А і Б, а також виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщеннями, де розташовуються робочі місця, а також над ними чи під ними. При цьому площа приміщення має бути не менше 6,0 кв. м. із розрахунку на одне робоче місце, а об'єм – не менше 20,0 куб. м.

Віконні прорізи приміщень для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані регульованими пристроями (жалюзі, завіски, зовнішні козирки. Для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами слід використовувати дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття для стелі 0,7-0,8, для стін 0,5-0,6. Покриття підлоги повинне бути матовим з коефіцієнтом відбиття 0,3-0,5. Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою, з антистатичними властивостями. Забороняється для оздоблення інтер'єру приміщень з персональними комп'ютерами застосовувати полімерні матеріали (деревинно-стружкові плити, шпалери, що миються, рулонні синтетичні матеріали, шаруватий паперовий пластик тощо), що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини. Полімерні матеріали для внутрішнього оздоблення приміщень з персональними комп'ютерами можуть бути використані при наявності дозволу органів та установ державної санітарно-епідеміологічної служби. Приміщення можуть обладнуватись шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо з урахуванням вимог до площі приміщень.

Заземлені конструкції (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння під напругу. Приміщення мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації і вогнегасниками відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння мають бути вільними. Крім того приміщення мають бути оснащені аптечками першої медичної допомоги.

При розміщенні робочих столів з персональними комп'ютерами слід дотримувати:

- відстань між бічними поверхнями персональних комп'ютерів 1,2 м.;
- відстань від тильної поверхні одного персонального комп'ютера до екрана іншого – 2,5 м.

За потреби особливої концентрації уваги під час виконання робіт суміжні робочі місця операторів необхідно відділяти одне від одного перегородками висотою 1,5 — 2м.

Конструкція робочого місця користувача персонального комп'ютера має забезпечити підтримання оптимальної робочої пози офісного працівника. Конструкція робочого столу має відповідати сучасним вимогам ергономіки і забезпечувати оптимальне розміщення на робочій поверхні використовуваного обладнання (дисплея, клавіатури, принтера) і документів. Висота робочої поверхні робочого столу має регулюватися в межах 680-800 мм, а ширина і глибина – забезпечувати можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля (рекомендовані розміри: 600-1400мм, глибина – 800-1000мм).

Робочий стіл повинен мати простір для ніг заввишки не менше ніж 600мм, завширшки не менше ніж 500мм, завглибшки (на рівні колін) не менше ніж 450мм, на рівні простягнутої ноги не менше ніж 650мм. Робочий стілець має бути підйомно-поворотним, регульованим за висотою, з кутом і нахилу сидіння та спинки і за відстанню від спинки до переднього краю сидіння поверхня сидіння має бути плоскою, передній край – заокругленим. Регулювання за кожним із параметрів має здійснюватися незалежно, легко і надійно фіксуватися. Шаг регулювання елементів стільця має становити: для лінійних розмірів – 15-20мм, для кутових – 2-5 градусів. Зусилля регулювання має не перевищувати 20Н. Висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400-500мм, а ширина і глибина становити не менше ніж 400мм. Кут нахилу сидіння — до 15 градусів вперед і до 5 градусів назад. Висота спинки стільця має становити (300±20) мм, ширина — не менше ніж 380 мм, радіус кривизни горизонтальної площини — 400мм. Кут нахилу спинки має регулюватися в межах 1-30 градусів від вертикального положення. Відстань від спинки до переднього краю сидіння має регулюватися в межах 260-400мм. Для зниження статичного напруження м'язів верхніх кінцівок слід використовувати

стаціонарні або змінні підлокітники завдовжки не менше ніж 250мм, завширшки 50-70мм, що регулюються за висотою над сидінням у межах 230-260мм і відстанню між підлокітниками в межах 350-500мм. Поверхня сидіння і спинки стільця має бути напівм'якою з нековзним, повітронепроникним покриттям, що легко очиститься і не електризується. Робоче місце має бути обладнане підставкою для ніг завширшки не менше ніж 300мм, завглибшки не менше ніж 400мм, що регулюється за висотою в межах до 150мм і за кутом нахилу опорної поверхні підставки до 20 градусів. Підставка повинна мати рифлену поверхню і бортик по передньому краю заввишки 10мм.

Робочі місця слід розташовувати відносно світових прорізів так, щоб природне світло падало переважно з лівого боку. Монітор має розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, що становить 600-700мм, але не ближче ніж за 600мм з урахуванням розміру літерно-цифрових знаків і символів. Розташування екрана монітору має забезпечувати зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом +30 градусів до нормальної лінії погляду працівника. Клавіатуру слід розташовувати на поверхні столу на відстані 100-300 мм від краю, звернутого до працюючого. У конструкції клавіатури має передбачатися опорний пристрій (виготовлений із матеріалу з високим коефіцієнтом тертя, що перешкоджає мимовільному її зсуву), який дає змогу змінювати кут нахилу поверхні клавіатури у межах 5-15 градусів. Висота середнього рядка клавіш має не перевищувати 30мм. Поверхня клавіатури має бути матовою з коефіцієнтом відбиття 0,4. Розташування пристрою введення — виведення інформації має забезпечувати добру видимість монітору, зручність ручного керування в зоні досяжності моторного поля і за висотою – 900-1300мм, за шириною 400-500мм. Під матричні принтери потрібно підкладати вібраційні килимки для гасіння вібрації та шуму.

Щодня перед початком роботи необхідно очищати монітор від пилу та інших забруднень. Після закінчення роботи персональний комп'ютер і

периферійні пристрої повинні бути відключені від електричної мережі. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити персональний комп'ютер і периферійні пристрої від електричної мережі.

Не допускається:

- виконувати обслуговування, ремонт та налагодження персонального комп'ютеру та периферійних пристроїв безпосередньо на робочому місці оператора;

- зберігати біля персонального комп'ютеру та периферійних пристроїв папір, будь-які носії інформації (диски, флешки тощо), запасні блоки, деталі тощо, якщо вони не використовуються для поточної роботи;

- відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі персонального комп'ютеру та периферійних пристроїв або їх технічне налагодження;

- працювати з персональним комп'ютером, у яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на моніторі тощо;

- працювати з матричним принтером за відсутності вібраційного килимка та зі знятою (піднятою) верхньою кришкою.

Приміщення для роботи з персональними комп'ютерами мають бути обладнані системами опалення, кондиціонування повітря, або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86.

Таблиця 3.1 – Оптимальні мікрокліматичні показники згідно з СН 4088-86

Пора року	Категорія робіт	Температура повітря, град. С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		оптимальна	оптимальна	оптимальна
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
	легка-1 б	21 - 23	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1
	легка-1 б	22 - 24	40 – 60	0,2

Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати санітарно-гігієнічним нормам № 2152-80.

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних та негативних іонів необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря. Приміщення, в яких встановлені персональні комп'ютери, повинні мати природне та штучне освітлення відповідно до СНиП II-4-79. Природне освітлення має здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ чи північний схід і забезпечувати коефіцієнт природною освітленості (КПО) не нижче ніж 1,5%. Розраховується КПО за методикою, викладеною в СНиП II-4-79.

Штучне освітлення в приміщеннях з робочими місцями має здійснюватися системою загального рівномірного освітлення. У разі переважної роботи з документами, допускається застосування системи

комбінованого освітлення (крім системи загального освітлення додатково встановлюються світильники місцевого освітлення).

Таблиця 3.2 - Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі

Рівні	Кількість іонів в 1 см куб. повітря	
	n +	n -
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500 – 3000	3000 – 5000
Максимально допустимі	50000	50000

Зазначення освітленості на поверхні робочого столу у зоні розміщення документів має становити 300-500лк. Якщо ці значення освітленості неможливо забезпечити системою загального освітлення, допускається використовувати місцеве освітлення. При цьому світильники місцевого освітлення слід встановлювати таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрана, а освітленість екрана має не перевищувати 300лк. Як джерела світла в разі штучного освітлення мають застосовуватись переважно люмінесцентні лампи типу ЛБ. У разі влаштування відбитого освітлення у приміщеннях, де переважним чином працюють з документами, допускається застосування металогалогенних ламп потужністю 250Вт. Допускається застосування ламп розжарювання у світильниках місцевого освітлення. Система загального освітлення має становити суцільні або переривчасті лінії світильників, розташовані збоку від робочих місць (переважно ліворуч), паралельно лінії зору працюючих.

Допускається використання світильників таких класів світлорозподілу:

- прямого світла — П;

- переважно прямого світла — Н;
- переважно відбитого світла — В.

Для загального освітлення слід застосовувати світильники серії ЛПО 36 із дзеркальними ґратами, що укомплектовані високочастотними пускорегулювальними апаратами (ВЧ ПРА). Допускається застосовувати світильники цієї серії без ВЧ ПРА тільки в модифікації «Кососвітло».

Застосування світильників без розсіювачів та екрануючих ґрат заборонено. Яскравість світильників загального освітлення в зоні кутів випромінювання від 50 до 90 градусів з вертикаллю в повздовжній та поперечній площинах має становити не більше ніж 200 Кд/м^2 , захисний кут світильників — не менше ніж 40 градусів. Світильники місцевого освітлення повинні мати відбивач, що просвічує, із захисним кутом, не меншим ніж 40 градусів.

Слід передбачити обмеження прямої близькості від джерел природного та штучного освітлення. При цьому яскравість світлих поверхонь (вікна, джерела штучного освітлення), що розташовані в полі зору повинна бути не більше ніж 200 Кд/м^2 . Необхідно обмежувати відбиту близькість на робочих поверхнях відносно джерел природного і штучного освітлення. При цьому яскравість відблисків на екрані ВДТ має не перевищувати 40 Кд/м^2 , а яскравість стелі в разі застосування системи відбитого освітлення – 200 Кд/м^2 . Показник освітленості у разі використання джерел загального штучного освітлення у виробничих приміщеннях має не перевищувати 20, а показник дискомфорту в адміністративно-громадських приміщеннях має бути не більше за 40. Необхідно обмежувати нерівномірність розподілу яскравості в полі зору працюючих з ВДТ. При цьому співвідношення яскравостей робочих поверхонь має бути не більшим ніж 3:1, а співвідношення яскравостей робочих поверхонь та поверхонь стін, обладнання тощо — 5:1. Коефіцієнт запасу для освітлювальних установок загального освітлення має дорівнювати 1,4. Коефіцієнт пульсації має не перевищувати 5%, що забезпечується

застосуванням газорозрядних ламп у світильниках загального та місцевого освітлення з ВЧ ПРА для світильників будь-яких типів. Якщо не має світильників з ВЧ ПРА, то лампи багатолампових світильників або світильники загального освітлення, розташовані поруч, слід вмикати на різні фази трьохфазної мережі. Для забезпечення нормованих значень освітленості у приміщеннях з ВДТ ЕОМ та ПЕОМ слід чистити шибки і світильники принаймні двічі на рік і вчасно замінювати лампи, що перегоріли.

3.2 Електробезпека

Персональні комп'ютери, периферійні пристрої, інше устаткування (апарати управління, контрольно-вимірювальні прилади, світильники), електропроводи та кабелі за виконанням і ступенем захисту мають відповідати класу зони, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою ізоляцією і, за можливості, застосовувати негорючу ізоляцію. Лінія електромережі для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв виконується як окрема групова трипровідна мережа шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Не допускається використовувати нульовий робочий провідник як нульовий захисний провідник. Нульовий захисний провідник прокладається від стійки групового розподільного щита, розподільного пункту до розеток електроживлення. Не допускається підключати на щиті до

одного контактної затискача нульовий робочий та нульовий захисний провідники. Площа перерізу нульового робочого та нульового захисного провідника в груповій трипровідній мережі має бути не менше площі перерізу фазового провідника. Усі провідники мають відповідати номінальним параметрам мережі та навантаження, умовам навколишнього середовища, умовам розподілу провідників, температурному режиму та типам апаратури захисту.

У приміщенні, де одночасно експлуатуються понад п'ять персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв, на помітному та доступному місці встановлюється аварійний резервний вимикач, який може повністю вимкнути електричне живлення приміщення, крім освітлення.

Персональні комп'ютери і периферійні пристрої повинні підключатися до електромережі тільки за допомогою справних штепсельних з'єднань і електророзеток заводського виготовлення. У штепсельних з'єднаннях та електророзетках, крім контактів фазового та нульового робочого провідників, мають бути спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Їхня конструкція має бути такою, щоб приєднання нульового захисного провідника відбувалося раніше, ніж приєднання фазового та нульового робочого провідників. Порядок роз'єднання при відключенні має бути зворотним. Не допускається підключати персональні комп'ютери та периферійні пристрої до звичайної двопровідної електромережі, в тому числі з використанням перехідних пристроїв. [15]

Електромережі штепсельних з'єднань та електророзеток для живлення персональних комп'ютерів та периферійних пристроїв потрібно виконувати за магістральною схемою, по 3-6 з'єднань або електророзеток в одному колі. Штепсельні з'єднання та електророзетки для напруги 12В та 42В за своєю конструкцією мають відрізнятися від штепсельних з'єднань для напруги 127В та 220В. Штепсельні з'єднання та електророзетки, розраховані на напругу 12В та 42В, мають візуально (за кольором) відрізнятися від кольору штепсельних

з'єднань, розрахованих на напругу 127В та 220В. Індивідуальні та групові штепсельні з'єднання та електророзетки необхідно монтувати на негорючих або важкогорючих пластинах. Електромережу штепсельних розеток для живлення персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв при розташуванні їх уздовж стін приміщення прокладають по підлозі поруч зі стінами приміщення, як правило, в металевих трубах і гнучких металевих рукавах, а також у пластикових коробах і пластмасових рукавах з відводами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. При розміщенні в приміщенні до п'яти персональних комп'ютерів і периферійних пристроїв допускається прокладання трипровідникового захищеного проводу або кабелю в оболонці з негорючого чи важкогорючого матеріалу по периметру приміщення без металевих труб та гнучких металевих рукавів. Не допускається в одній трубі прокладати ланцюги до 42В та вище 42В.

При організації робочих місць електромережу штепсельних розеток для живлення персональних комп'ютерів, периферійних пристроїв і у центрі приміщення прокладають у каналах або під знімною підлогою в металевих трубах або гнучких металевих рукавах. При цьому не допускається застосовувати провід і кабель в ізоляції з вулканізованої гуми та інші матеріали, які містять сірку.

3.3 Пожежна та техногенна безпека

Категорія приміщення по пожежній вибухонебезпечності згідно СНиП 2.01.02 - 85 має I ступінь вогнестійкості, а по пожежовибухонебезпеці відноситься до категорії В, тобто в приміщенні зберігаються тверді горючі речовини. Клас приміщення лабораторії з пожежної безпеки відповідно до

ПУЕ-85-П-110 (використовуються горючі матеріали, магнітні носії інформації).

У лабораторії можливі наступні причини виникнення пожежі: несправність електропроводки, порушення протипожежних правил і правил експлуатації приладів. Тому, відповідно до ГОСТ 12.4.009-83 в приміщенні слід встановити первинні засоби пожежогасіння. Виходячи із загальної площі приміщення і категорії приміщення з вибухопожежної та пожежної небезпеки, потрібно поставити два вогнегасника з вуглекислотою типу ОУ-5. Вогнегасники повинні розміщуватися на висоті не більше 1,5 м від рівня підлоги до нижнього торця вогнегасника. Їх розміщують таким чином, щоб інструктивні написи на корпусі були видні.

Також пропонується застосування сигналізації про виникнення пожежі шляхом установки датчиків КН-1, налаштованих на температуру спрацювання 70°C. Оскільки один датчик типу КН-1 здатен контролювати площу 3 м² розрахуємо кількість датчиків (К_д) необхідних для приміщення лабораторії

$$K_{д} = \frac{S}{3} = \frac{20}{3} \approx 7шт \quad (3.3.1)$$

Для більш надійного контролю приміщення лабораторії прийнято кількість датчиків типу КН-1 яка дорівнює 8. Різні рідини використовувані при монтажно-складальних роботах (спирт, розчинники, скипидар і ін.), повинні зберігатися в закритому небиткому посуді. Посуд повинен мати написи про її вміст.

Організаційно-технічними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є: організація навчання персоналу правилам пожежної безпеки; розробка заходів щодо дій робітників на випадок виникнення пожежі. Важливою мірою щодо забезпечення пожежної безпеки є організація пожежної охорони приміщення, яка передбачає профілактичний і оперативне

обслуговування. Оскільки в лабораторії працює 4 людини, тому в разі виникнення пожежі при евакуації робочого персоналу використовується вхідні двері, згідно плану евакуації (рис. 3.1).

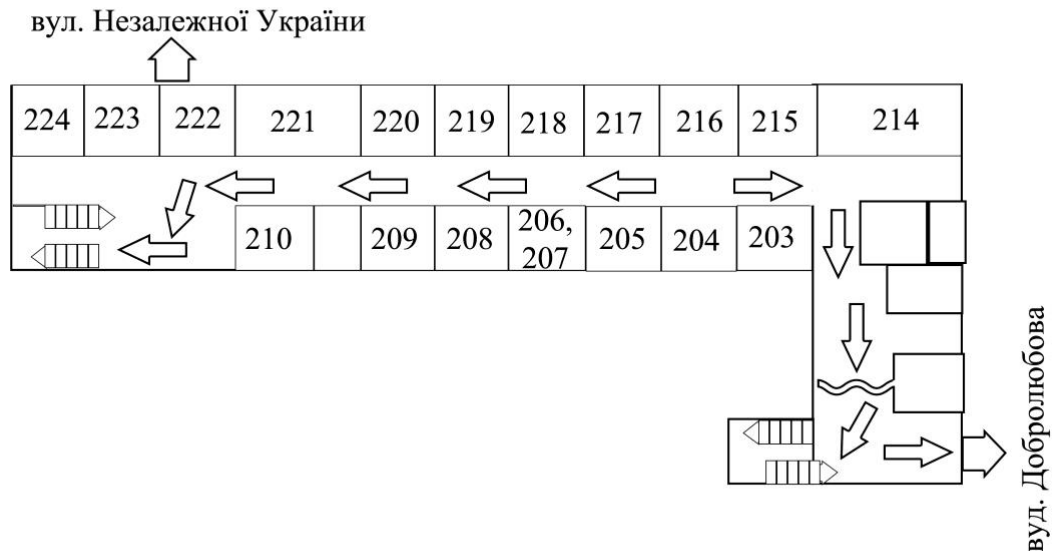


Рисунок 3.1 – План евакуації на випадок пожежі

3.4 Визначення стану виробничого середовища при роботі з комп'ютерною технікою

Відомо, що робота працівників, пов'язаних з електронно-обчислювальними машинами (ЕОМ) та супутньою технікою, відноситься до професій з нервово-емоційним навантаженням. Це пояснюється впливом ряду шкідливих чинників: електромагнітні поля, статична електрика, шум, температура, складність забезпечення раціонального освітлення, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, гіподинамія, тощо. В статті досліджено основні параметри мікроклімату приміщень і шуму, наведено

пропозиції по їх покращенню, що суттєво оздоровляє умови праці фахівців з ЕОМ.

Для оцінки стану виробничого середовища приміщень з ЕОМ проводилось дослідження основних параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості та швидкості руху повітря, у різних за призначенням приміщенні комп'ютерного залу ІЗНУ з використанням стандартної вимірювальної апаратури. Характеристика приміщення: загальна площа – 71,9 м²; загальний об'єм – 194,1 м³; кількість комп'ютерів – 12 шт.; кількість принтерів – 6 шт.; кількість робітників – 24 особи; площа на робітника – 5,99 м²; об'єм на робітника – 16,18 м³. Згідно загальних санітарних норм (НПАОП 0.00-1.28-10) в приміщеннях не повністю забезпечена необхідна площа на одне робоче місце (не менше 6 м²): в комп'ютерному залі ЗДІА 5,99 м², відповідно менше на 0,16%, а необхідний об'єм (не менше 20 м³) не виконується на 19% (16,18 м³). В цілому ускладнюється можливість підтримки необхідного мікроклімату. Результати виміру параметрів мікроклімату наведено у табл. 3.3

Аналіз одержаних даних свідчить про необхідність підвищення загальних санітарно-технічних вимог до повітря робочої зони. Для легкої категорії важкості праці і теплого періоду року оптимальні параметри мікроклімату складають: температура 22-24 °С, відносна вологість – 40-60%. Визначено перевищення температури на 5,4-6,4 °С, а відносній вологості на 8,0-12,4%. Що стосується швидкості руху повітря, то за нормативної величині 0,2-0,5 м/с суттєво пониження її значень було зафіксовано в комп'ютерному залі ІННІ ім. Ю.М. Потебні в 2 рази. [16]

Таблиця 3.3 – Параметри клімату приміщення

Точки замірів	Час замірів	Температура за Цельсієм	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
1	Ранок	29,8	49	0,1
	День	28	66	0,1
	Вечір	30,8	48	0,1
2	Ранок	28,6	49	0,1
	День	27,4	64	0,1
	Вечір	31	46	0,1
3	Ранок	29,8	50	0,1
	День	29,2	60	0,1
	Вечір	31	46	0,1

3.5 Системи кондиціонування повітря

Для нормалізації мікроклімату виконувались розрахунки системи кондиціонування повітря для видалення надлишкової теплоти та вологи. Величину сумарного виділення теплоти визначали за формулою:

$$Q = Q_{з.о} + Q_{в.о} + Q_{с.р} + Q_{ін} + Q_{обл} + Q_{ш.о} + Q_{л} + Q_{н.п}, \quad (3.2)$$

де $Q_{з.о}$ $Q_{в.о}$ - теплота, що надходить через зовнішні непрозорі та внутрішні огороження відповідно, кВт/год.; $Q_{с.р}$ - теплота сонячної радіації, кВт/год.; $Q_{ін}$ $Q_{обл}$ $Q_{ш.о}$ - теплота, яка надходить від інфільтрації, виробничого обладнання та штучного освітлення відповідно, кВт/год.; $Q_{р}$ $Q_{нп}$ - теплота, яку виділяють робітники та нагрівальні прилади відповідно, кВт/год.

Значення загального виділення вологи обчислювали з використанням рівняння:

$$W = W_{т.о} + W_{з.п} + W_{ш.р} + W_{ін} , \quad (3.3)$$

де $W_{т.о}$ - волога, яку виділяє обладнання під час виконання технологічних процесів, кг/год.; $W_{з.п}$ - волога від змочених поверхонь, кг/год.; $W_{ш.р}$ $W_{ін}$ - волога, яку виділяє шкіра робітників, та надходить із зовнішнім повітрям за інфільтрації відповідно, кг/год.

Для асиміляції шкідливих виділень в приміщеннях необхідно забезпечити подавання певної кількості повітря, в тому числі: - для нейтралізації надлишку теплоти G_Q :

$$G_Q = \frac{Q_k}{0,24 \cdot \Delta t_p} , \text{ км/год} \quad (3.4)$$

де Δt - нормоване підвищення внутрішньої температури над її зовнішнім рівнем, °С;

- для нейтралізації виділень вологи G_W :

$$G_W = \frac{W}{d_d - d_n} , \quad (3.5)$$

де d_d, d_n - вміст вологи внутрішнього та припливного повітря відповідно, кг/год.

Вибір кондиціонера здійснено за найбільшою розрахунковою величиною G_Q и G_W . Виконані розрахунки дозволили встановити, що необхідно додатково обладнати дисплейний зал II ЗНУ двома автономними кондиціонерами типу «Mitsubishi Heavy SRK40HG-S».

Отже, результати досліджень мікроклімату робочої зони приміщення з відео- дисплейною технікою за умов комп'ютерного залу Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ показали необхідність підвищення загальних санітарно-технічних вимог до повітря робочої зони. Запропоновано додаткове оснащення приміщень сучасними кондиціонерами з визначеними параметрами. Комплексний підхід до вирішення існуючих проблем з покращенням параметрів мікроклімату приміщень дозволить суттєво підвищити продуктивність розумової праці при роботі на комп'ютерах, і покращити умови праці. [17]

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз видів реклами показав, що світлова реклама є ефективним засобом привернення уваги клієнтів і забезпечення рекламодавцям більш високої відвідуваності і продажів.

Запропоновано електронний блок, що входить до складу світлодинамічної установки, призначеної для роботи як зі світловими панно, що формують різні фігури “бігучих вогнів”, так і з гірляндами ламп, що прикрашають зали дискотеки тощо. Пристрій виконаний на чотирьох інтегральних мікросхемах, які дозволяють керувати восьми каналами світових пристроїв. Живиться від мережі 220 В, трансформатор, що входить до складу схеми утворює напругу 5 В для живлення інтегральних мікросхем. Відрізняється простотою виконання, незначними габаритними розмірами.

Розроблено складальне креслення цифрового автомату світлової реклами, габаритні розміри пристрою складають 150 × 65.

Запропонований пристрій може застосовуватися як в промисловості при виконанні різноманітних технологічних процесів, так і в сферах домашнього господарства.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Малкольм Інгрэм. Lighting for Interior Design. Laurence King Publishing, 2012.-192 pp.
2. Як наука про світле вплине на майбутнє архітектури [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://www.archdaily.com/776340/how-the-science-of-light-will-affect-the-future-of-architecture> Дата доступу: грудень 2022. – Назва з екрана.
3. Основи дизайну інтер'єру : навч. посіб. / О. П. Олійник, Л. Р. Гнатюк, В. Г. Чернявський. — К. : НАУ, 2021. — 228 с..
4. Челенков А. Деякі аспекти сучасного поведінки споживачів / А. Челенков, А. Межовий // Маркетинг. - 2006. - № 5. - С. 99-104. [L]
[SEP]
5. Голуб І. М. Типологія зовнішньої реклами: історія, трансформаційні процеси, художнє оформлення / І. М. Голуб, О. В. Дяків // Вісник харківської державної академії дизайну і мистецтв. – 2021. – №3. – С. 20-26.
6. Миронов Ю. Б. Основи рекламної діяльності: навчальний посібник / Ю. Б. Миронов, Р. М. Крамар. – Дрогобич: Посвіт, 2007. – 108 с
7. Примак Т. Рекламний креатив : навчально-методичний посібник / Тетяна Примак. – К.: КНЕУ, 2005. – 168 с.
8. Світлові та світлодіодні вивіски [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <https://vyviska.com.ua/svitlovi-viviski/> Дата доступу: березень 2023. – Назва з екрана.
9. Закон України «Про рекламу» [Електронний ресурс]. - Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/> Дата доступу: березень 2023. – Назва з екрана.
10. Попова Н. В. Основи реклами : навчальний посібник / Н. В. Попова. – Х.: Видавництво «ВДЕЛЕ», 2016. – 145 с.

11. Про рекламу: Закон України від 1 жовтня 2003 р. // Верховна Рада України. - К.: Парламентське видавництво, 2003. - 26 с.
12. М.П. Матвієнко. Основи електроніки. Суми: ЛПА-К.2020.-360С.
13. Стахів П.Г., Коруд В.І., Гамола О.Е., Чернівган В.Я., Мусихіна Н.П. Основи електроніки з елементами мікроелектроніки. – Л: 2006. – 224 стор.
14. Бойко В.І., Гуржій А.М., Жуйков В.Я. Основи технічної електроніки. – К: Вища школа, 2007. – 508 стор.
15. Практикум. Охорона праці/ Ю.Ф.Булгаков, В.Л.Овчаренко; підзаг.ред. Ю. Ф. Булгакова. – Донецьк: ВОО «Цифрова типографія», 2017.– 180 с.
16. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98). — [Чинний від 1998-02-20]. – (НПАОП, ДНАОП (Державні Нормативні Акти з Охорони Праці)).
17. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. – [Чинний від 2017-01-01]. – (ДСТУ (Державний Стандарт України))

Поз. Контр.	Найменування	Кіль.	Примітка		
FU1	Запобіжник плавкий АГО.481.303 ТУ	1			
HL1-HL10	Світлодіод АЛ307Б ААО.336.137 ТУ	10			
SA1	Тумблер ПТ-1-1 ОЖО.360.016 ТУ	1			
SA2	Тумблер П122-КОЮО 360.049 ТУ	1			
RP1-RP2	Резистор СП-2 - 0.25 - Вт - 680кОм±10% ОЖО 467.03 2	2			
TV1	Трансформатор МА 2.157.013	1			
XP1	Вышка ОНЦ-ВН-2-2/16-В17 ГОСТ 12368-78	1			
XS2	ГНІЗДО ОНЦ-ВГ-1-3/16-Р ГОСТ 12368-78	1			
A1	<u>Плата приладу МА 2.575.013 В3</u>	1			
	Конденсатори К10-17 ОЖО.460.172 ТУ				
	Конденсатори К50-35 ОЖО.464.214 ТУ				
C1	К50-23 16В 47 мкФ±1%	1			
C2	К10-17 50В 1 мкФ±0,5%	1			
C3	К10-17 50В 0.047 мкФ±5%	1			
C4	К10-17 50В 0.022 мкФ±10%	1			
C5	К50-23 16В 1000 мкФ±1%	1			
C6	К50-23 16В 22 мкФ±0,5%	1			
Зам.	Лист	№ докум.	Шкала	Дата	Перелік елементів Змі. Ари. Ариуміа 1 3
Розроб.					
Перевір.					
Висно.					
Н. Копр.					
Заверс.					

Поз. номер	Найменування	К-ть	Примітка
	Мікросхеми		
DD1	K561ЛН2 БКО.348.412-ТУ	1	
DD2	K1533ИР24 БКО.458.412-ТУ	1	
DD3	K176ИЕ1 БКО.348.385-ТУ	1	
DD4	K1533ИР22 БКО.348.412-ТУ	1	
DA1	KP142ЕНБ5А БКО.543.412-ТУ	1	
	Резистори С2-6 ОЖО.467.032 ТУ		
R1	С2-6 - 0.25Вт - 33 кОм± 5%	1	
R2	С2-6 - 0.25Вт - 12 кОм± 10%	1	
R3	С2-6 - 0.25Вт - 6.8 кОм± 5%	1	
R4- R5	С2-6 - 0.25Вт - 10 кОм± 20%	2	
R6	С2-6 - 0.25Вт - 33 кОм± 5%	1	
R7- R8	С2-6 - 0.25Вт - 10 кОм± 20%	2	
R9	С2-6 - 0.25Вт - 100 кОм± 20%	1	
R10-R12	С2-6 - 0.25Вт - 6.8 кОм± 5%	3	
R13	С2-6 - 0.25Вт - 100 кОм± 20%	1	
R14	С2-6 - 0.25Вт - 3.3 кОм± 5%	1	
R15-R17	С2-6 - 0.25Вт - 6.8 кОм± 5%	3	
R18	С2-6 - 0.25Вт - 3.3 кОм± 5%	1	
R19-R34	С2-6 - 0.25Вт - 180 Ом± 5%	15	
	Діоди		
VD1-VD3	КД522 АО.354.564 ТУ	3	
VD4	КД208 АО.336.800 ТУ	1	
VD5-VD6	КД522 АО.363.753 ТУ	2	
VD7	КД208 АО.336.800 ТУ	1	
			Збр.
			2
Зам.	Лист	Відомост.	Стор.
			Дата

