МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

ім. Ю. М. Потебні

Кафедра електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

на тему *Дослідження та модернізація аероіонізатора повітря*

Виконав: студент *II* курсу, групи *8.1763*
спеціальності *176 «Мікро- та наносистемна техніка»*
(код і назва спеціальності)
освітньої програми *Мікроелектронні інформаційні системи*
(код і назва освітньої програми)
Хотіна Данила Сергійовича
(ініціали та прізвище)

Керівник *професор кафедри ЕІСПЗ, доцент, к.т.н., Ніконова Зоя Андріївна*
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)
Рецензент *інженер – конструктор ТОВ «Конструкторське бюро Колосова» Григор'єва І. К.*
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2024

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 _другий (магістерський)_____
Спеціальність __176 «Мікро- та наносистемна техніка»_____
(код і назва)
Освітня програма __Мікроелектронні інформаційні системи_____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри_ Критська Т.В.
“ _29_ ” _листопада_____2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ
Хотіну Данилу Сергійовичу
(прізвище, ім’я, по батькові)

1 Тема роботи (проєкту) Дослідження та модернізація аероіонізатора повітря
керівник роботи _Ніконова З. А., к.т.н., доцент_____
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ЗНУ від “_28_” __лютого___2024__ року №_361-с_____

2 Строк подання студентом роботи __29.11.2024_____

3 Вихідні дані до роботи:_ блок живлення аероіонізатора на мікроконтролері PIC16F628; схема вводу/виводу на основі світлодіодного індикатора HDSP-A103
4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_1 Аероіонізація. Вплив аероіонів. Основні вимоги до аероіонізаторів. 2 Розробка блоку живлення на основі мікроконтролера та блоку індикаії 3 Техніко-економічне обґрунтування 4 Охорона праці та техногенна безпека
5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень)
Л1 Фізіологічна і терапевтична дія аероіонів. Л2 Вплив відстані від випромінювача на концентрацію та час. Л3 Вміст диму та мікробів в приміщенні при роботі іоніатора. Л4 Дослідження блоків живлення для іонізаторів. Л5 Мікроконтролер PIC16F628. Л6 Схема електрична принципова блоку живлення іонізатора. Л7 Схема вводу/ виводу. Л8 Печатна плата джерела живлення.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
I	Ніконова З.А., професор каф. ЕІСПЗ	09.10.23	25.01.24
II	Ніконова З.А., професор каф. ЕІСПЗ	05.02.24	30.07.24
III	Ніконова З.А., професор каф. ЕІСПЗ	02.09.24	25.11.24
IV	Ніконова З.А., професор каф. ЕІСПЗ	26.11.24	28.11.24

7 Дата видачі завдання _09.10.2023_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи магістра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір літератури за темою кваліфікаційної		
	роботи. Складання плану роботи.	30.10. -30.11.23	
2.	Написання першого розділу кваліфікаційної роботи.	11.12.23-25.01.24	
3.	Розробка електричної принципової схеми блоку живлення	05.02-04.03.24	
4.	Розробка схеми електричної принципової блоку вводу/виводу	11.03-29.04.24	
5.	Написання та оформлення другого розділу.	15.04-30.07.24	
6.	Написання та оформлення третього та четвертого розділів.	02.09-02.10.24	
7.	Оформлення пояснювальної записки.	14.10-25.11. 24	
8.	Оформлення графічної частини дипломної роботи.	26.11-28.11.24	

Студент _____ ___Хотін Д.С._____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи (проєкту) _____ ____Ніконова З.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____ _____Верьовкін Л.Л.____
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота містить: 93 сторінки, 18 рисунків, 22 таблиці, 1 додаток, 20 джерел літератури.

Об`єкт дослідження – іонізатор повітря.

Ціль роботи – удосконалення схеми іонізатора шляхом автоматизації її за допомогою мікроконтроллера.

Задачі роботи – провести аналіз електричних схем блоків живленння для різних видів іонізаторів, провести розрахунки елементів схеми, розробити схему електричну принципову блоку живлення та світодіодного індикатора, розробити топологію печатної плати та плати вводу/виводу.

Методика досліджень – схемотехнічне та математичне моделювання.

Короткий виклад результатів досліджень – розроблено схему блоку живлення аероіонізатора оснащену мікроконтроллером. Завдяки чого робота іонізатора автоматизована. Проведені розрахунки основних параметрів запропонованих елементів схеми, та побудувані їх характеристики. Схема вводу/виводу запропонована на основі світодіодного індикатора.

Прогнозні пропозиції – запропонований пристрій, після допрацювання, може використовуватися у медичних закладах міста, на виробництві, у лабораторіях кафедри.

ІОНІЗАТОР, АЕРОІОНИ, ПОВІТРЯ, АЕРОІОНІЗАЦІЯ, ДОЗА АЕРОІОНІВ, ЛЮСТРА ЧИЖЕВСЬКОГО, БЛОК ЖИВЛЕННЯ, СХЕМА, БІПОЛЯРНИЙ ТРАНЗИСТОР, МІКРОКОНТРОЛЛЕР.

Кваліфікаційна робота виконана на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення в період з 04.09.2023р. по 28.11.2024р.

ЗМІСТ

ВСТУП 7

І АЕРОІОНІЗАЦІЯ. ВПЛИВ АЕРОІОНІВ. 8

ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО АЕРОІОНІЗАТОРІВ 8

1.1 Аероіонізація 8

1.2 Аероіонізація повітря в медицині і на виробництві 11

1.3 Використання іонізаторів в будівлях 13

1.4 Побічні ефекти при роботі іонізатора повітря 16

1.5 Аероіонотерапія 17

1.6 Фізіологічний та лікувальний вплив аероіонів 18

1.7 Апаратура. Техніка і методика аероіонотерапії 20

1.8 Показання і протипоказання до аероіонотерапії 21

1.9 Основні вимоги до аероіонізатора 22

1.10 Експлуатація іонізатора 29

1.11 Удосконалення аероіонізатора 31

ІІ РОЗРОБКА БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ ТА ІНДИКАЦІЇ ДЛЯ АЕРОІОНІЗАТОРА НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЛЕРА 32

2.1 Іонізатори повітря 32

2.2 Принцип роботи іонізатора 35

2.3 Іонізатори на коронному розряді 36

2.4 Іонізатори на випромінюванні 38

2.5 Електроеффлювіальні іонізатори 38

2.6 Ультрафіолетові іонізатори 39

2.7 Плазмові іонізатори 40

2.8 Радієві іонізатори 40

2.9 Лампи з вбудованим іонізатором 40

2.10 Люстра Чижевського 41

2.11 Блоки живлення для аероіонизаторів 43
2.12 Розробка блоку живлення для аероіонізатора 48
2.12.1 Основні параметри мікроконтроллера PIC16F628 49
2.13 Розрахунок біполярного транзистора 54
2.14 Побудова характеристик 57
2.15 Розробка схеми блоку живлення 58
2.16 Схема вводу / виводу 61
2.17 Основні параметри світлодіодного індикатора HDSP-A103 61
2.19 Плата вводу/виводу 65
III ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ 66
3.1 Порівняльний аналіз штучних іонізаторів за критеріями 66
3.2 Розрахунок витрат на елементи електричної схеми 72
IV ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА 73
4.1. Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих 73
виробничих факторів 73
4.2 Заходи зі зменшення впливу небезпечних та шкідливих факторів 77
4.3 Виробнича санітарія 78
4.4 Електробезпека 84
4.5 Пожежна безпека 85
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ 88
ЛІТЕРАТУРА 89
Додаток А 92

ВСТУП

Численими дослідженнями доведено, що іонний баланс в повітрі офісних приміщєнь зі штучним мікрокліматом, оснащених системами центральної примусової вентиляції, очищення та кондиціювання повітря характеризується яскраво вираженим дефіцитом легких негативних аероіонів (АІ).

Наявність в офісах оргтехніки, застосування в обробці і меблюванні синтетичних матеріалів, здатних накопичувати електричний заряд, тільки погіршує становище.

Медичні дослідження доводять, що дефіцит легких негативних іонів в повітрі – це одна з основних причин частих головних болів, розладів нервової системи і підвищеної стомлюваності людей, які проводять більшу частину свого часу в приміщеннях.

Більш того, числені експерименти на тваринах показали, що тривале перебування в повністю деіонізованому повітряному середовищі призводить до загибелі живого організму.

Заповнити недолік легких негативних АІ в приміщеннях можна тільки шляхом штучної іонізації повітря – за допомогою спеціальних пристроїв – іонізаторів. Їх застосування вимагає певних знань і принципів, щоб не завдати шкоди здоров'ю [1].

На данний момент одним з найвідоміших винаходів по іонізації повітря є «Люстра Чіжевського». За допомогою неї повітря очищується, збагачується негативно зарядженими іонами та багато інших позитивних факторів.

Всі сучасні прилади працюють у безперервному режимі, а значить мови про зручність у експлуатації не йде. Саме рішенню цієї задачі буде присвячено дану дипломну роботу, розв`язати яку можна за допомогою автоматизації системи іонізації повітря. Автоматизація системи допоможе здолати незручності у використанні та полегшити керування всіма параметрами приладу.

І АЕРОІОНІЗАЦІЯ. ВПЛИВ АЕРОІОНІВ. ОСНОВНІ ВИМОГИ ДО АЕРОІОНІЗАТОРІВ

1.1 Аероіонізація

Аероіонізація (грец. aer-повітря + іонізація) – процес утворення іонів внаслідок іонізації газів повітря. Фізична сутність аероіонізації полягає у дії на молекули газів повітря різних зовнішніх іонізуючих чинників, в результаті чого відбувається відрив електрона від молекули і вона стає позитивно зарядженою (позитивні аероіони), а відірваний вільний електрон, приєднавшись до однієї з нейтральних молекул, повідомляє їй негативний заряд (негативні аероіони). Розрізняють природну і штучну аероіонізацію. Основними природними джерелами іонізації атмосфери є: космічні промені, що діють у всій товщі атмосфери; випромінювання радіоактивних речовин, що знаходяться в землі і в повітрі; УФ корпускулярне випромінювання Сонця, іонізуюча дія якого проявляється головним чином на висоті 50-60 км. До іонізуючіх факторів належать також: так звані тихі електричні розряди у крон високих дерев і на вершинах гір, що виникають при великих значеннях напруженості електричного поля атмосфери; розпорошення і розбризкування води у гірських річок та водоспадів, фонтанів, під час прибоїв біля узбережжя морів і океанів.

Поряд з процесом утворення іонів в атмосфері безперервно відбувається процес їх рекомбінації: з'єднуючись між собою, аероіони протилежного знаку утворюють нейтральну молекулу. Для процесів утворення і рекомбінації іонів у вільній атмосфері важливе значення мають метеорологічні умови – атмосферний тиск, температура і вологість повітря, хмарність, вітри, грози, дощі.

У поверхні землі в звичайних умовах утримується близько 450-500 пар легких іонів в 1 $см^3$. Проте є місцевості, де в силу особливих географічних умов кількість легких аероіонів значно вище. Такі місцевості і намагаються використовувати з лікувальною метою. Створити підвищену концентрацію аероіонів (у приміщенні) можна штучно за допомогою спеціальних пристроїв, званих аероіонізаторами [2].

За А.Л. Чижевським, аероіонізатор не повинен бути джерелом:

- високочастотного електромагнітного або постійного пульсуючого поля, яке надає шкідливий вплив на організм;
- радіоактивних випромінювань;
- УФ-випромінювання, озону і азотистих сполук;
- частинок води, пари або вологості, що лежить поза зоною фізіологічного комфорту (40-60% відносної вологості);
- підвищення температури навколишнього повітря вище, ніж температура зони гігієнічного комфорту.

Розрізняють п'ять основних способів аероіонізації:

1. Гідроіонізаціонна аероіонізація. В її основі лежить іонізація повітря шляхом розпилення в ньому води (баллоелектричний ефект). Вона подається під певним тиском через спеціальні форсунки. На цьому принципі заснована робота аероіонізаторів конструкції А.А. Мікуліна, гідроаероіонізатора Серпухов-1, ДАІ-4, ДАІ-4У.

2. Термоелектронна аероіонізація. Іонізація повітря здійснюється при нагріванні металу до 1000-1200 °С. За рахунок ефекту термоелектронної емісії утворюються електрони, які, з'єднуючись з молекулами газів повітря, утворюють негативні аероіони.

3. Ультрафіолетова аероіонізація. В основі цього методу лежить іонізація повітря УФ-випромінюванням. Недоліком його є утворення великої кількості озону.

4. Радіоізотопна аероіонізація. Іонізація повітря здійснюється за рахунок радіоактивного випромінювання, джерелом якого є радіоактивні елементи.

5. Електроеффлювіальна аероіонізація. Суть способу полягає у створенні іонізуючих електричних розрядів у повітрі за допомогою електродів, зроблених з металевих голок, які мають дуже малий радіус кривизни вістря і знаходяться під постійною (негативною) напругою. Розрізняють дуговий, іскровий і коронний електричні розряди. При дуговому і іскровому розряді високої інтенсивності разом з аероіонами кисню в повітрі утворюються озон і оксиди азоту. При використанні коронного розряду в повітрі цих сполук не відбувається. Подача високої напруги на електрод супроводжується емісією електронів з вістря електрода в повітря і утворенням негативних аероіонів. Підвищення напруги на електродах збільшує емісію електронів в повітряний простір. На цьому принципі заснована робота більшості аероіонізаторів, що застосовуються в лікувально-профілактичних установах і вдома.

Іонізатор повітря (люстра Чижевського) необхідний при лікуванні і профілактиці захворювань органів дихання, серцево-судинної і нервової систем, для уповільнення старіння і попередження раку.

Першопричина у різних хвороб єдина: клітини організму втрачають свій електричний заряд. Іонізатор повітря виробляє негативні аероіони, які в легенях заряджають кров, і через неї відновлюють заряд клітини. У цьому й полягає універсальність дії іонізатора повітря.

Чижевський пред'являв до лікувальних іонізатора категоричні вимоги: вони повинні робити тільки негативні аероіони і не виробляти шкідливі для людини озон і оксиди азоту. А виробляються вони, якщо іонізатор починає працювати в режимі коронного розряду, коли напруга на електродах або занадто велика (більше 20 кВ), або електроди занадто зближені (як в озонаторах-повітреочисниках). Підвищення вологості повітря також сприяє коронування. Пристрої, що виробляють озон (озонатори-очищувачі), завжди працюють в режимі коронного розряду і одночасно виробляють оксиди азоту і негативні аероіони. Озон потрібен для очищення та дезінфекції повітря, але в концентрації, що перевищує допустиму, озон надзвичайно токсичний, знижує опірність організму до інфекцій і утворює вільні радикали. Токсичність озону

підвищується при одночасному впливі на організм оксидів азоту. При контакті окислів азоту з вологою поверхнею легень утворюється азотна і азотиста кислоти, що вражають легеневу тканину. Одночасно в крові утворюються нітрати і нітрити, що викликають кисневу недостатність. Людина зазвичай відчуває запах озону, якщо його кількість перевищує гранично допустиму концентрацію (0,1 мг / куб.м). При працюючому озонаторі людина не повинна перебувати в цьому приміщенні, а після виключення аероіони зникають через хвилину, озон – через 15 хвилин, а оксиди азоту ще пізніше. Тому озонатор не можна використовувати як лікувальний іонізатор.

Більшість іонізаторів які завжди працюють в режимі коронного розряду, або переходять в нього при вологості повітря більше 60-70 відсотків. Такі іонізатори краще використовувати як озонатори – для очищення повітря без людини. Для оздоровлення негативними іонами підходять тільки іонізатори, що працюють завжди в режимі темного самостійного розряду, тобто при напрузі на електродах не більше 12 кВ та відстані між ними не менше 50 см.

1.2 Аероіонізація повітря в медицині і на виробництві

Що ж це таке – "оживити повітря"? Це значить створити в повітрі таку концентрацію іонів кисню, яка є в повітрі гірських або приморських курортів. Намагаючись це створити, вчені встановили ряд цікавих фактів.

Аероіони разом з повітрям безпосередньо проникають в кров, а вона розносить їх далі, по всьому організму. Для лікування деяких захворювань (бронхіальна астма, гіпертонія, хвороби крові, легенів, нервової системи тощо) аероіони є дієвим засобом. Іонізоване повітря є також потужним засобом профілактики і стимулює імунітет.

Аероіонізація сприяє зниженню стомлюваності, втоми, відновленню сил, призводить до поліпшення працездатності, різко скорочує захворюваність.

Сприятливий вплив мають аероіони як на зростаючий, так і на старіючий організм.

Повітря, що містить негативні аероіони, нормалізує функціональний стан центральної і периферичної нервової системи, а також склад і фізико-хімічні властивості крові. Застосування негативних аероіонів покращує легеневу вентиляцію, збільшує споживання кисню і виділення вуглекислоти, підсилює окислювально-відновні процеси в тканинах. Відзначено стимулюючу дію аероіонів на білковий, вуглеводний і водний обміни, синтез вітамінів стабілізуючий вплив на рівень кальцію і фосфору в організмі, на концентрацію цукру в крові.

Іонізація повітря успішно використовується при лікуванні багатьох захворювань: хвороб серцево-судинної системи, гіпертонії, стенокардії, бронхопневмонії, туберкульозу легень, захворювань верхніх дихальних шляхів (риніту, фарингіту, ларингіту, трахеїту), бронхітів, захворювань нервової системи, виразкової хвороби шлунка та дванадцятипалої кишки, безсоння, мігрені, чутливості до кліматичних і сезонних факторів погоди, захворювань ендокринних залоз, порушення статевої функції, параметрити, ендометритів, хвороб обміну речовин, алергічних захворювань, бронхіальної астми, ревматизму, очних захворювань, шкірних захворювань, виразок, опіків, швидкої стомлюваності, дратівливості і зниження уваги.

Також експериментально встановлено, що спрямований потік аероіонів осаджує пил і мікроорганізми з повітря, тим самим очищаючи його. Це можна застосовувати для знепилювання цехів, різних виробництв, для боротьби з аерогенною інфекцією, внутрішньо лікарняними інфекціями, для очищення повітря у шкільних будівлях та інших громадських приміщеннях.

Неприпустимо "передозування" легких аероіонів. При неконтрольованому утворенні великої кількості іонів заряджені частинки потрапляють в легені людини, внаслідок чого це може привести до різних захворювань дихальних шляхів. Крім того, повітря іонізується настільки, що утворюється велика кількість озону, що неприпустимо, повітря сильно заряджається, і через 15-20

хвилин у повітрі практично не залишається легких іонів, тому системи іонізації повинні контролювати кількість
утворених іонів [3].

1.3 Використання іонізаторів в будівлях

Повсюдно вважається, що повітря, що пройшло різні види обробки: механічна примусова вентиляція, кондиціонування, фільтрування, промивання, зволоження або обігрів, є найбільш повноцінним, бездоганно чистим, а, отже, досконалим у всіх відносинах. Але насправді все не так просто. Оброблене і дійсно чисте повітря практично не містить в собі найважливішої складовою, необхідної для повноцінного функціонування всього живого – іонів кисню. Іонний голод – це ще один наслідок нашої техногенної цивілізації. Наукою переконливо доведено, що неіонізоване повітря є мертвим повітрям і швидко призводить до згасання життя. Сама природа свідчить про необхідність іонізації повітря. У природних умовах в повітрі лісів, полів і гір завжди є позитивні і негативні іони кисню, необхідні для життя і здоров'я.

Джерелами іонізації в природі є радіоактивний фон земної кори, тертя крапель води (водоспади, ефект Ленарда), тертя мас повітря швидко переміщаються над поверхнею землі, космічні промені, магнітні бурі. Вибитий з молекули електрон прикріплюється до найближчої молекулі, яка перетворюється в негативний іон, а молекула, що втратила електрон в позитивний. Далі, невелика кількість молекул води, водню і кисню групується навколо цих іонів, утворюючи, так звані «легкі» іони повітря. У нормально не забрудненому повітрі над поверхнею землі міститься від 1500 до 4000 іонів/см^3. При цьому негативні іони більш рухливі і, у зв'язку з тим, що поверхня Землі заряджена негативно,

відштовхуються від неї. Тому в нормальних умовах співвідношення позитивних і негативних іонів складає приблизно 1, 2: 1.

Таким чином, у здоровому навколишньому середовищі в результаті процесу природної іонізації відбувається безперервна регенерація навколишнього повітря. При цьому віддаляються природні запахи і руйнуються бактерії. Все це відбувається за рахунок окислювального впливу атомарного кисню на молекули запахів і на мікроорганізми.

Стерилізуючий ефект подібного роду природних і штучно організованих процесів добре документований і підтверджений, як з медичної, так і з бактеріологічної точок зору численними і об`ємними дослідженнями.

Штучно процес біполярної іонізації відтворюється у коронному розряді на поверхні спеціальної вакуумної трубки, що використовується в системах «AIRGENIC». У полі розряду молекули кисню розщеплюються на збуджені атоми кисню, які на відміну від порівняно інертною молекулою володіють дуже високою здатністю до окислення. Активні атоми окислюють зустрічні молекули запахів (леткі органічні сполуки) і клітинну структуру мікроорганізмів, блокуючи їх розмноження. Процеси окислення відбуваються практично миттєво (за годину до 1 / 1000 секунди).

Атоми кисню, які не вступили в реакцію окислення, рекомбінують з утворенням молекул кисню, які досить тривалий час (до 10 хвилин) продовжують залишатися активними, за рахунок наявності електрона, що перейшов на більш високий енергетичний рівень. Такі молекули, звані іонами кисню, існують у вигляді негативно і позитивно заряджених пар. Ці іони кисню також мають сильну дезодоруючу і бактерицидну здатність.

У системах «AIRGENIC» використовується спосіб утворення коронного розряду, при проходженні струму високої напруги через спеціально сконструйовані вакуумні трубки. У результаті в повітрі, оточуючої трубки, генерується велика кількість активних атомів кисню і біполярних кисневих молекул і молекулярних груп (кластерів), які далі розсіюють свою енергію в

процесах окислення мікроорганізмів і присутніх в повітрі молекул летючих органічних сполук.

Подібний процес триває безперервно в процесі роботи іонізатора, створюючи мікроклімат з іонним балансом подібним природному. Причому бактерицидну дію здійснюють не тільки в зоні поблизу розряду, але і по всьому приміщенню скрізь, де здійснюється рух повітря, природний або примусовий [4].

На відміну від ультрафіолетової стерилізації іонна стерилізація нешкідлива для людини та її застосування не вимагає спеціальних дозволів. Процес окислення мікроорганізмів відбувається безперервно і прогресивно, створюючи протягом 12-24 годин (в залежності від інтенсивності повітрообміну) позбавлену хвороботворних мікроорганізмів здорову атмосферу.

За цей період поверхневі і зважені в повітрі мікроорганізми безупинно знищуються за рахунок впливу іонів O_2 і активних атомів кисню на клітинні мембрани мікроорганізмів, внаслідок чого процес їх розмноження переривається.

Іонізатор, який реалізує коронний розряд на скляній вакуумній трубці має 4 чітко виражені відмітні властивості:

- створює натуральне біосередовище з електрично зарядженими молекулами повітря і активними іонами кисню;

- нейтралізує шляхом окислення запахи, присутні в повітрі;

- блокує ріст і руйнує мікроорганізми, включаючи бактерії, віруси, спори грибків і цвілі та інші патогенні мікроорганізми;

- сприяє злипанню мікроскопічних (не осідаючих) часток пилу в більші, які швидше осідають і піддаються фільтрації.

Системи іонізації знаходять застосування в медичних і ветеринарних установах, на підприємствах харчової промисловості та громадського харчування, на підприємствах побутового обслуговування.

У медичних установах ці пристрої підтримують необхідну стерильність середовища (операційні, перев'язувальні, реанімаційні палати) і нейтралізують неприємні запахи та шкідливі (лабораторії, анатомічні зали, морги).

Ці пристрої забезпечують безперервну стерилізацію холодильників та складів для неупакованих харчових продуктів. Застосування цього пристрою знижує забруднення і втрату якості продуктів під дією мікроорганізмів. М'ясо, риба, ковбасні вироби, сир, зелень, фрукти, напівфабрикати і готові вироби зберігають свіжість протягом тривалого часу.

Застосування стерилізаторів дозволяє експлуатувати холодильники, камери дозрівання при більш високій температурі і вологості, не боячись неконтрольованого росту мікроорганізмів. В результаті крім оберігання продуктів від псування спостерігається економія електроенергії на підтримку температурного режиму, і знижуються втрати на усихання продуктів [4].

Хоча й не можна однозначно стверджувати, що процес, що відбувається в установці повністю подібний природному, проте на додаток до знищення бактерій, спор, руйнування молекул запахів і ефекту очищення, він виявляється сприятливий для людини, яка має відчуття перебування на свіжому повітрі. Тому застосування таких пристроїв у громадських установах з великим числом відвідувачів (банки, офіси, громадські установи і т.д.) не тільки охороняє службовців в періоди масових захворювань гострими респіраторними захворюваннями, але й поліпшує умови роботи та обслуговування клієнтів [4].

1.4 Побічні ефекти при роботі іонізатора повітря

«Розкидання пилу» є непрямим ефектом роботи будь-якого іонізатора. Будь-який повітряний фільтр, що використовує метод заряду повітря, спочатку іонізує повітря негативним зарядом, а потім притягує його на позитивно заряджений електрод. Разом з повітрям заряджається і пил, тому він осідає на цей електрод теж. Через якийсь час потрібно змивати пил з цього осаджувального електрода. Якщо працює іонізатор без осаджувального електрода, то пил осідає на всі предмети, що мають позитивний заряд. Монітор сам по собі є потужним

осаджувальних електродом, тому що його екран заряджений позитивно (так працює електронна гармата всередині нього), і тому дуже сильно притягує іонізований пил. Якщо включити поруч з монітором іонізатор, то Ви помітите, що на екрані став накопичуватися пил набагато швидше, ніж раніше – це ефект роботи осаджувального електода, яким став екран. Та й пил видаляти з нього простіше, ніж з пилозбірника – просто треба взяти за правило протирати екран ганчіркою раз у 2-3 дні.

Для невеликих приміщень (до 60 куб. метрів) використовувати потужний іонізатор (типу класичної Люстри Чижевського або інших потужних) недоцільно, тому як в таких приміщеннях великий ризик перевищення допустимих рівнів іонізації згідно Санітарних норм ДСанПіН 2.2.4.1294-03. Високі дози іонізації можна застосовувати обмежений час і тільки за методиками МОЗ, тобто під наглядом лікаря [5].

1.5 Аероіонотерапія

Аероіонотерапія – метод лікувально-профілактичного впливу на організм іонізованим повітрям (аероіонами). Аероіони – це часточки атмосферного повітря, які несуть на собі позитивній або негативний заряд та які з`являються за допомогою іонізаторів або іншими способами. В оточуючій нас атмосфері також є невелика кількість аероіонів. 1 $см^3$ повітря зазвичай містить біля 750 позитивних та 650 негативних аеронів. Джерелом їх появи є космічні або ультрафіолетові промені, атмосферні розряди, радіоактивність грунту та інше. Серед аеронів найбільшою хімічною активністтю володіють наступні іони: O3+, O2, CO+, NO2-. У звичайних природних умовах відношення числа позитивних іонів до негативних в $1см^3$ повітря, називається коефіцієнтом уніполярності, більше одиниці і складає 1,1 – 1,2. В лікувальній практиці використовують переважно негативно заряджені аероіони, при цьому коефіцієнт уніполярності дорівнює 0,1 – 0,2. З цією ж ціллю використовують і заряджені гідроаероіони, які

утворюються при розпилюванні води (гідроаероіонотерапія). Розрізнюють легкі, рухомі аероіони та важкі – продукти з`єднання аероіонів з звішеними у повітрі часточками пилу, диму, пару та інше [5].

1.6 Фізіологічний та лікувальний вплив аероіонів

Аероіони, досягаючі поверхні шкіри і слизових оболонок, гублять електричний заряд, передаючі його тканинам, клітинам крові, та стають високоактивними атомами і молекулами. Так молекули NO_2 та O_3 являються сильними окислювачами, а атоми азоту і водню – сильними відновлювачами. Вступаючи у взаємодію з молекулярними комплексами мембран і електролітами інтерстиція, вони утворюють різні продукти електрообміну і біологічно активні речовини. При цьому продукти рекомбінації позитивних аеронів знижують провідність нервових провідників у зоні дії, а негативних – підвищують її. Хімічно активні атоми і молекули у шкірі і слизових оболонках дихальних шляхів стимулюють місцеві метаболічні процеси, вікликають розширення артеріол і підсилення місцевого кровотока, активізують реперативні процеси, впливають на місцевий імунітет. У свою чергу це приводить до черги нервово-рефлекторних і гуморальніх реакцій. Характер останніх визначається концентрацією аероіонів, продовженісттю і локалізацією вплива, чутливісттю організму до іонізованого повітря.

Аероіони позитивної і негативної полярності нерідко призводять до протилежних реакцій. Негативна аероіонотерапія підвищує активність миготливого епітелія трахеї, легеневу вентиляцію, збільшує споживання кисню і виділення вуглекислоти, стимулює дихальні ферменти, підсилює окислювально-відновлювані процеси у тканинах. Під впливом негативних аероіонів відбувається збільшення гемоглобіну і числа ерітроцитів, сповільнюється звертання крові, змінюється pH крові в лужний бік.

Артеріальний тиск при дії негативних аероіонів знижується, а частота сердечних скорочень сповільнюється.

Таблиця 1.1 – Фізіологічна і терапевтична дія негативних аероіонів

На бронхолегеневу систему	На серцево-судинну систему	На центральну нервову систему
Негативна аероіонізація: підвищує активність миготливого епітелію трахеї, підвищує легеневу вентиляцію, збільшує споживання кисню і виділення вуглекислоти, стимулює активність деяких ферментів (пероксидази, цитохромоксидази), підсилює окислювально-відновні процеси. тканинах.	Негативна аероіонізація: знижує артеріальний тиск, уповільнює ЧСС, збільшує кількість еритроцитів, уповільнює ШОЕ, знижує згортання крові, збільшує гемоглобін.	Негативна аероіонізація: підвищує рефлекторну збудливість нервових клітин, м'язову збудливості, підсилює процеси гальмування в корі головного мозку, покращує загальне самопочуття, відновлює сон, апетит, підвищує розумову і фізичну працездатність.
Позитивна аероіонізація: діє протилежно	Позитивна аероіонізація: діє протилежно	Позитивна аероіонізація: діє протилежно

Дія негативних аероіонів змінює функціональний стан ЦНС, підвищує рефлекторну збуджуваність нервових клітин та м`язів, підсилює процеси гальмування у корі великого мозку. Негативна аероіонотерапія покращує загальне самопочуття, нормалізує сон, підвищує розумову і фізичну працеспроможність. Відмічено стимулюючу дію негативних іонів на білковий, вуглеводний, водний обмін, синтез вітамінів (особливо групи В і С), стабілізуючий вплив на рівень кальцію і фосфору в крові. Під впливом негативної аероіонотерапії підвищується стійкість до різних несприятливих факторів зовнішньої середи, стимулюються захисні сили при черзі захворювань шляхом підвищення реактивності загальних і місцевих бар`єрних функцій. Негативні іони знижують рівень сенсибілізації, стимулюють фагоцитарну активність лейкоцитів. Все це і визначило використання в лікувальній практиці негативних аероіонів.

Позитивні аероіони викликають в організмі частіше протилежні значення. Так, під їх впливом понижується активність окислювально-відновлювальних процесів, підвищується звертання крові, подавляється активність миготливого епітелія легенів, підвищується збуджувальність ЦНС, знижується працездатність та інше [6].

1.7 Апаратура. Техніка і методика аероіонотерапії

Для отримання аероіонів штучним шляхом використовують декілька способів іонізації повітря. Найбільш широко для цих цілей використовують аероіонізуючу властивість електростатичного поля високої напруги. Іонізатори такого типа називають електроефлювіальними. До них відносять апарати АІР-2, електроефлювіальна люстра ЕЕФ-01, «Іонотрон», «Озотрон», серія «Еліон-132», апарати для франклінізації АФ-3, ФА-5-3 та інші. Для отримання гідроаероіонів використовують гідроаероіонізатори ГАІ-4 і ГАІ-4У.

Аероіонотерапія може здійснюватися шляхом вдихування аероіонів (загальна процедура) або впливом ними на патологічний очаг, рефлексогенну зону (місцева процедура. Вона може бути індивідуальною або груповою. Для проведення процедури загальної аероіонізації використовуються електроефлювіальні іонізатори, при цьому повітряний зазор між електродом і хворим повинен бути не менш 1,5 м, а при використанні гідроаероіонізаторів – 20 – 25 см. При місцевій аероіонізації електрод розміщують на відстані 10 – 20 см. Під час процедури групової аероіонотерапії хворі розміщуються у зручних креслах по колу на відстані 1 м від апарату. Перед впливом необхідно видалити металеві предмети з вух, волосся, зняти металеві ланцюжки. Одежа повинна бути легкою, обличчя, шия, руки – відкриті. Під час процедури хворий повинен спокійно дихати через ніс і рот, час від часу робити глибокі вдохи. Аероіонотерапію проводять в добре провітрюваному приміщєні, без запиленості і високої вологи повітря.

Аероіонотерапія дозується по кількості іонів, вдихаючих за період проведення процедури. Лікувальна доза на одну процедуру – 75 – 150 млрд аероіонів. Час, необхідний для отримання дози, встановлюється відповідно паспортним даним прибора, виходячи із концентрації іонів на певній відстані від прибора (воно складає від 10 до 30 хв). Курс лікування складає 15 – 20 процедур, які проходять кожен день або через день [7].

1.8 Показання і протипоказання до аероіонотерапії

Показання: гострі і хронічні риніти, синусити, ларингіти, фарингіти, трахеіти, бронхіти, озена без обширних розрушень слизової оболонки носа, вазомоторний риніт, бронхіальна астма легкої і середньої тяжкості, неактивний туберкульоз легень, бронхоектатична хвороба, пневмо склероз, профілактика професіональних захворювань, астенічні синдроми соматичного і травматичного

генеза, мігрень, вегетативна дистонія, артеріальна гіпертензія I і II ступені, неврастенія, розлади сна, опіки, рани, трофічна язва, афтозний стоматит, пародонтоз, деякі шкірні захворювання та інше.

Протипоказання: тяжкі форми бронхіальної астми, виражена емфізема легень, активний прогресуючий туберкульоз легень, злоякісні нововтворювання, виражений атеросклероз, коронарних і мозкових артерій, вагітність, різке загальне виснаження організму, озена з глибокими деструктивними змінами, депресивні стани, підвищена чутливість до іонізованого повітря [7].

1.9 Основні вимоги до аероіонізатора

В основі застосування штучної іонізації повинен лежати принцип дозування легких негативних АІ. Дозування необхідно тому, що безконтрольне перебування людини в атмосфері з підвищеною концентрацією АІ неприпустимо, тому що може привести до різкого розвитку наявних патологічних процесів у деяких індивідуумів, що володіють підвищеною чутливістю до іонізованого повітря.

Як визначити необхідні для людини добові дози аероіонів? А. Л. Чижевський підрахував, що людина з середнім об'ємом легенів (350 мл) при середній частоті дихання, перебуваючи добу в хвойному лісі, отримує 8 млрд негативних АІ.

Таку дозу прийнято вважати підтримуючої. Її називають «біологічної одиницею іонізації» (боі). Таку дозу доцільно отримувати працюючім у приміщеннях людям протягом робочого дня. У медичній практиці встановилося, що для профілактики багатьох захворювань необхідна доза в 2-3 боі.

Кількість негативних іонів, що потрапляють в організм людини, тобто отримувана доза, залежить від:

- концентрації аероіонів в зоні дихання;
- тривалості перебування людини в такому іонізованому повітрі;

- обсягу вдихуваного при кожному вдиху повітря;

- частоти дихання на хвилину.

Тривалість перебування в іонізованому повітрі (Т) у хвилинах для отримання необхідної дози АІ можна розрахувати за формулою:

$$T = \frac{Д}{C \cdot \mathrm{V} \cdot N \cdot 0.75} \tag{1.1}$$

де:

Д - отримана доза аероіонів (млрд. іонів);

С - концентрація аероіонів в місці знаходження людини (млрд іонів в 1 куб. см);

V - дихальний об'єм легенів (мл);

N - частота дихання у хвилину;

0,75 - коефіцієнт, що враховує втрату аероіонами свого негативного заряду до потрапляння в альвеоли легенів в «мертвому просторі» (трахеї, бронхи).

Результати розрахунків, виконані за формулою 1.1 для дихального обсягу легень 350 мл і частоти дихання 17 вдихів в хвилину в заданому санітарними нормами діапазоні концентрацій АІ, представлені в таблиці 1.1, з якої видно, що для отримання підтримуючої («природної») дози аероіонів в 8 млрд за 8-ми годинний робочий день необхідно забезпечити в зоні дихання людини концентрацію негативних аероіонів близько 4 000 в куб. см.

За даною формулою можна вирішити і зворотну задачу - визначити отримувану дозу, знаючи величину концентрації АІ і час знаходження людини в повітрі з такою концентрацією.

Гігієнічні вимоги до аероіонного складу повітря виробничих і громадських приміщень (ДСанПіН 2.2.4.1294-03) рекомендують такі величини концентрацій негативних аероіонів на робочих місцях: мінімальне значення – 600 одиниць на куб. см, максимальна – 50 000.

Для порівняння приведемо значення концентрації негативних АІ в природних умовах: у хвойному лісі в сонячний день – 1 000 ... .10 000 в куб. см, в горах – до

20000, у водоспадів - до 100 000. Цікаво оцінити частку електрично заряджених молекул кисню в загальній кількості молекул всіх газів в одному куб. см повітря.

Відомо, що при нормальному атмосферному тиску кількість всіх молекул в куб. см повітря виражається числом 2 з 21 нулями, з них кисню – близько 4 з 20 нулями. Максимальна ж кількість (за санітарними нормами) заряджених молекул кисню – 5 з 4-ма нулями, тобто це мізерна краплина. Але ця краплина грає істотну роль каталізатора у всіх процесах, що забезпечують нормальне функціонування живого організму.

Для практичного застосування іонізаторів необхідна таблиця, яка пов'язує отримані дози з відстанню до іонізатора, режимами його роботи і тривалістю перебування людини у іонізатора. Ця таблиця повинна бути приведена в інструкції по застосуванню конкретного іонізатора.

Для розрахунку цієї таблиці розробники використовують експериментально зняті залежності концентрації АІ, створюваної іонізатором, від відстані для кожного режиму його роботи. Такі залежності є технічною характеристикою іонізатора.

Яким же основним вимогам повинен задовольняти іонізатор, який застосовується для компенсації аероіонної недостатності в офісних приміщеннях?

- екологічна безпека (відсутність озону, оксидів азоту, малі електромагнітні та електростатичні поля);

- стабільність характеристик іонізації повітря в часі і від зразка до зразка, їх слабка залежність від температури навколишнього повітря і напруги живлення;

- регульована інтенсивність іонізації. Це дозволяє більшою мірою варіювати місцерозташування іонізатора для створення на робочому місці рівня іонізації, необхідного санітарним нормам. Крім того, при необхідності можна отримати профілактичну дозу аероіонів, наприклад за 10 ... 20 хвилин, встановивши максимальну інтенсивність іонізації;

- спрямований потік аероіонів. При цьому випромінювальна система іонізатора повинна розташовуватися по висоті не нижче, ніж голова людини, щоб потік аероіонів не «притискався» поверхнею столу або предметами, розташованими на ньому;

- відсутність побічних ефектів у вигляді шуму і руху повітря;

- простота експлуатації (мінімальне технічне обслуговування, відсутність витратних матеріалів), сучасний дизайн [8].

Аналіз експлуатації існуючих іонізаторів повітря показує, що основною небезпекою є безконтрольна наявність негативних аероіонів. Це не дозволяє отримати терапевтичний ефект в повному обсязі, тому для забезпечення контролю приведено існуючу схему лічильника аероіонів (рис.1.1).

Основною характеристикою очищувачів повітря є продуктивність по повітрю (від десятків до тисяч кубічних метрів на годину). Цей показник визначає кількість оброблюваного повітря за один час. Для ефективної роботи в приміщенні необхідно, щоб очисник повітря забезпечував принаймні двух-, триразовий обмін повітря в приміщенні. Для оптимального знаходження людини в цих умовах концентрація негативних іонів повинна складати 3000-5000 тис.іон./см^3 (табл.1.3).

Таблиця 1.3 – Рівні негативних аероіонів в 1см^3

Рівні аероіонів	Кількість негативних аероіонів в 1см^3	
	n^+	n^-
Мінімально необхідний	400	600
Оптимальний	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимий	50000	50000

Таблиця 1.2 – Тривалість перебування людини в іонізованому повітрі для отримання заданих доз аероіонів в залежності від концентрації аероіонів

Дози аероіонів	Концентрація аероіонів в зоні дихання людини, одиниць в куб. см									
	0,6	0,1	2,0	4,0	5,0	10	20	30	40	50
5	40 хв	18год 40 хв	9 год 40 хв	4 год 40 хв	3 год 45 хв	1 год 50 хв	1 год	40 хв	30 хв	20 хв
8	50 год	30 год	15 год	7 год 30 хв	6 год	3 год	1 год 30 хв	1 год	45 хв	36 хв
16	100 год	60 год	30 год	15 год	12 год	6 год	3 год	2 год	1 год 30 хв	1 год 12 хв
24	150 год	90 год	45 год	22 год 30 хв	11 год 15 хв	9 год	4 год 30 хв	3 год	2 год 15 хв	1 год 45 хв

Необхідно контролювати концентрацію негативних іонів, які виробляє іонізатор, щоб отримувати певні дози. Для вимірювання концентрації використовують лічильник аероіонів [8].

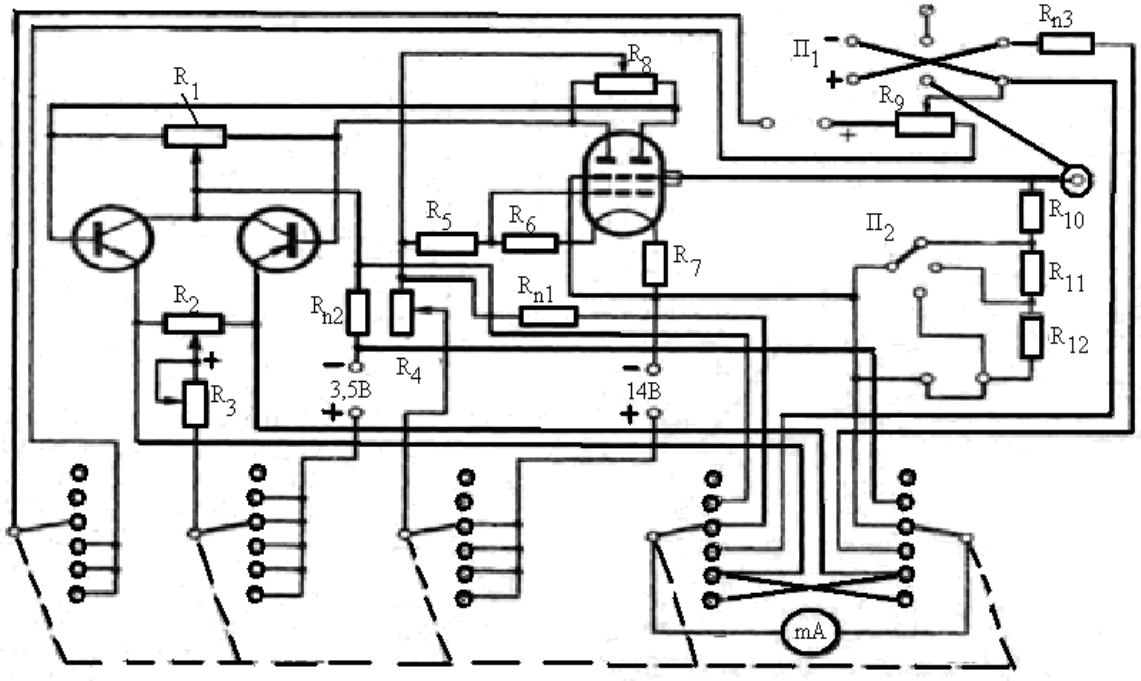


Рисунок 1.1 – Принципова схема лічильника іонів

Головна перевага лічильника в порівнянні з відомими іонометрами – прямий відлік вимірюваної концентрації, можливість тривалого спостереження за кількістю іонів в часі. Прилад розрахований на вимір концентрацій іонів в діапазоні 10^3- 10^7 елементарних зарядів з граничною рухливістю в діапазоні від 2 $см^3$ до 0,015 $см^2$/сек (рис.1.1). Прилад призначений для роботи в повітрі з t =+20+5С, з атмосферним тиском 750+30 мм.рт.ст. і відносною вологістю повітря 60+10%. У роботі приладу використовується метод вимірювання падіння напруги на відомому опорі. Радіус зовнішнього електрода коаксіального конденсатора 1,0 см, внутрішнього - 1,5 мм. Довжина електродів 10 см. Середня витрата повітря 500 $см^3$/сек. Напруга між електродами регулюється плавно від 0 до 100 В.

Падіння напруги на опорах R10-R12, викликане іонним струмом, надходить на сітку електрометричних подвійного тетрода 2Е2П, включеного по мостовій балансній схемі. Ламповий міст складений зі змінного опору R9, і внутрішніх опорів лівої і правої половин тетрода. Остаточне балансування проводиться безпосередньо перед вимірюванням, для чого стрілка збалансованого заздалегідь мікроамперметра з підсилювачем на напівпровідниках встановлюється на нуль. Різниця потенціалів на опорі R8, порушує баланс, і стрілка мікроамперметра з підсилювачем на напівпровідниках показує відповідну кількість іонів. Дротяний опір R5R6 і R7 є дільниками напруги і забезпечують необхідні напруги живлення анода, першої та другої сітки, а також напруження лампи. Як джерело напруги живлення використовуються чотири батареї. Струм, споживаний приладом, не перевищує 50 мА. Напруга джерел живлення контролюється мікроамперметром в третьому положенні плати перемикача П3, а регулюється напруга дротяним змінним опором R4.

Підсилювач зібраний по мостовій балансній схемі на двох транзисторах, індикатором служить мікроамперметр зі шкалою 0 - 300 мкА. Плечі мосту складені з двох половин опору R2, та опорів емітерно-колекторних переходів. У даному підсилювачі повне відхилення стрілки мікроамперметра зі шкалою 0 - 300 мкА відбувається при вхідному струмі 20 мкА. Зміни напруги живлення і навколишньої температури однакові для обох гілок, вони компенсуються балансною схемою і тому не вносять похибки в вимірювання. Перемінний опір R1, служить для встановлення струму бази при початковому налаштуванні. Споживаний струм близько 2 мА. Струм живлення від батареї контролюється в другому положенні перемикача П3, і, у разі потреби, встановлюється змінним опором R3.

1.10 Експлуатація іонізатора

Прилад може включатися постійно на 24 години на добу. Слід врахувати, що концентрація негативних аероіонів кисню зменшується із збільшенням відстані від випромінювача (табл.1.4). Чижевський використовував для визначення доз іонізації біологічну одиницю аероіонізації (БО) – кількість аероіонів, яку вдихає людина в природних умовах за добу. При концентрації негативних іонів кисню (НІК) 1 тис/см^3 людина отримує 1 БО за добу. Така доза вважається профілактичною, оздоровчою. Щоб отримати кількість аероіонів, яку вдихає людина в природних умовах за добу – біологічну одиницю аероіонізації, достатньо включати іонізатор на час, вказаний у рядку 3, в залежності від того, на якій відстані від приладу знаходиться людина. Для того, щоб вдихнути таку ж кількість аероіонів, яку отримує людина за 24 години за містом, наприклад в лісі, досить включати прилад на час 20 хв (0,3 год) на добу, перебуваючи на відстані півметра від іонізатора (перший стовпець таблиці) , або на час 1 годину на добу на відстані 1 метр (третій стовпчик таблиці) і т.д.

Таблиця 1.4 – Вплив відстані від випромінювача на концентрацію та час

1. Відстань від випромінювача, м	0,5	0,75	1	1,5	2	2,5	3	4
2. Концентрація НІК, тис.іон/см^3	420	200	110	60	30	20	10	5
3. Час профілактики, год	0,3	0,5	1	2	4	6	12	24
4. Час лікування, год	1	2	4	8	16	24		

Лікувальна доза за Чижевським становить 20 БО. У рядку 4 показано час, для отримання лікувальної дози.

Починати застосування аероіонотерапії необхідно з невеликих концентрацій, з поступовим збільшенням числа вдихається аероіонів. Середній курс профілактики або лікування 20-30 щоденних процедур, починаючи з 10-20 хвилин на день. Повторювати курс потрібно не раніше, ніж через 1-2 місяці.

Передозування іонів в цілому не є небезпечною для здоров'я, про неї скажуть такі симптоми, як: запаморочення, дратівливість, легкий головний біль. У такому випадку, на кілька днів необхідно припинити сеанси, а потім збільшити відстань до іонізатора. Передозування можна уникнути, якщо чітко дотримуватися принципів викладені в інструкції до іонізатору.

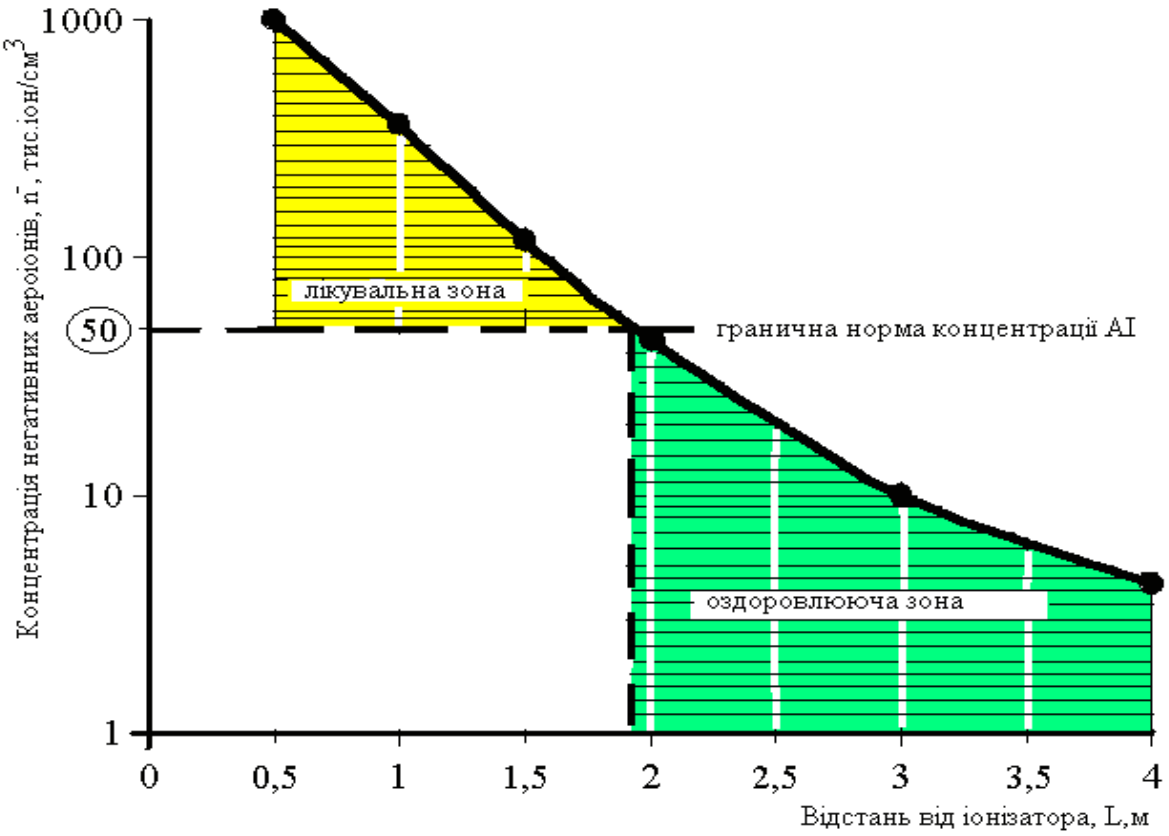


Рисунок 1.2 – Розподіл концентрації негативних АІ в повітрі при роботі іонізатора [8]

Одним з негативних моментів при роботі будь-якого іонізатора є осідання пилу на предмети: електризовані частинки пилу прілепают на довколишні

поверхні (стіни, стеля та ін.). Тобто, поряд з іонізатором поступово утвориться брудна пляма. Необхідно врахувати це і, по можливості, розміщувати прилад поряд з такими поверхнями, які іноді можна протерти.

1.11 Удосконалення аероіонізатора

Традиційні сучасні іонізатори повітря зроблені з акцентом на простоту і дешевезну виготовлення пристрою. Говорити про функціональну зручність у використанні важко. Тому метою для роботи є удосконалення системи аероіонізатора, шляхом розробки блоку живлення основної мікросхеми. Автоматизація приладу допоможе урізноманітніти режими його роботи. Для досягнення поставленної мети необхідно було вирішити наступні завдання:

- Провести аналіз електричних схем блоків живлення для різних видів іонізаторів;
- Провести розрахунки елементів схеми;
- Розробити схему електричну принципову блоку живлення та світодіодного індикатора;
- Розробити топологію печатної плати.

ІІ РОЗРОБКА БЛОКУ ЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЛЕРА ТА ІНДИКАЦІЇ ДЛЯ АЕРОІОНІЗАТОРА

2.1 Іонізатори повітря

Як показали останні дослідження вчених, для повноцінного засвоєння кисню нашим організмом повітря повинно бути обов'язково іонізованим – збагаченим негативно зарядженими аероіонами. Недолік іонізації в приміщенні викликає постійне кисневе голодування, зменшення працездатності, погане самопочуття, веде до втрати уваги, ослаблення імунітету, підвищеної стомлюваності, а також провокує розвиток багатьох захворювань, у тому числі і свинячого грипу.

Навіщо і для чого потрібні іонізатори повітря, чи можуть вони допомогти в боротьбі з епідемією грипу? Виявляється можуть, і вже застосовуються в багатьох школах і дитячих садах для профілактики захворювання на грип. Адже, крім іонізації повітря і насичення його активним киснем, деякі моделі очищувачів-іонізаторів містять ультрафіолетові лампи, які знезаражують повітря, вбиваючи віруси грипу та інші шкідливі бактерії.

Побутовий кондиціонер-очищувач повітря всього лише фільтрує поступаюче повітря і незначно затримує проникнення забруднень з атмосфери, але не очищає повітря житлових будинків і офісів від небезпечних для здоров'я людини шкідливих частинок таких як тютюновий дим, неприємні запахи, хвороботворні мікроби, побутовий пил, тютюновий дим і шкідливі хімічні речовини. Крім цього, нагріте апаратами, сухе повітря створює дискомфорт і провокує виникнення захворювань.

Втома, зниження настрою і працездатності, погіршення здоров'я - це несприятливі наслідки впливу на людину брудну і сухого повітря в приміщенні.

У зв'язку з цим виникає необхідність використання надійних методів контролю мікроклімату приміщення і ефективних систем очищення повітря.

Іонізатор – пристрій для отримання вільних іонів. Іонізатори використовуються зазвичай для іонізації повітря в приміщеннях. Утворені при цьому вільні радикали сприяють протіканню процесів хімічного розщеплення (дезінфекція, усунення запахів). Якщо іонізуючий потік повітря направляти на поверхні, то він може змінювати їх електричний заряд.

Іонізатори працюють або на високій напрузі з коронним розрядом на електродах, або від джерела іонізуючого випромінювання на ультрафіолетовому ипромінюванні, або на радіоактивних ізотопах. Потік іонів досягає часто 1 μA, що відповідає кільком мільярдам іонів в секунду [9].

Після довголітніх досліджень визнані у світі та професійні виготовники приладів по запобіганню і захисту природного середовища розробили іонізатори очищувачі повітря, які поєднують додаткові функції і самі кращі характеристики, специфічні для таких пристроїв. Іонізатор повітря може постійно підтримувати здорову атмосферу для існування людини, виконуючи такі завдання:

- насичує повітряне середовище негативно зарядженими іонами повітря, макси-мально наближаючи його до природних параметрів в лісовій смузі, біля морського узберіжжя;

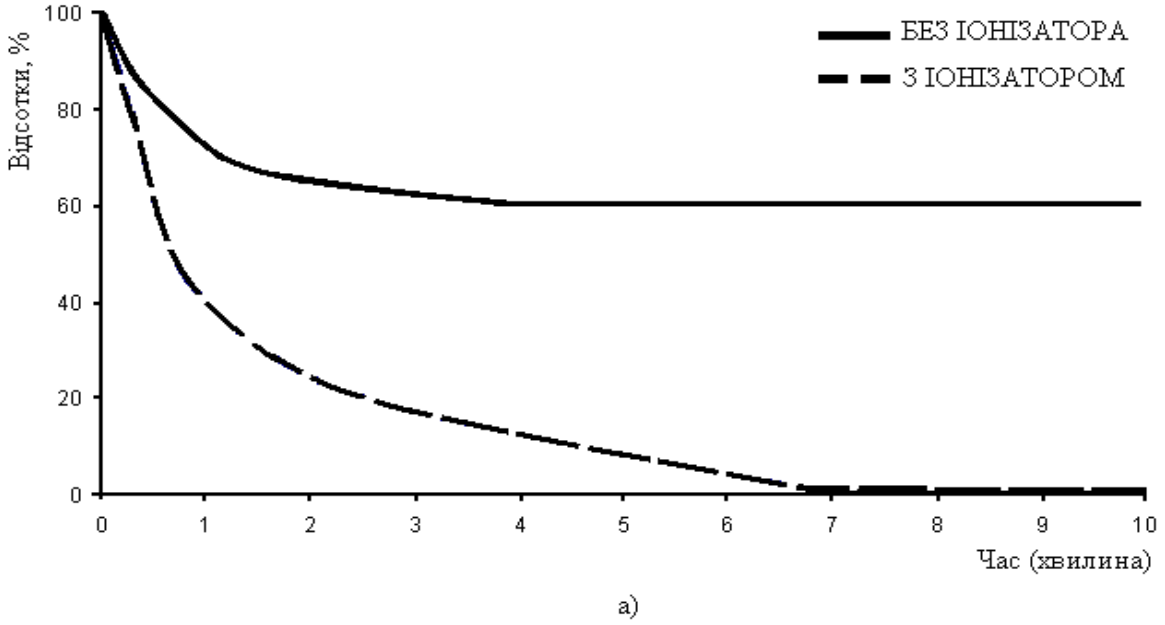
- знищує вірусні та інші небезпечні мікроорганізми, алергени;

- розкладає шкідливі газові з'єднання на нешкідливі хімічні елементи, завдяки особливій платі-пилозбірнику, звільняє від пилових та інших отруйних елементів [10].

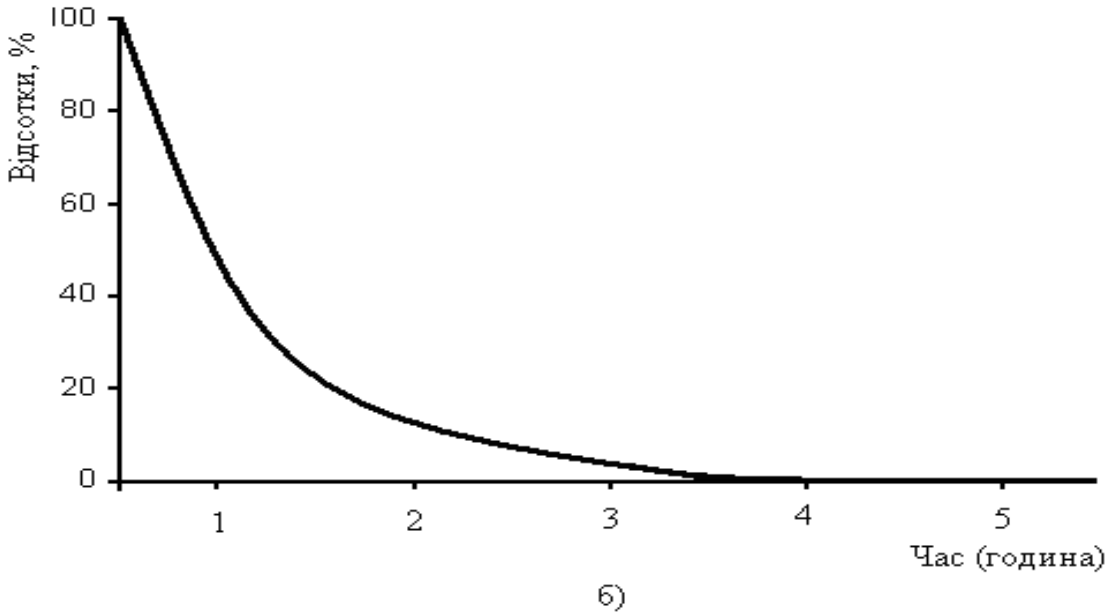
Проведемо дослідження впливу штучного іонізатора на вміст диму та мікробів у приміщенні (рис. 2.1).

Дослідження показали, ефективність іонізатора дуже висока, бо він очищує повітря по всьому об'єму приміщення.

Побудовані залежності дають змогу ztверджувати, що дим практично повністю видаляється за 6-7 хвилин, а хвороботворні мікроби – за 3-4 години.



а)



б)

Рисунок 2.1 – Зміна вмісту диму (а) і мікробів (б) в приміщенні при роботі іонізатора

2.2 Принцип роботи іонізатора

Принцип роботи основних видів аероіонізаторів полягає у формуванні безперервного руху великої кількості невзаємопов'язаних електронів, які при синтезі з молекулами кисню без електричного заряду дають їм свій заряд.

Ще зі шкільних уроків фізики ми знаємо, що максимальний електричний потенціал зароджується на гострих кінцях електродів. У тому випадку, коли іонізація на їх кінцях досить велика – відбувається явище втрати електрики. Це елементарне, але при цьому досить результативне основне вихідне положення наукової методики з надання зарядного потенціалу молекулам повітря лежить в принципі роботи електроеффлювіальних іонізаторів.

Пристрій приладу електроеффлювіального аероіонізатора – це певний порядок в розташуванні, зв'язку та дії гострих стрижнів, під впливом наелектризованого стану яких відбувається процес стікання елементарних частинок з найменшим негативним електричним зарядом - електричний ефлювій. Частинки кисню з жадібністю займають легкі електрони, формуючи іони повітря з негативним зарядом.

У відповідності зі схемою іонізації молекул кисню аероіонізатор поділяють на сім видів:

- ультрафіолетові іонізатори;
- плазмові іонізатори;
- термічні іонізатори;
- Радієві іонізатори;
- коронні іонізатори;
- водяні іонізатори;
- електроеффлювіальні іонізатори.

Вони створені для:

- терапії та профілактичних заходів від всіляких захворювань;
- для зменшення втоми, зростання активності і дієздатності,
- підвищення імунітету;

- стерилізації повітря від негативного впливу спреїв, аллергентів та бактерій і мікроскопічних грибків;

- усунення шкідливої дії на організм людини включених комп'ютерів, телевізорів, електроприладів;

- біологічного пожвавлення повітря, що потрапляє в приміщення за допомогою кондиціонерів, різних фільтрів і повітроводів;

- формування комфортних умов і відмінного настрою.

Крім перерахованого вище, аероіонізатори сприяють очищенню повітряного середовища від задимленості, запиленості, поганого запаху, алергічних проявів рослин і тварин, дрібних мікроорганізмів, які розмножуються в живих клітинах і викликають інфекційні захворювання у людини, тварини і рослини.

Аероіонізатори допоможуть зберегти здоров'я, уникнути багатьох хвороб та алергії, забезпечать приємну атмосферу в будь-якому приміщенні [11].

2.3 Іонізатори на коронному розряді

Іонізатори цього типу оснащені загостреними електродами, які за допомогою коронного розряду і електростатичної емісії утворюють іони в безпосередній близькості від електродів.

Дані прилади бувають двох типів:

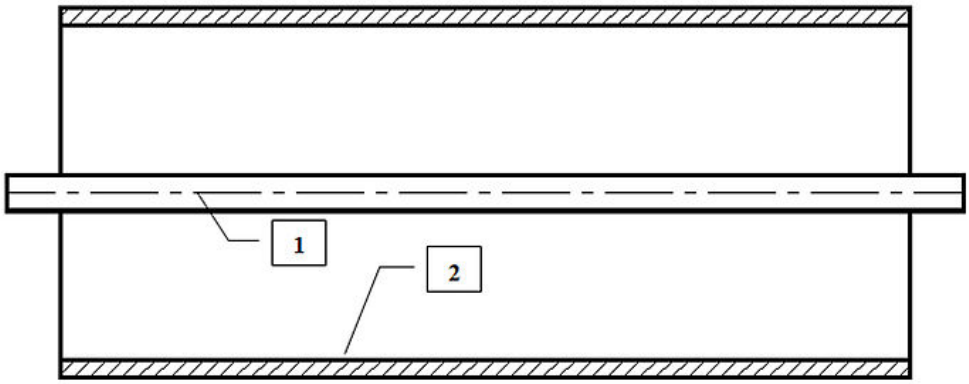
- нерегульовані – працюють в постійному режимі і безконтрольно утворюють нові іони;

- регульовані – змінюють напругу на електродах в залежності від електричного поля в оточенні.

Обидва типи іонізаторів застосовуються як для отримання певного заряду, так і для відводу чи запобігання небажаних електростатичних зарядів. Щоб отримати можливість розташовувати іонізатори на якомога більшій відстані до заряжаємої поверхні (до 2 м), вони забезпечуються повітродувами (зовнішніми

або вбудованими) – таким чином, іонізоване повітря, а з ним і електричний заряд, підводиться до потрібного місця (наприклад в друкованих верстатах). Коронарні іонізатори часто виконуються у вигляді гребінчастих рейок, вони отримують живлення від джерел змінного або постійного струму. При підключенні до змінного току підключаються всі наконечники гребінок, при постійному струмі до сусідніх наконечників підводять напругу різних знаків.

У копіювальних апаратах і лазерних принтерах застосовуються іонізатори постійного струму (змінний струм проходить через випрямлячі) - в них іонізатори служать для безконтактної електростатичної зарядки фотовала [11].



1 – Центральний електрод 2 – Заземлений електрод

Рисунок 2.2 – Схема комірки озонатора з коронним розрядом

Коронний розряд утворюється, коли електричне поле навколо провідника сильно неоднорідне, в повітрі відбувається іонізація, супроводжувана світінням, провідник при цьому, оточений як би короною. Світіння корони не досягає протилежного електрода, затухаючи в навколишньому газі. Залежно від коронуючого електрода розрізняють негативну і позитивну корону, а в залежності від способу живлення –корону постійного і змінного струму, імпульсну і т.п. Кількість озону, що утворюється у коронному розряді, коливається від 15 до 25 г O_3/кВтч. Перевагою озонаторів на основі коронного розряду є, в першу чергу, простота конструкції і необмеженість «розрядного проміжку». Газ можна прокачувати без додаткового опору, наприклад, по

широкій трубі з дротом вздовж осі. Озонатори на основі коронного розряду застосовують найчастіше у вентиляційних спорудах. Енергетичний вихід озону в коронному розряді може доходити до 200-250 г O_3/кВтч при застосуванні електроживлення з короткими імпульсами, з крутим фронтом наростання напруги. Проте, створення таких складних генераторів електроживлення, яких вимагає наносекундний імпульсний розряд, є занадто дорогим ускладненням системи отримання озону [12].

2.4 Іонізатори на випромінюванні

Ультрафіолетове випромінювання, альфа-, бета-, рентгенівське- і гамма-випромінювання також відтворюють іони. Ультрафіолетові випромінювачі застосовувалися в медичних установах для дезінфекції. На сьогоднішній день вони застосовуються для очищення питної води, затвердіння лаків, смол і полімерів, але основну дію тут виконують не іони, а фотони високих енергій, що руйнують молекули речовини, що опромінюється і виробляють ефект руйнування поверхневого шару.

Радіоактивні ізотопи (радіонукліди) застосовуються в іонізаційних пожежних датчиках для виявлення іонів абсорбційних речовин (димів, аерозолів); при цьому провідність повітря вимірюється за допомогою іонізації – провідність повітря підвищується при наявності в ньому органічних газів, димів або аерозолів [10].

2.5 Електроеффлювіальні іонізатори

У такому обладнанні метод іонізації заснований на штучному формуванні в повітрі легких негативно заряджених аероіонів кисню. Цей потік аероіонів швидко очищає приміщення від всіх мікробів, алергенів, пилу, радіонуклідів.

Електроеффлювіальні іонізатори – найперспективніші і результативні. Основна особливість дії пристрою заснована на впливі підвищеної напруги, спрямованої до тонких загострених металевих стержнів з діаметром вістря в кілька мікрометрів. Там накопичуються електрони – електричний ефлювій. Молекули кисню повітря захоплюють накопичені електрони, негативно заряджаючись, утворюючи негативні аероіони.

Пристрої, що функціонують на основі електроеффлювіального методу іонізації, гарантують створення в повітряному середовищі будов підвищеного скупчення легких негативних іонів повітря.

Основою роботи електроеффлювіального іонізатора є система загострених стрежнів, під дією наелектрізованості яких відбувається стикання електронів – електричний ефлювій. Молекули кисню захоплюють вільні електрони, утворюючи негативно заряджені аероіони.

2.6 Ультрафіолетові іонізатори

Техніка даного типу являє собою прилад з ультрафіолетовою лампою. Він виконує іонізацію, очищення повітря і нейтралізує неприємні запахи.

Безпечне УФ випромінювання - всередині корпусу приладу встановлено джерело ультрафіолетового випромінювання, яке діє тільки у внутрішньому обсязі. Ультрафіолетова обробка повітря забезпечує його знезараження від бактерій, мікроорганізмів, паразитів (вірусів, грибків, кліщів) що особливо актуально в умовах сезонних епідемій захворювань. Стерилізація повітря забезпечує чистоту і гігієнічність приміщення. Безпечна технологія, застосовується в лікувальних установах [12].

2.7 Плазмові іонізатори

Це обладнання являє собою високовольтний іонізатор, який працює замість вугільного фільтра і крім іонізації, виконує ще й очищення.

Під дією сильного електростатичного поля повітря іонізується і переходить у стан низькотемпературної плазми. У сильному електростатичному полі відбувається знищення шкідливих мікроорганізмів і часткове розкладання складних органічних речовин, тому електростатичні фільтри, яким оснащений плазмовий іонізатор, можуть очищати повітря від вірусів і бактерій, а також частково від газових забруднювачів [13].

2.8 Радієві іонізатори

В радієвих іонізаторах використовується іонізуюча здатність альфа і бета променів, випромінюваних ізотопами радіоактивних елементів, утворювати легкі іони. Джерела: бетапроменевий іонізатор системи Штейнбока та інші [11].

Методики аероіонізації діляться на дві групи:

- вплив іонізованим повітрям на шкірний покрив;
- вплив іонізованим повітрям на дихальні шляхи.

2.9 Лампи з вбудованим іонізатором

Даний варіант майже ідеально підходить для кімнат квартир і невеликих офісних приміщень. Лампи з вбудованим іонізатором дуже практичні і гармонійно вписуються в будь-який інтер'єр. Вони споживають мало енергії і мають порівняно велику обслуговуючу площу (середній показник до 20 м ^{2}).

Ще одна особливість використання лампи-іонізатора. Як відомо, монітор комп'ютера створює електричне поле, яке переводить кисень в молекулярний стан, а той робить його молекули позитивно зарядженими. Все це уповільнює засвоєння кисню і створює навколо екрану «кисневий вакуум». Використання ж даного типу іонізатора навіть на маленьку потужність (режим Low) успішно бореться з кисневим голодом [10].

2.10 Люстра Чижевського

Стандартної конструкцією даного іонізатора був стельовий тип, тому її і стали називати люстрою.

Наукові дослідження, які проводили різноманітні наукові інститути та медичні лабораторії, продемонстрували, що при зниженні негативного заряду на оболонці клітини в крові починається процес склеювання частинок крові, що робить кров густіше і провокує виникнення проблем з кровообігом, викликаючи різні недуги [13].

Механізм впливу «люстри Чижевського» полягає в збагаченні повітряного середовища негативно зарядженими іонами кисню. У свою чергу, іони повітря, які вдихає жива істота, транспортують свій негативний заряд червоним кров'яним тільцям, а з їхньою допомогою - клітинам організму, балансуючи процеси обміну речовин.

Люстра Чижевського є чудовим засобом для профілактики і лікування різних захворювань. Цей пристрій збільшує розумову і фізичну активність; протистоїть великому скупченню позитивно заряджених іонів, які випромінюють електроприлади; наповнює "мертве" повітря, що виходить з кондиціонерів, життєдальними іонами; бореться з запиленістю і шкідливими мікроорганізмами, що населяють атмосферу.

Показово, що профілактика та лікування за допомогою цього простого і недорогих пристрою займає мінімальну кількість часу і праці. Все, що від вас потрібно - це чудово провентилювати кімнату, після цього під'єднати «люстру Чижевського» і п'ятнадцять хвилин не входити. Цього часу буде досить, щоб повністю знищити в кімнаті запиленість та шкідливі мікроорганізми, що мешкають в повітрі цього приміщення. Після цього при включеному іонізаторі повітря ви можете виконувати будь-яку роботу, а життєдальна дія пристрою буде саме робити свою справу.

Люстру Чижевського радять застосовувати, крім "пожвавлення" атмосфери побутових і промислових будівель і різних громадських установ, також в приміщеннях, які потребують усадки запиленого повітря, незалежно від того, комп'ютерний це зал або лабораторія, що вимагає ідеальної чистоти. У тому ж випадку, коли хтось із ваших близьких заразився інфекційним захворюванням, пристрій зробить кімнату, в якій перебуває хворий, стерильною та безпечною. Це дивно, але люстра Чижевського всього за 30 хвилин роботи виробляє таку кількість негативно заряджених аероіонів, які до 5 разів зменшують число шкідливих мікроорганізмів.

Використовувати аероіонізатор необхідно гранично уважно, потроху відштовхуючись від стандартного порядку функціонування. Тривалість першої процедури не може бути більше півгодини. У наступні рази, продовжуючи сеанс на тридцять хвилин щодня, знаходження під впливом пристрою може дійти до чотирьох годин на день.

Супутні побічні ефекти при використанні пристрою не відзначаються, але для певної групи людей все ж рекомендується звернутися за консультацією до лікаря. Це хворі стенокардією, атеросклерозом і туберкульозом третього ступеня, а також онкохворим і при інфаркті.

На сьогоднішній день «люстра Чижевського» має полегшену тонку конструкцію з струмопровідного пластика. Пристрій здатний прикрасити своїм зовнішнім виглядом різну обстановку, що також важливо [13].

2.11 Блоки живлення для аероіонизаторів

Розглянемо варіанти блоків високої напруги, необхідної для живлення електроефлювіальної лампи – генератора негативних аероіонів. Постійна напруга негативної полярності, що подається на електроефлювіальную люстру не повинна бути нижче 25 000 В, інакше потрібного ефекту від аероіонізатора не буде. Тому будь-який блок живлення, повинен відповідати саме цій найважливішій вимогі. Схема одного з цих варіантів подібного блока приведена на рисунку 2.3.

Це перетворювач напруги, виконаний на двох потужних транзисторах VT1, VT2. Вони працюють в генераторі, зібраному за двотактною схемою. Колекторні виводи-ди транзисторів з'єднані з обмоткою I трансформатора, а виводи бази - з обмоткою II. Самозбудження генератора виникає через позитивний зворотній зв'язк між колекторною та базовою ланцюгами транзисторів. Цьому процесу сприяє також ланцюжок R1C2, що визначає режим роботи транзисторів [10].

У результаті самозбудження генератора на виводах обмотки I з'являється змінна (точніше імпульсна) напруга частотою 3000 ... 4000 Гц. Вона підвищується в сотні разів вихідною обмоткою III і подається на випрямляч, зібраний за схемою множення напруги на високовольтних діодах VD5-VD10 і конденсаторах C3-C8. Випрямлена напруга негативної полярності подається на люстру через обмежувальний резистор R2.

Для живлення генератора використаний випрямляч, зібраний на потужних діо-дах VD1-VD4 по мостовій схемі. Випрямлена напруга фільтрується кондесатором C1. Змінна напруга на випрямлячі знімається з вторинною обмоткою понижуючого трансформатора T1.

Первинна обмотка трансформатора включається в мережу через запобіжник FU1, вимикач SA1 і вилку X1 [21].

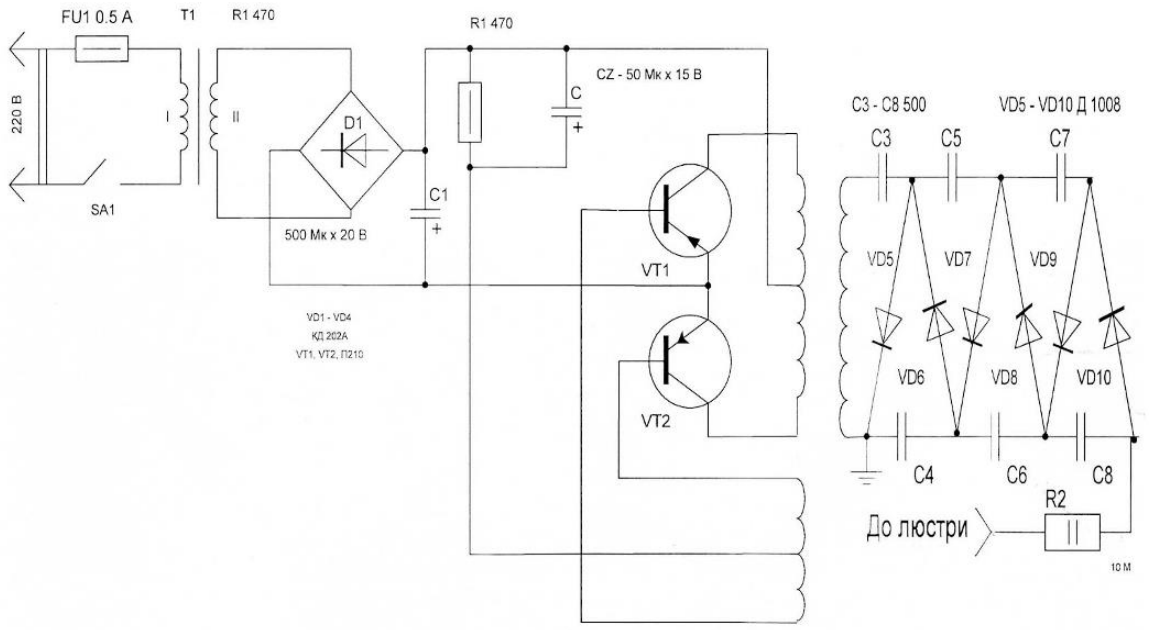


Рисунок 2.3 – Блок живлення для електроефлювіальної люстри

Схема ще одного варіанта блока живлення люстри приведена на рисунку 2.4.

Напруга мережі випрямляється діодом VD1. Випрямлена напруга фільтрується конденсатором С1 і подається на зарядний ланцюжок R1C2. Як тільки напруга на конденсаторі С2 досягає напруги запалювання тиратрона VL1, він спалахує. Конденсатор розряджається через первинну обмотку трансформатора Т1, тиратрон гасне, конденсатор знову починає заряджатися і т.д.

Виділяємі на вторинній обмотці імпульси високої напруги надходять на відомий вже помножувач напруги (він складається в даному варіанті з восьми каскадів), а з його виходу – на люстру.

Випрямний діод – будь-який, розрахований на зворотню напругу не менше 600 В і струм не менше 30 мА. Конденсатор С1 – оксидний, С2 – паперовий на вказану на схемі номінальну напругу. Резистор R1 допустимо скласти з трьох паралельно з'єднаних опором по 47 кОм. Трансформатор Т1 - автомобільна котушка запалювання. Замість тиратрона можна включити один або кілька

діністоров серії КН102 - підбираючи загальну напругу їх включення, неважко регулювати високу напругу, що надходить на люстру.

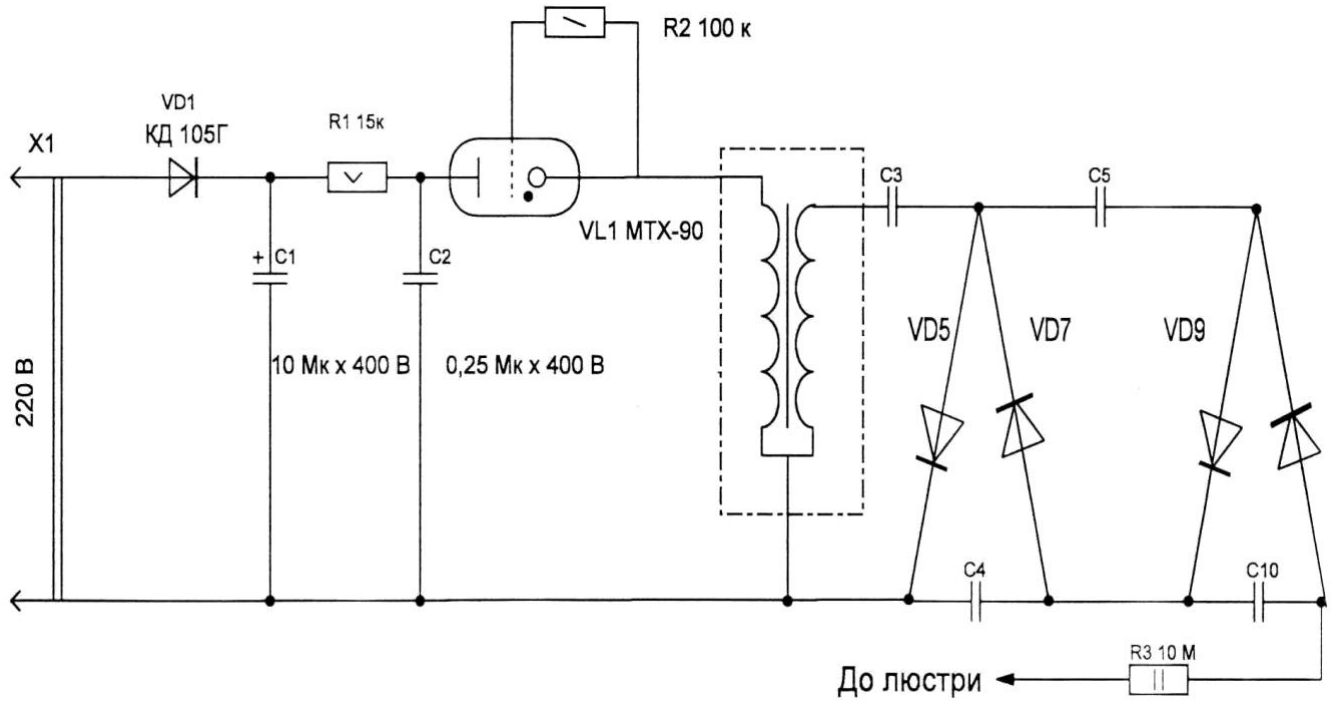


Рисунок 2.4 – Блок живлення для «Люстри Чижевського»

Більшість пристроїв, призначених для отримання високої напруги, що живить "Люстри Чижевського", можна поділити на транзисторні інвертори напруги і триністорні (а іноді тиристорні, оскільки в них використовуються різновиди цієї групи: диністори, триністори, симістори) імпульсні перетворювачі. Недоліком перших є необхідність зниження і випрямлеіння напруги мережі, що збільшує як вартість, так і габарити пристрою. Триністорні ж пристрої порівняно прості, що і є основним аргументом на їх користь. Як правило, працюють триністорні пристрої за принципом однополуперіодного розрядника [11] .

Напруга мережі випрямляється діодним мостом VD1. Пульсації випрямленої напруги згладжує конденсатор С1, струм зарядки конденсатору в момент включення пристрою в мережу обмежує резистор R1. Через резистор R3 заряжається конденсатор С3. Одночасно вступає в дію генератор імпульсів,

виконаний на однопереходному транзисторі VT1. Його "спусковий" конденсатор заряджається через резистори R4, R5 від параметричного стабілізатора, виконаного на баластному резисторі R2 і стабілітронах VD2, VD3. Як тільки напруга на конденсаторі С2 досягає певного значення, "спрацьовує" транзистор і на керуючий перехід тріністора надходить відкриваючий імпульс [11].

Конденсатор С3 розряджається через триністор на первинну обмотку трансфор-матора. На його вторинній обмотці формується імпульс високої напруги . Частота проходження цих імпульсів визначається частотою генератора, яка, в свою чергу, залежить від параметрів ланцюжка R4R5C2. Підстроєчним резистором R5 можна змінювати вихідну напругу блоку приблизно в 1,5 рази. При цьому частота імпульсів регулюється в межах 250 ... 1000 Гц. Крім того, вихідна напруга змінюється при підборі резистора R3 (в межах від 5 до 30 кОм). Пульсації вихідної напруги не перевищують 5%, перешкоди мережі практично відсутні. Конденсатори бажано застосовувати паперові (С1 і С3 - на номінальну напругу не менше 400 В; на таку ж напругу повинен бути розрахований діодний міст). Замість зазначеного на схемі підійде триністор Т10-50 або в крайньому випадку КУ202Н. Стабілітрони VD2, VD3 – будь-які інші, з сумарною напругою стабілізації приблизно 18 В. Трансформатор виготовлений на базі рядкового ТВС-110П2 від чорно-білих телевізорів [12].

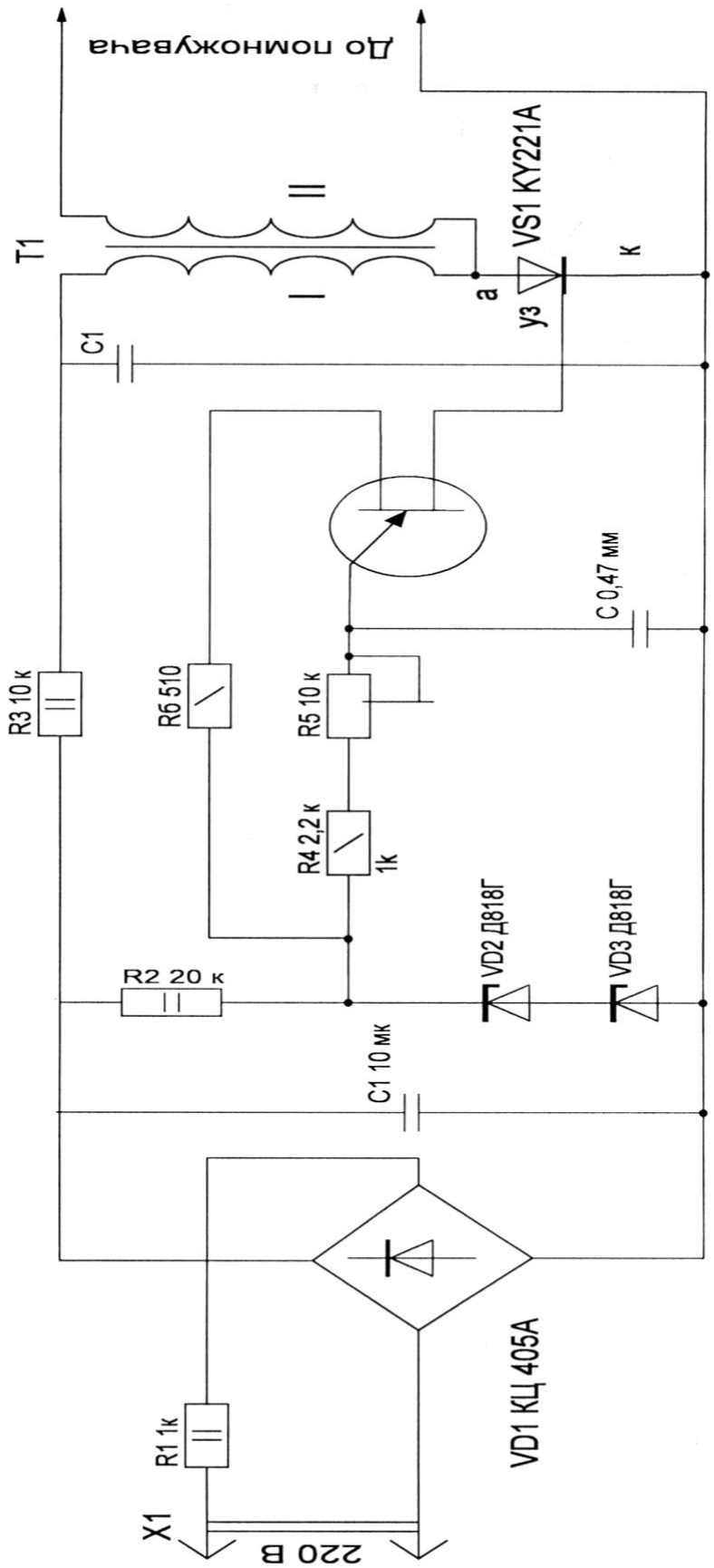


Рисунок 2.5 – Блок живлення для «Люстри Чижевського»

2.12 Розробка блоку живлення для аероіонізатора

У більшості джерел живлення для аероіонізаторів акцент зроблений на простоті і дешевизні виготовлення пристрою. Ні про які експлуатаційні зручності мова не йде. Тому пропонується доповнити традиційне джерело мікроконтроллером, що дозволило б урізноманітнити режими його роботи.

Під управлінням мікроконтроллера аероіонізатор зможе працювати не тільки в звичному безперервному режимі, хоча й у ньому передбачена можливість регулювати напругу що подається. Він буде включатися і виключатися з заданим періодом і автоматично припиняти роботу після закінчення встановленого часу. Параметри всіх режимів можна змінювати за допомогою кнопкового пульта, спостерігаючи їх значення на світлодіодному цифровому індикаторі.

Для побудови схеми джерела живлення необхідно підібрати мікроконтроллер. Було обрано мікроконтроллер PIC16F628, так як спеціальні особливості мікроконтроллерів PIC16F62X дозволяють скоротити число зовнішніх компонентів, що в свою чергу знижує вартість кінцевого пристрою, підвищує надійність системи і зменшує енергоспоживання. Додаткову гнучкість в розробках дає широкий вибір режимів роботи тактового генератора: ER генератор, найбільш дешеве рішення; LP генератор, мінімізує споживаний струм; XT генератор, для підключення стандартного резонатора; INTRC внутрішній RC генератор; HS генератор, для високошвидкісних режимів роботи.

Енергозберігаючий режим SLEEP, дозволяє ефективно використовувати мікроконтроллери в пристроях з живленням від батарей або акумуляторів. Вихід з режиму SLEEP відбувається при виникненні зовнішніх, деяких внутрішніх перериваннях і скиданні мікроконтроллера. Високонадійний сторожовий таймер WDT із власним внутрішнім RC генератором запобігає «зависання» програми.

2.12.1 Основні параметри мікроконтроллера PIC16F628

18-вивідні FLASH мікроконтроллери PIC16F628 входять до складу поширеного сімейства PICmicro PIC16CXX. Мікроконтроллери цього сімейства мають 8-розрядну, високопродуктивну і повністю статичну RISC архітектуру.

PIC16F628 мають 8-рівневий апаратний стек і велику кількість внутрішніх та зовнішніх переривань. У гарвардської архітектурі RISC ядра мікроконтроллера розділені 14-розрядну пам'ять програм і 8-розрядну пам'ять даних. Такий підхід дозволяє виконувати всі інструкції за один машинний цикл, крім команд розгалуження, які виконуються за два машинних циклу. Ядро мікроконтролерів підтримують 35 простих у вивченні, але дуже ефективних інструкцій. Додаткові регістри управління та архітектурні нововведення дозволяють створювати високоефективні пристрої.

У порівнянні з 8-розрядними мікроконтроллерами цього класу, при використанні PIC16F62X виграш в ефективності використання пам'яті програм сягає 2:1, а в продуктивності 4:1.

Високопродуктивний RISC-процесор:

- Всього 35 простих для вивчення односкладових інструкцій;
- Швидкість роботи: тактова частота до 20 МГц;
- Мінімальна тривалість такту 200 нс;
- 16 апаратних регістрів спеціального призначення;
- 8 - рівневий аппартний стек;
- Прямий, непрямий і відносний режими адресації для даних і інструкцій;
- Механізм переривань.

Периферія:

• Timer0 - 8-розрядний таймер / лічильник реального часу з 8-розрядним опереднім дільником;

• Timer1 - 16-розрядний таймер / лічильник реального часу із зовнішнім входом;

• Timer2 - 8-розрядний таймер / лічильник реального часу з 8-розрядним регістром періоду, попереднім дільником і вихідним дільником;

• Аналоговий модуль компаратора:

- Два аналогових компаратора
- Програмований модуль вбудованого джерела опорної напруги (VREF)
- Програмований мультіплексорний вхід від входів пристрою та внутрішнього джерела опорної напруги
- Виходи компаратора можуть бути сигнальними виходами

Спеціальні функції мікроконтроллера:

• Скидання по включенню живлення (POR)

• Таймер скидання (PWRT) і таймер очікування запуску генератора (OST) після включення живлення

• Детектор зниженої напруги (BOD)

• Сторожовий таймер WDT із власним RC генератором

• Мультипліцируємий вивід-MCLR

• Програмований захист пам'яті програм

• Низьковольтний режим програмування

• Режим енергозбереження SLEEP

• Вибір параметрів тактового генератора:

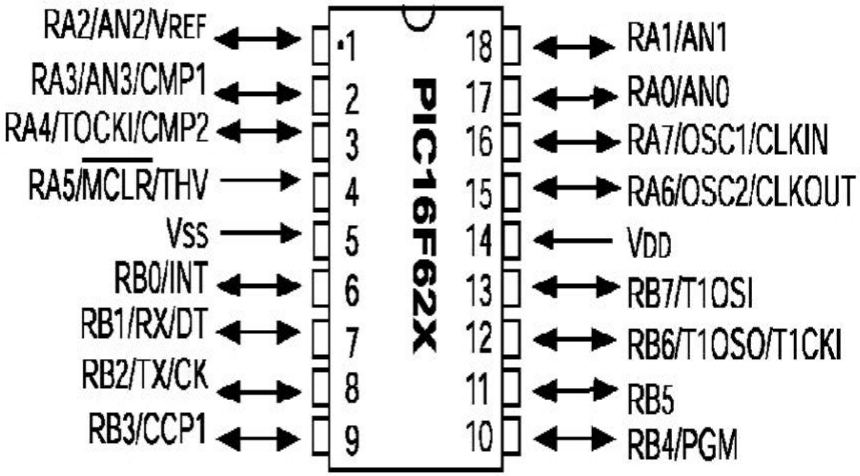
- FLASH біти вибору параметрів тактового генератора
- ER генератор (зовнішній резистор)
- Зменшення числа зовнішніх компонентів
- Двохшвидкісний внутрішній RC генератор
- Робота в режимі малого споживання
- EC зовнішній тактовий сигнал
- XT режим генератора
- HS режим генератора
- LP режим генератора

• Програмування в готовому пристрої (використовується два виводи мікроконтроллера)

Таблиця 2.1 – Основні параметри мікроконтроллера PIC16F628

Характеристики	Дані
Розрядність	8
Масочне ПЗП	відсутнє
FLASH	2048x14
EEPROM	128
RAM	224
Ліній I / O	16
АЦП	відсутнє
Компаратор	присутнє
Вбудований генератор	присутнє
Інтерфейс	USART
Робоча частота	4 мГц
Корпус	PDIP18
Напруга живлення	від 3.0 до 5.5 В
Струм споживання	2 мА
Температурний діапазон	від −40 до +85 °C
Ціна	від 32 до 57 гр.

PDIP, SOIC



SSOP

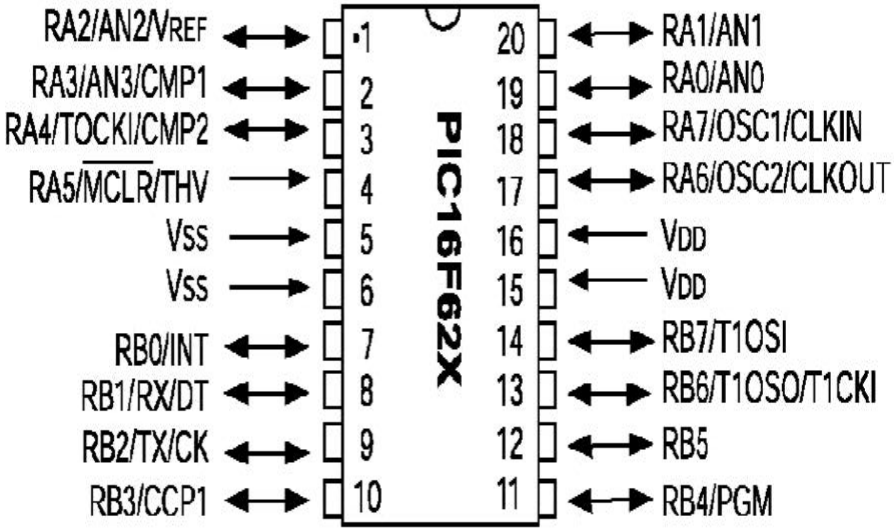


Рисунок 2.6 – Розташування виводів мікроконтролеру PIC16F628

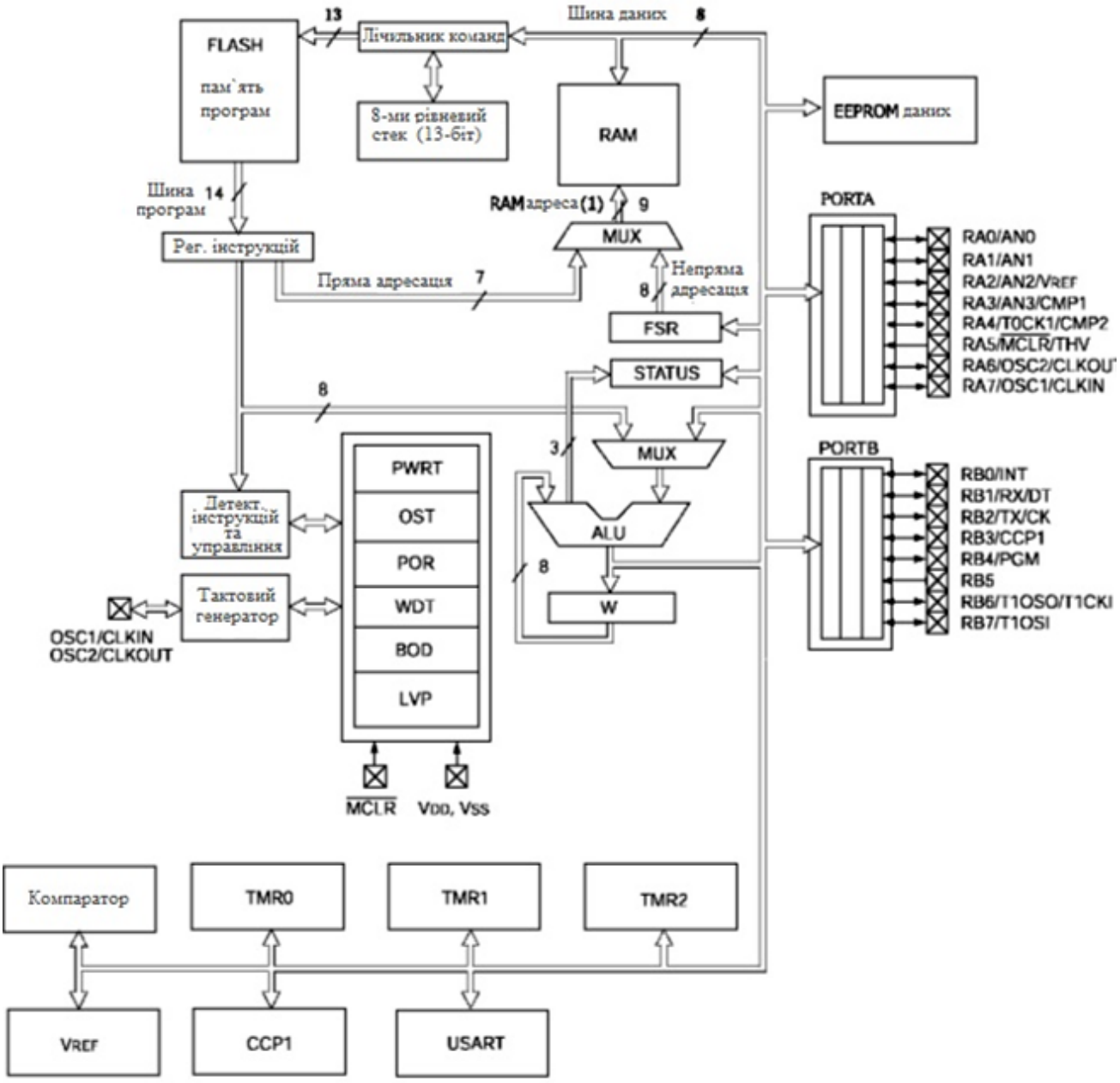


Рисунок 2.7 – Спрощена структурна схема мікроконтроллера PIC16F628 [14].

2.13 Розрахунок біполярного транзистора

До основних елементів запропонованої схеми блоку живлення належать біполярні транзистори КТ3107Б, КТ3102Б та КТ940А тому необхідно провести розрахунок їх параметрів та характеристик.

Вихідні дані для розрахунку:

Заряд електрона, q = 1,6 ·10^{-19} Кл;

Власна концентрація, n_i = 1,5·10^{10} $см^{-3}$;

Концентрація домішкових атомів області бази, $N_б$ = 10^{13} $см^{-3}$;

Кімнатна температура, T_w = 300K;

Концентрація домішкових атомів області колектора, N_k = 10^{16} $см^{-3}$;

Концентрація домішкових атомів області емітера, N_e = 2·10^{17} $см^{-3}$;

Рухливість зарядів колектора, μ_k = 1417 $см^2$/Вс;

Рухливість зарядів эмітера, μ_e = 471 $см^2$ /Вс;

Постійна Больцмана, k =1,38·10^{-23} Дж/К

Розраховуємо потенціал транзистора:

$$\varphi_T = \frac{k \cdot T}{q},$$

$$\varphi_T = \frac{k \cdot T}{g} = \frac{1.38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{1.6 \cdot 10^{-19}} = 0.026B.$$

Потенціал колектора – емітера (φ_{ke}) визначається за формулою:

$$\varphi_{êe} = \varphi_T \frac{N_á \cdot N_e}{n_i^2},$$

$$\varphi_{êe} = \varphi_T \ln\left(\frac{N_á N_e}{n_i^2}\right) = 0{,}026 \ln\left(\frac{10^{13} \cdot 2 \cdot 10^{17}}{(1{,}5 \cdot 10^{10})^2}\right) = 0{,}31 Â .$$

Розраховуємо потенціал колектора за формулою:

$$\varphi_{êê} = \varphi_T \frac{N_á \cdot N_ê}{n_i^2},$$

$$\varphi_{êê} = \varphi_T \ln\left(\frac{N_á N_ê}{n_i^2}\right) = 0{,}026 \ln\left(\frac{10^{13} \cdot 10^{16}}{(1{,}5 \cdot 10^{10})^2}\right) = 0{,}39 Â.$$

Визначаємо:

-коефіцієнт дифузії емітера:

$$D_e = \varphi_{êe} \cdot \mu_e ,$$

$$D_e = \varphi_{Ke} \cdot \mu_e = 0{,}99 \cdot 471 = 466 \text{ см}^2/\text{с}$$

- коефіцієнт дифузії колектора:

$$D_ê = \varphi_{êê} \cdot \mu_ê ,$$

$$D_ê = \varphi_{KK} \cdot \mu_ê = 0{,}58 \cdot 1417 = 822 \text{ см}^2/\text{с}$$

Розраховуємо:

генераційний струм переходу емітера:

$$I_{Oe} = \frac{q \cdot n_e^2 \cdot S_e \cdot D_e}{h_e \cdot N_e};$$

де: S_e – площа емітера;

D_e – коефіцієнт дифузії емітера;

h_e – параметри емітера;

$$I_{\hat{I}e} = \frac{q n_i^2 S_e D_e}{h_e N_e} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot (1{,}5 \cdot 10^{10})^2 \cdot 0{,}04 \cdot 466}{10^1 \cdot 2 \cdot 10^{17}} = 3{,}35 \cdot 10^{-19} \ \grave{A};$$

генераційний струм переходу колектора:

$$I_{Ok} = \frac{q \cdot n_i^2 \cdot S_K \cdot D_K}{h_K \cdot N_K};$$

де: S_K – площа колектора;

D_K – коефіцієнт дифузії колектора;

h_K – параметри колектора;

$$I_{\hat{I}\hat{E}} = \frac{q n_i^2 S_{\hat{E}} D_{\hat{E}}}{h_K N_K} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot (1{,}5 \cdot 10^{10})^2 \cdot 0{,}03 \cdot 822}{10^2 \cdot 10^{16}} = 8{,}88 \cdot 10^{-19} \grave{A};$$

бар'єрні ємності переходів при нульовому зсуві для емітера та колектора [15]:

$$C_{\acute{a}e0} = S_e \sqrt{\frac{q \varepsilon \varepsilon_0 N_e}{2 \varphi_{\hat{E}e}}} = 0{,}04 \sqrt{\frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 12 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-14} \cdot 2 \cdot 10^{17}}{2 \cdot 0{,}31}} = 9{,}36 \cdot 10^{-9} \hat{O};$$

$$C_{áÊ0} = S_k \sqrt{\frac{q\varepsilon\varepsilon_0 N_{Ê}}{2\varphi_{ÊÊ}}} = 0{,}03\sqrt{\frac{1{,}6\cdot 10^{-19}\cdot 12\cdot 8{,}85\cdot 10^{-14}\cdot 10^{16}}{2\cdot 0{,}39}} = 14{,}01\cdot 10^{-9} Ô \cdot$$

2.14 Побудова характеристик

Для побудови вхідних і вихідних характеристик біполярного транзистора були використані результати моделювання в Electronic Workbench .

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для побудови вихідних характеристик БТ

Uбк,В	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iк1,мА	0,1	0,25	0,7	1,3	1,7	2,2	2,6	3	3,5	3,9	4,2
Iк2,мА	0,1	2	4,9	6,3	7,6	7,8	8	8,2	8,6	9	9,4
Iк3,мА	0,1	1,5	4,1	5,7	6,5	7	7,4	7,6	8	8,3	8,7

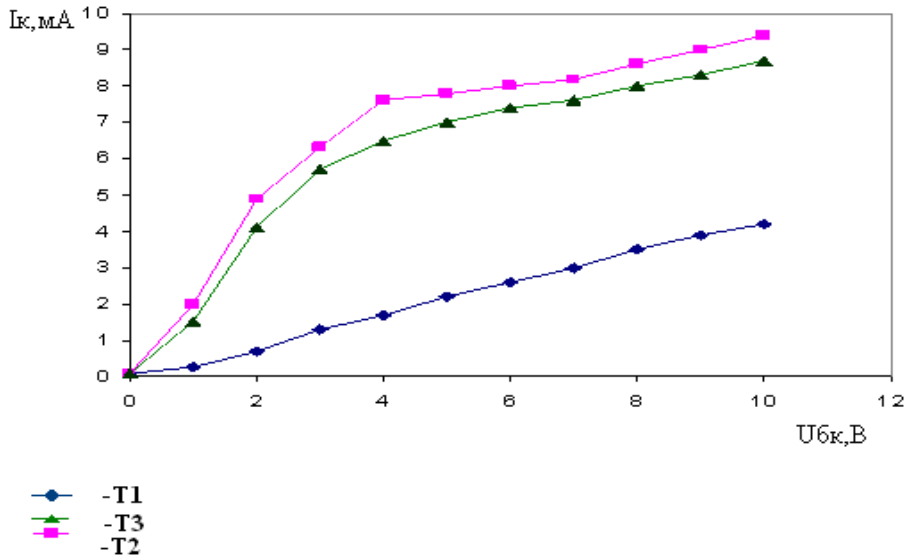


Рисунок 2.8 – Вихідні характеристики БТ

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для побудови вхідних характеристик БТ

Uеб,В	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iе$_1$,мА	0,1	0,1	0,24	0,5	0,8	1,2	1,5	1,7	2	2,6	3,5
Iе$_2$,мА	10	13,5	15,1	17	20,1	24,8	29,1	32,8	38,4	47,3	62,4
Iе$_3$,мА	3	6,2	7	8,2	9,25	13,2	15,6	23,9	30,5	40,1	55,1

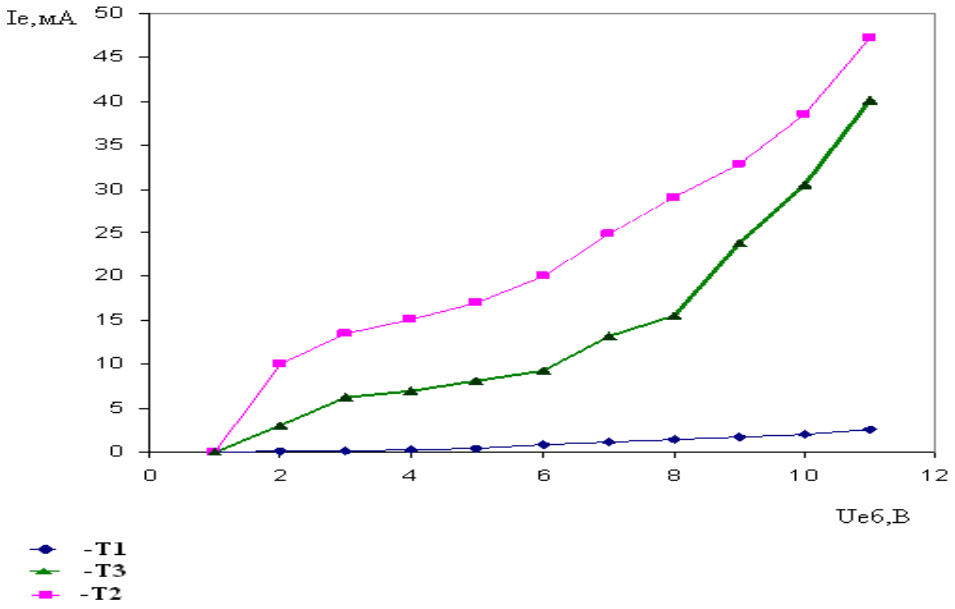


Рисунок 2.9 – Вхідні характеристики БТ

2.15 Розробка схеми блоку живлення

Основна частина схеми джерела (без підключаєтмої до вилки XP1 плати вводу / виводу) наведена на рисунку 2.10.

Тут можна виділити три основних функціональних вузла:

- Вузол живлення - бестрансформаторний. Це цілком виправдано при загальному споживанні від мережі струму не більше 15 мА.

- Вузол керування побудований на базі мікроконтролера PIC16F628, який повинен бути попередньо запрограмований відповідно до таблиці.

- Високовольтний інвертор побудований на транзисторах VT2-VT4 і імпульсному трансформаторі T1-рядковому від малогабаритного чорно-білого телевізора.

Таблиця 2.4 – Прошивка

```
:020000003628A0
:08000800A0000308B301A10020
:100010000B1D0E280B1183120313A5138312031358
:10002000F0300C1E2B28251F2B28251D2A28C30F36
:100030002A28143092232F020319C017003092236C
:10004000 2F020319C013C01FAF03C01BAF0A6E22D8
:1000500078222B2899000C1F2F280C138D22831235
:10006000031321088300A00E200E0900831203133E
:10007000A201A301A401A501C00183160313 8B16DD
:10008000 8B178112811101158110011 0B123831288
:1000900003130S309F0000000000000000009F08CF
:1000A0000C13831603130C17831203139F1B36289C
:10008000FD2183160313181 52F0899001812831 2B7
:1000C000031398178316031 38C120C1218130B17 83
:1000D000782283120313A517831203137F302202A1
:1000E000031D7F28A2013B302302031D8128A301A9
:1000F000B10A63302402031D8428A4018928A20A8E
:10010000 8928A30AB10A8928A40AA51ABA0A251AB5
:10011000BC0A221C912883160313F6308600831232
:1001200003138313203133B302302031DAB2801305A
:10013000 2202031DAB2883160313181 52F089900FC
:1001400018128312031398178316031 38C120C12C0
:1001500018130B1778229F1BF82BB720E5201822C5
:100160006A230A2210308107A51F6928B428861B3C
:10017000BB284017C728401FC7284013401AC32870
:10018000 4016C012C7284012C011B401B40A401E64
:10019000E42830080F3EAC00061BD028C016E32828
:1001A000C01EE328C0123008D5002F08982330085D
:1001B0000A3C031DB00A0319B0012510300892233 0
:1001C000AF006E227822E72008001921080078226B
:1001D0003A23A51CFC286E2283160313181 52F083A
:1001E000990018128312031398178316031 38C12A5
:1001F0000C1218130B1778220800300 8BD000A30C3
:10020000BE000030BF00CD223D08B000A51C0A2969
:10021000 36236E220F30B10546083102031D6E22CF
:10022000 3197822460A31020319B1010319B10AF0
:10023000 8004401AFC29061B2429401DA701A71B02
:10024003629A70A40153729401D37294011A71B19
:10025003629C019B40A073034020319B40100303A
:10026003402031 9B40AC015A7013729C01101309F
:10027003402031D4929C01D432925113 0080F3EB2
:10028000AC006E224829272378223 0080F3EAC00AC
:10029000FC290230402031D7529C01D6029C015D8
:1002A0003908BD000A30BE000130BF00CD223D0834
:1002B000B900AC00BA01A301A401A5126E227429F1
:1002C0002723A516A5196E22A51D782230080F3EFA
:1002D000AC003A083902031D7429BA01A51D73291F
:1002E000A5116E227429A515FC2903303402031DC3
:1002F0009A29C01D8C29C0153B08BD006330BE0083
:10030000130BF00CD223D08BB00AC00BC01A30101
:10031000A40125126E229929272378223 0080F3E46
:10032000AC0025163C083B02031D9929BC018D2217
:10033000F82BFC290430402031DB529C01DB02957
:10034000C0154608BD000A30BE000330BF00CD22F4
:100350003D08C600AC00B101A301A4016E22B4297E
:10036000FD2030080F3EAC00FC290530402031D8F
:10037000DA29C01DCC29C0153B08BD006330BE0082
:10038000 0130BF00CD223D08BB00AC00BC01A30181
:10039000A40125126E22D929FD20251630080F3E12
:1003A000AC003C083B02031DD929BC018D226E2202
:1003B000F82BFC290630402031DF729C01DE5295E
:1003C0006E2230080F3EAC00F6292515782215 3034
:1003D000A600260892232F020319F129A60BE9296A
:1003E000F3292608B00030080F3EAC00FC29272373
:1003F00030080F3EAC00782208008312031385 01F9
:10040000860183160313063085 00F63086008312BA
:10041000031308008615061 4C01D132A5030FF3A36
:10042000220703181 72A221C861122180610080 01A
:10043000 2C08AD01AE000A302E02031C222AAE00A9
:10044000AD0A1B2A2D083A22AD002E083A22AE0032
:10045000401A8B233419312A3418AD17B418AE174B
:10046000392A221E392A341CAD173418AE17B41895
:10047000AE170800A900000302902031D402A3F34AE
:10048000013029020 31D452A063402302902031DCA
:100490004A2A5B340330290203 1D4F2A4F340430AB
:1004A000290203 1D542A663405302902031D592AE6
:1004B0006D340630290203 1D5E2A7D34073029027F
:1004C000031D632A073408302902031D682A7F347C
:1004D000093029020 31D6D2A6F347934251B8312DC
:1004E000031383160313981283120313251308 00B2
:1004F000251F831203132F0883160313990083 12F9
:10050000313F0309900251783160313 0C16831676
:10051000031398168312031308006E228312031329
:10052001A309223460203199 92A1A30D500460838
:10053000982316309223340203 19A22A1630D500CC
:10054000340898230630340203 19AF2A1530922359
:10055000300203 19AF2A1530D50030089823173020
:10056000922339020319B82A1730D5003908982385
:10057000183092233B020319C12A1830D5003B08DA
:10058000982319309223410203 19CA2A1930D50041
:10059000410898230610861108003D08A9003E086E
:1005A0003D020319E32A3F083D020319E32A3E08EE
:1005B000FF3A3D070318E12A3F083D02031CE12AE8
:1005C000E32A3F08BD00061AF42A4718E92A47140F
:1005D000F92AC718F02AC51FF22AC714C501F92A3B
:1005E000C51AED2AC50A012B4710C710471DC501C2
:1005F000012B3F083D02031D002B3E08BD00012BCF
:10060000BD03861A122B4719072B4715172BC7193D
:10061000E2BC51F102BC715C501172BC51A0B2B89
:10062000C50A212B4711C711471CC501212BC50144
:10063000 40103E083D02031D202B3F08BD00212B2A
:10064000BD0AA51029083D02031DA5140800 3008A5
:10065000BD000A30BE000030BF00CD22A51C352BE6
:10066000 3D08B00036236E22782208003008922310
:10067000AF0008002F08B5000130B600FD30B7000C
:10068001030B800061A4628C014512BC01C512B39
:10069000C0103608B507370835 02031C512B38083F
:1006A000B500861A552B4014612B401C612B40105D
:1006B0003608B5023808FF3A3507031 8612B3708AA
:1006C000B500A5102F0835020319692B3508AF00B6
:1006D000A51408000614861 52E0822182D08DB0024
:1006E0007B237B237B2378237B237B237B237B231A
:1006F000051085110800031005 10DB0D031C851182
:10070000031885158623051486230800 1030A600DB
:10071000A60B882B08000130231CB40002302318DC
:10072000B400080083169B001C141A0883120800EA
:10073000831603139A008312031355088316031389
:10074000 9B00831603131C158B1355309D00AA3094
:10075000 9D009C148B179C18AB2B1C118312031348
:10076000008001A309223C600153092223B0001630CC
:10077000 9223B400173092223B900183092238800A3
:10078000193092 23C10036230800FF30A600A900CB
:10079000A2000000000000000000000000000000B7
:1007A000000000000000000000000000000000000049
:1007B000000000000000000000000000000000000039
:1007C000000000000000000000000000000000000029
:1007D000000000000000000000000000000000000019
:1007E000000000000000A60BC92BA20BC92B0800BB
:1007F000061486159F1BF82B06 1F3628861E3628E2
:08080000061E36280000F82B4B
:02400E00380375
:1042000097008500760060A0062  57004F00480062
:1042100042003C00370033002E  2A002700240013
:1042200021001D001A00190017  0000010004 0001
:10423000 1E001E00FF00FF00FF00FF00FF00FF0048
:10424003F0006005B004F0066006D007D00070028
:084250007F006F0079000600F9
:00000001FF
```

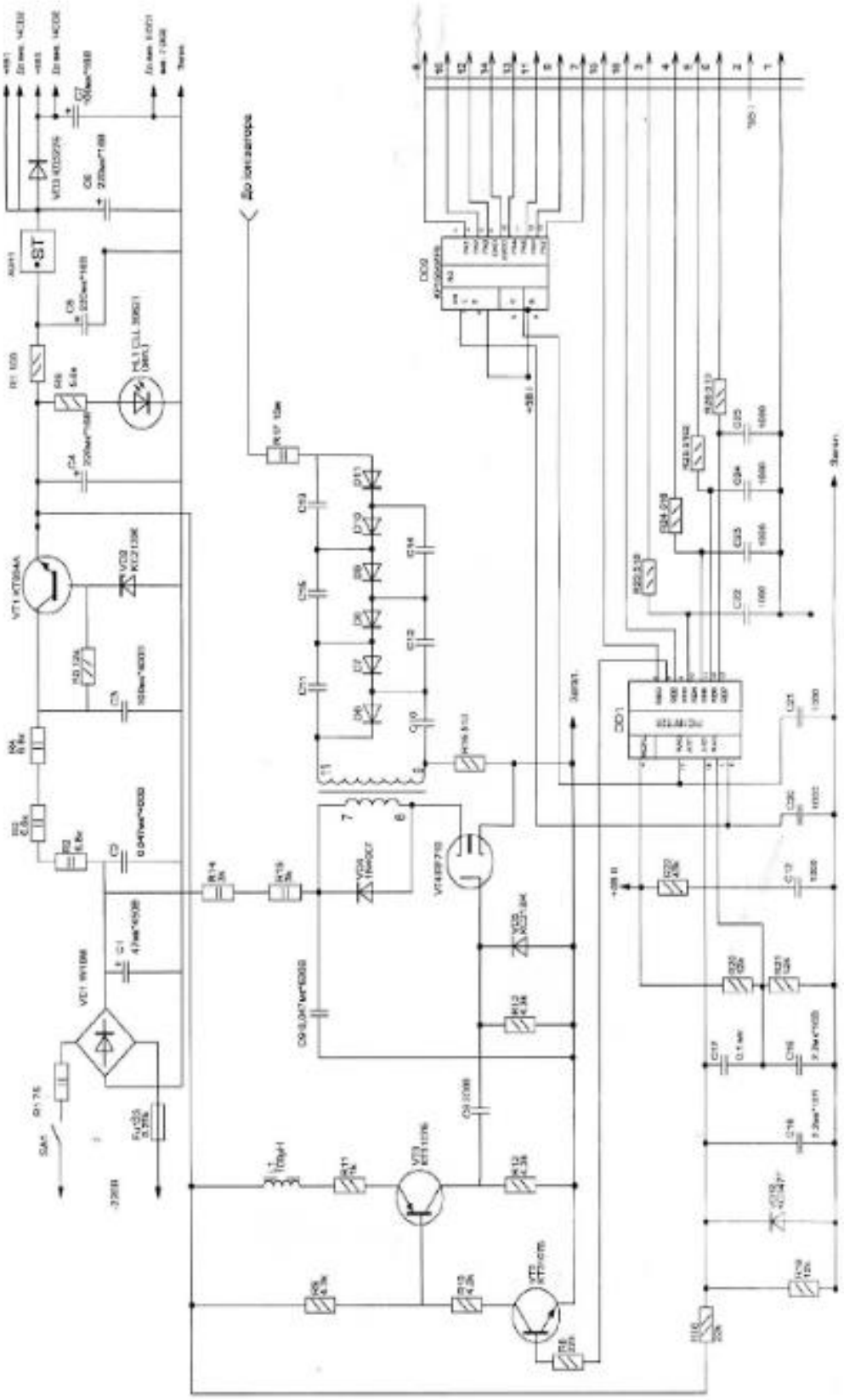


Рисунок 2.10 – Схема джерела живлення

2.16 Схема вводу / виводу

Схема вводу / виводу пропонується на основі світлодіодного індикатора HDSP-A103 і представлена на рисунку 2.11. Натискання на будь-яку з кнопок SB1-SB4 не тільки подає команду мікроконтроллеру, а й включає відповідний світлодіод HL1-HL4, даючи користувачеві можливість візуально переконатися, що команда подана.

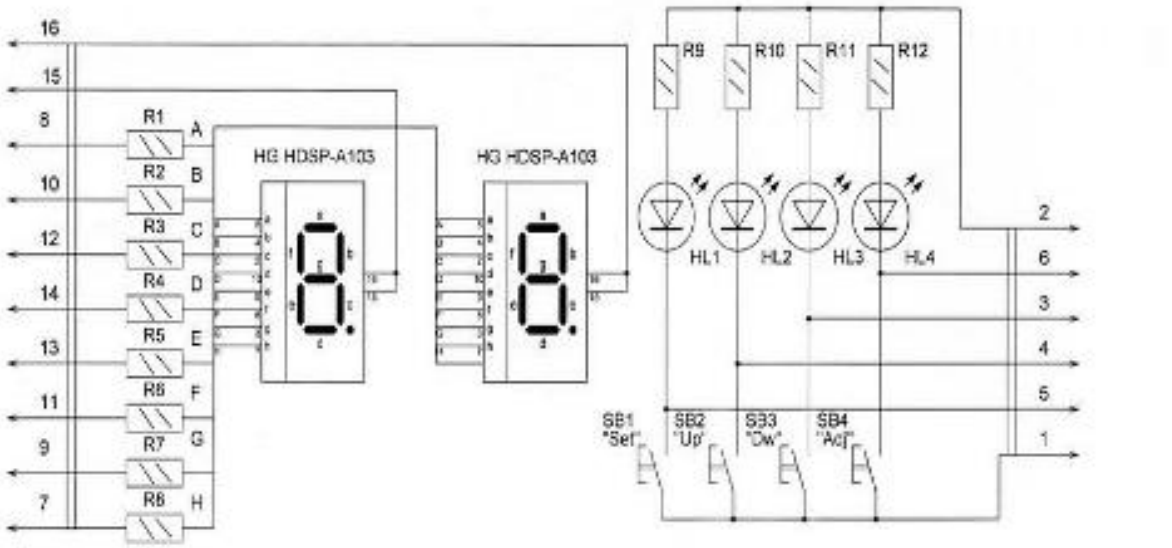


Рисунок 2.11 – Схема вводу / виводу

2.17 Основні параметри світлодіодного індикатора HDSP-A103

Індикатори використовуються для проведення візуального контролю над процесом. Використання HDSP-A103 допомагає більш оперативно реагувати на

будь-які зміни, що відбуваються в процесі роботи елементу HDSP-A103. Крім того, в більшості своїй дані елементи мають можливість автоматичного перемикання діапазонів, що значно прискорює процес налаштування HDSP-A103, а також істотно спрощує застосування. Монтаж такого елемента, як HDSP-F103, досить простий. Нерідко індикатор монтується в один з ключових вузлів пристрою. Наостанок слідвідзначити, що корпус такого елементу як і інших з категорії "Світлодіодні", найчастіше виготовляють з вологостійкої пластмаси. До того ж HDSP-A103 захищений від будь-якого зовнішнього впливу і, зокрема, від попадання пилу всередину [16].

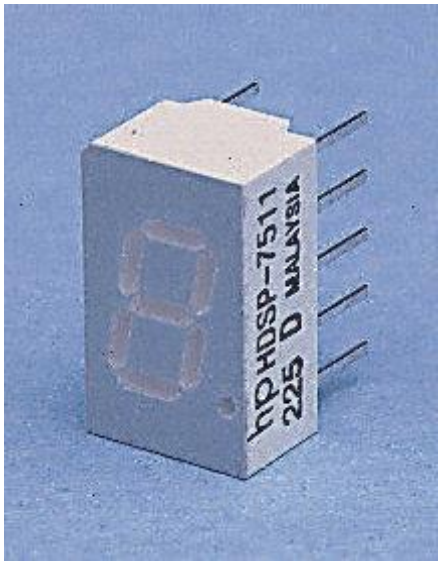


Рисунок 2.12 – Світлодіодний індикатор HDSP-A103

Таблиця 2.4 – Основні параметри HDSP-A103 [26]

Характеристики	Дані
Світлодіодний дісплей	Червоний
Розмір символу	7.6 мм
Колір світлодіода	червоний
Загальний контакт	катод
Типова інтенсивність	3.6 мКд
Колір лицьової панелі	сірий
Прямий максимальний струм	45 мА
Пряме падіння напруги	1.8 В
Зовнішня глибина	6.09 мм
Зовнішня довжина / висота	12.7 мм
Зовнішня ширина	7.62 мм
Діапазон робочих температур	від -20 ° С до +100 ° С
Колір фону	білий
Тип символів	8
Інтенсивність при max струмі	5 мА
Пряма максимальна напруга	1.6 В
Пряма напруга на сегмент при струмі If	1.6 В
Відстань між виводами	2.54 мм
Яскравість на сегмент при типовому струмі	3.6 мКд
Число символів	1
PIV Max	3 В
Піковий прямий струм	1 мА
Крок рядів	5.08 мм

2.18 Розробка печатної плати схеми джерела живлення

Наступним етапом роботи, являється розробка печатної плати джерела і плати вводу/виводу. Печатна плата джерела живлення представлена на рисунку 2.13. Плата - двостороння, причому деталі встановлюють з обох сторін.

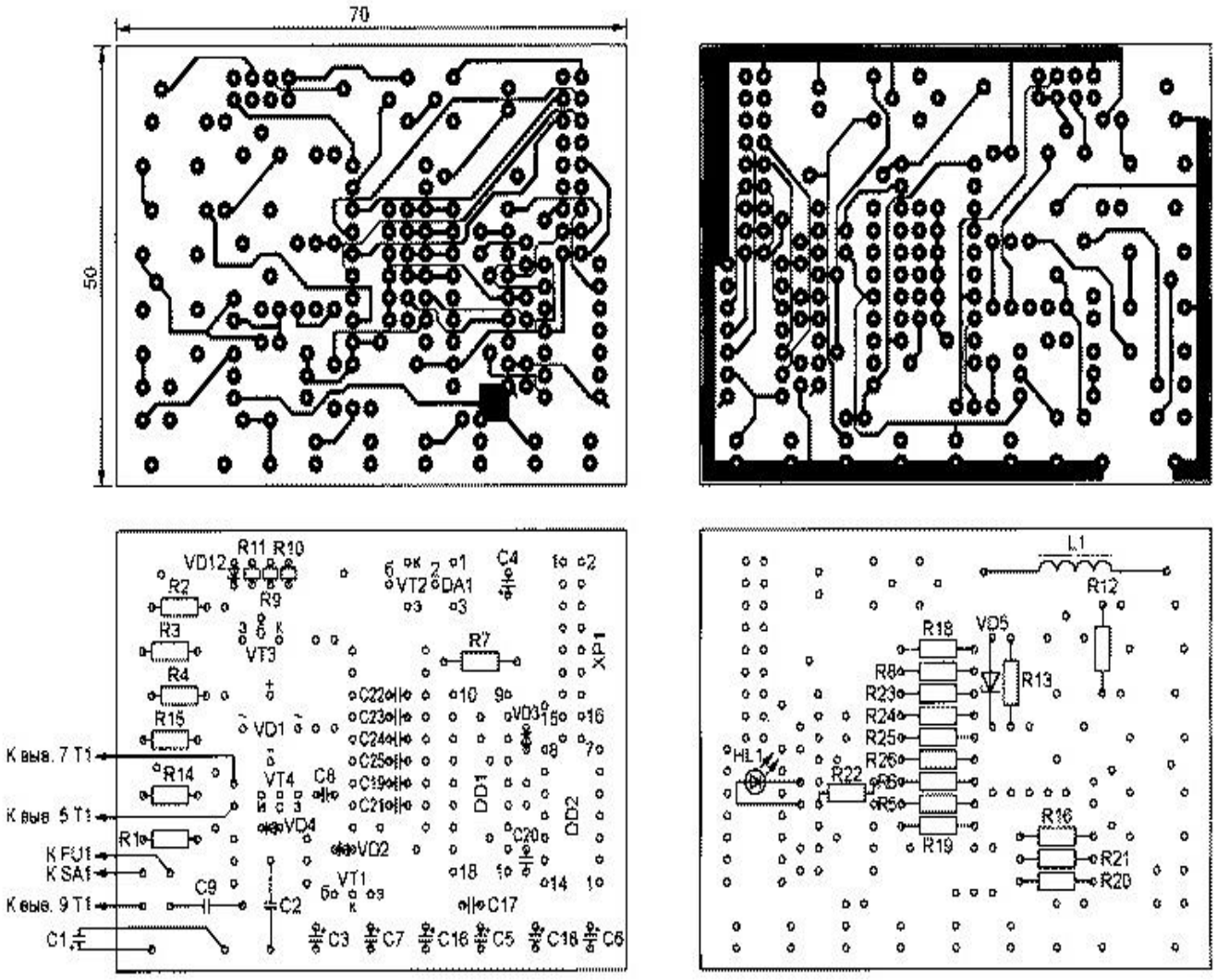


Рисунок 2.13 – Печатна плата джерела живлення

2.19 Плата вводу/виводу

Як і основна, плата вводу / виводу двостороння. Креслення друкованих провідників та схеми розміщення елементів на обох сторонах показані на рисунку 2.14.

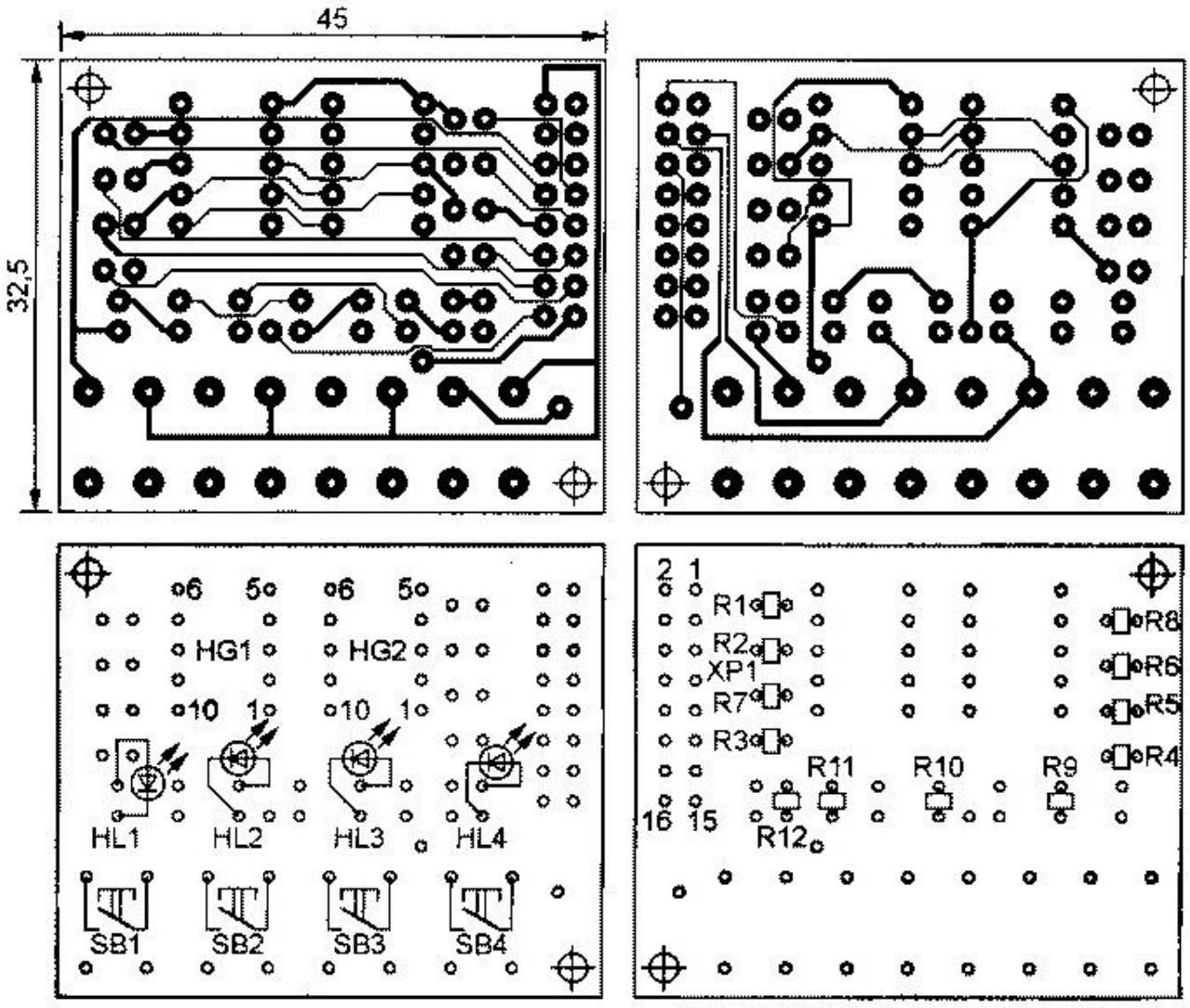


Рисунок 2.14 – Плата вводу/виводу

Таким чином, розроблений пристрій, завдяки своїй зручності у використанні та урізноманітненими режимами роботи, після допрацювання, може використовуватися у медичних установах міста та в лабораторіях кафедри.

ІІІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Забруднена атмосфера породжує ряд алергічних і респіраторних захворювань, що призводить до зниження трудового потенціалу населення і, отже, до економічних втрат. Особливе значення чисте, іонізоване повітря має в дитячих установах міст для збереження здоров'я дітей і в медичних установах для використання його в лікувальних цілях.

3.1 Порівняльний аналіз штучних іонізаторів за критеріями

Штучні іонізатори повітря, що засновані на різних фізичних процесах, коронні іонізатори, УФ іонізатори, гідроаероіонізатори, радіоактивні іонізатори, теплові іонізатори, кожен має свої позитивні та негативні якості.

Тому для вибору кращого з цих методів проаналізуємо ієрархії чотирьох варіантів (табл. 3.1) враховуючи шкалу відносної важливості (табл.3.2).

Таблиця 3.1 – Варіанти видів штучних іонізаторів

Технологія	Короткий опис (види іонізаторів)
A	Коронний іонізатор
B	УФ іонізатор
C	Гідроаероіонізатор
D	Тепловий іонізатор

Таблиця 3.2 – Шкала відносної важливості

Інтенсивність відносної важливості	Визначення
1	рівна важливість
3	помірна перевага
5	сильна перевага
7	значна перевага
9	дуже сильна перевага
2,4,6,8	проміжні судження

Вибір робимо за критеріями, наведеними в таблиці 3.3, встановлюємо відносну вагу кожного критерію на основі матриці попарних порівнянь для обраних критеріїв.

Таблиця 3.3 – Попарне порівняння критеріїв

Критерій	1	2	3	4	5	6	$\sqrt[6]{\prod_{i=1}^{6}\omega_i}$	X_i
1. Концентрація аероіонів	1	1	1/3	1/7	7	3	1,003	0,127
2. Дозування	1	1	5	7	5	7	3,255	0,412
3. Відстань від іонізатора	3	1/5	1	1/5	3	1/5	0,646	0,082
4. Площа	7	1/7	5	1	5	1	1,706	0,216
5. Конструкція	1/7	1/5	1/3	1/5	1	1/5	0,270	0,034
6. Вартість	1/3	1/7	5	1	5	1	1,027	0,129
$\sum$							7,907	1,00

Далі аналогічно складаємо 6 матриць попарних порівнянь альтернатив стосовно кожного критерію (таблиці 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9). Оскільки тепер порівнюються 4 технології по одному критерію , то i = 1, 2, 3, 4;

$$X_i = \frac{\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4} \omega_i}}{\sum_{i=1}^{4} \sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4} \omega_i}}; \sum \text{ - сума по стовпці } \sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4} \omega_i}.$$

Таблиця 3.4 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «концентрація аероіонів»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4} \omega_i}$	X_i
A	1	5	7	5	3,64	0,47
B	1/5	1	1/3	1	1,26	0,16
C	1/7	3	1	3	1,63	0,21
D	1/5	1	1/3	1	1,26	0,16
∑					7,79	1,00

Таблиця 3.5 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «дозування»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4} \omega_i}$	X_i
A	1	7	5	7	2,11	0,34
B	1/7	1	1	3	1,50	0,23
C	1/5	1	1	3	1,51	0,24
D	1/7	1/3	1/3	1	1,16	0,19
∑					6,28	1,00

Таблиця 3.6 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «відстань від іонізатора»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	7	5	5	2,06	0,33
B	1/7	1	1	3	1,50	0,25
C	1/5	1	1	1	1,34	0,22
D	1/5	1/3	1	1	1,26	0,20
∑					6,16	1,00

Таблиця 3.7 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «площа»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	3	5	7	2,00	0,31
B	1/3	1	3	5	1,75	0,27
C	1/5	1/3	1	5	1,59	0,25
D	1/7	1/5	1/5	1	1,11	0,17
∑					6,45	1,00

Таблиця 3.8 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «конструкція»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	3	7	3	1,93	0,30
B	1/3	1	5	1	1,65	0,26
C	1/7	1/5	1	5	1,59	0,25
D	1/3	1	1/5	1	1,26	0,19
∑					6,43	1,00

Таблиця 3.9 – Порівняння альтернатив стосовно критерію «вартість»

Технологія	A	B	C	D	$\sqrt[4]{\prod_{i=1}^{4}\omega_i}$	X_i
A	1	1/3	1/3	1/5	1,17	0,19
B	3	1	3	3	1,78	0,29
C	3	1/3	1	1	1,51	0,25
D	5	1/3	1	1	1,65	0,27
∑					6,11	1,00

Глобальний пріоритет для кожної альтернативи обчислюється як сума добутків кожного локального пріоритету на його ваговий коефіцієнт.

Таблиця 3.10 – Глобальний пріоритет для кожної альтернативи

Пріоритети	№1	№2	№3	№4	№5	№6	Глобальний
Вага	0,127	0,412	0,082	0,216	0,034	0,129	
Коронний іонізатор	0,47	0,34	0,33	0,31	0,30	0,19	0,328
УФ іонізатор	0,16	0,23	0,25	0,27	0,26	0,29	0,240
Гидроіонізатор	0,21	0,24	0,22	0,25	0,25	0,25	0,238
Тепловий іонізатор	0,16	0,19	0,20	0,17	0,19	0,27	0,193

З порівняння глобальних пріоритетів різних видів іонізаторів повітря (табл.3.10) видно, що найбільшим є пріоритет у коронного іонізатора повітря (електричний метод).

Висновки: За допомогою методу аналізу ієрархій проведене порівняння чотирьох видів іонізаторів повітря за наступними критеріями: 1) концентрація аероіонів ; 2) дозування; 3) відстань від іонізатора; 4) площа; 5) конструкція; 6) вартість. Найбільший локальний пріоритет у критерію «дозування» (дивись табл. 3.3). За даними таблиць глобальний пріоритет за багатьма критеріями є найвищим для коронного іонізатора (електричний метод). Тому перевага віддається електричному методу, саме він й буде використовуватися у приладу для аероіонотерапії.

3.2 Розрахунок витрат на елементи електричної схеми

Таблиця 3.11 – Розрахунок вартості покупних виробів

Найменування елемента	Тип	Кількість шт.	Ціна за одиницю, грн.	Сума грн.
Мікроконтроллер PIC16F628		1	30	30
Світодіодний індекатор HDSP-A103		2	27	54
Біполярний транзистор КТ3102Б	Кремнієвий	1	3	3
Біполярний транзистор КТ3107Б	Кремнієвий	1	3.5	3.5
Польовий транзистор IRF710		1	2.7	2.7
Мікросхема КР155ИР	Кремнієвий	1	4.5	4.5
Біполярний транзистор КТ940Л	Кремнієвий	1	3.75	3.75
Діодний міст КЦ106Г		1	18.6	18.6
Разом				120.05

IV ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1. Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

В данному розділі об`єктом дослідження є приміщення лабораторії тестування електронних приладів. На рисунку 4.1 наведено план данного приміщення.

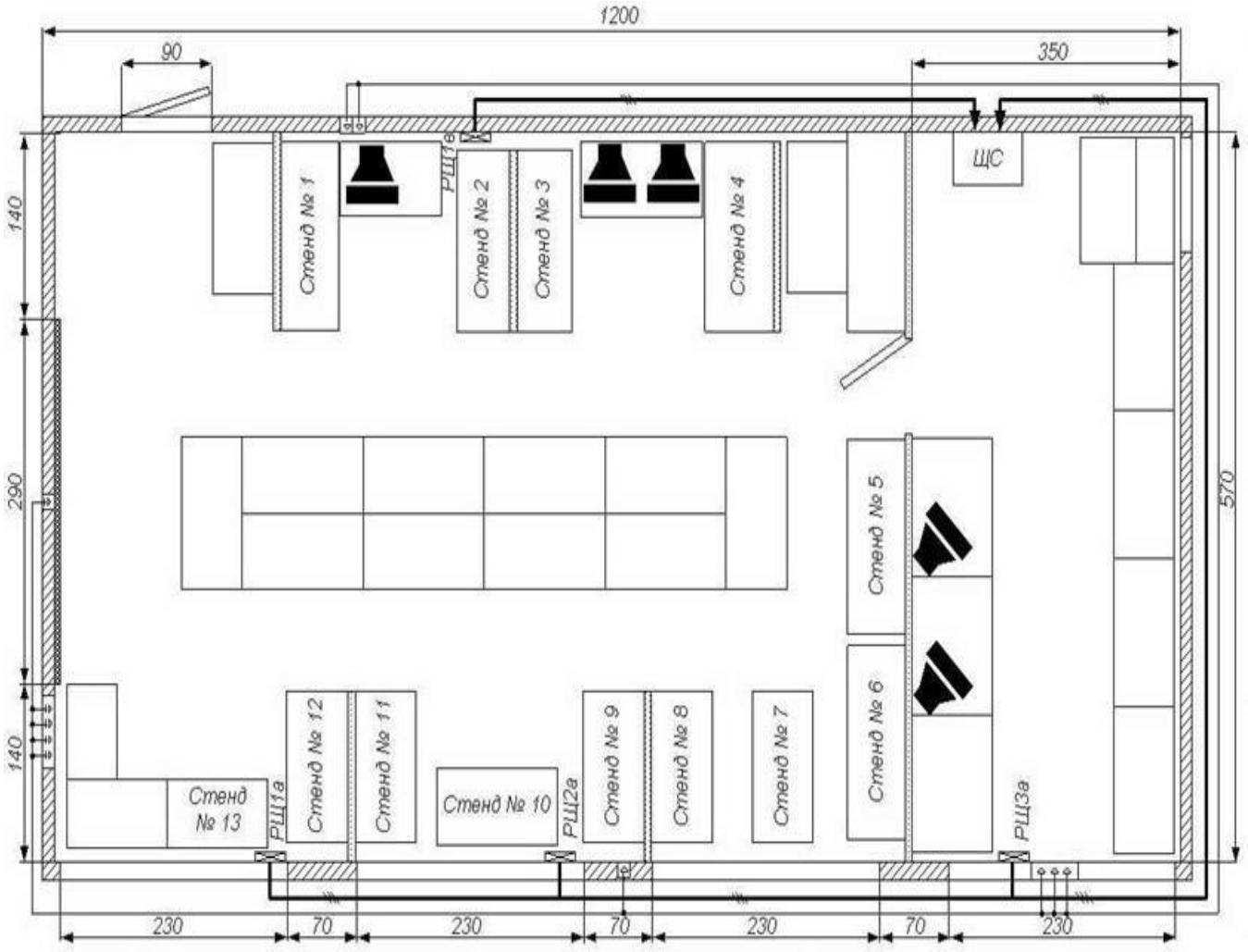


Рисунок 4.1 – План лабораторії з тестування електронних приладів

Всі зазначені види робіт проводились у спеціально відведеному для цього приміщенні на кафедрі електроніки, інформаційних систем та програмного забезпечення. Висота приміщення – 3м. Частина об`єму, яка доводиться на одну людину, при тому, що в лабораторії працюють 5 виконавців, складає приблизно 64 $м^3$ . Це відповідає вимогам, згідно з яких мінімальний об`єм приміщення при виконанні робіт на ЕОМ повинен становити 20 $м^3$.

Шкідливі чинники, які характерними видами дій, що впливають на організм людини, підрозділяють на фізичні, хімічні, біологічні і психофізиологічні.

При проведенні робіт з тестування електронних приладів виявлена можливість прояву наступних небезпечних та шкідливих факторів на оператора ЕОМ:

- вплив електромагнітних випромінювань відео дисплейних терміналів;
- можливість ураження електричним струмом при експлуатації електричних пристроїв до 1000 В;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань;
- підвищена або знижена іонізація повітря;
- статичні перевантаження кістково-м'язового апарату і динамічні локальні перевантаження м'язів кистей рук;
- виникнення зорової втоми при недостатній освітленості на робочому місці;
- несприятливі параметри мікроклімату;
- небезпека виникнення пожеж;
- монотонність праці;
- нервовопсихічні перевантаження.

Основним джерелом електромагнітних полів у лабораторії з тестування електронних приладів є електронно-променева трубка дисплея.

Електромагнітне випромінювання найбільший вплив робить на імунну, нервову, ендокринну та статеву систему. Імунна система зменшує викид в кров спеціальних ферментів, що виконують захисну функцію, відбувається ослаблення системи клітинного імунітету. Ендокринна система починає

викидати в кров більшу кількість адреналіну, як наслідок, зростає навантаження на серцево-судинну систему організму. Відбувається згущення крові, в результаті чого клітини недоотримують кисень. Зміни в нервовій системі видно неозброєним оком. Ознаками розладу є дратівливість, швидка стомлюваність, ослаблення пам'яті, порушення сну, загальна напруженість, люди стають метушливими [17].

Електромагнітні поля несприятливо впливають на зір, викликають головний біль, порушення сну, зниження апетиту.

Крім електромагнітного випромінювання працюючий монітор створює електростатичне поле. При роботі монітора електризується не тільки екран, але й повітря в приміщенні. Частки повітря здобувають позитивний заряд, що для організму досить шкідливо.

Зокрема по санітарних нормах концентрація негативних іонів поблизу дисплея повинна бути не менш 600 іон/куб.см. Ще в 1959 р. Мінздрав не рекомендував перебувати в приміщенні з концентрацією менш 600 негат. іон/куб. без штучної іонізації. Поблизу комп'ютера, де й перебуває оператор, повітря повністю деіонізоване. Деіонізація пояснюється притяганням негативних іонів до екрана дисплея, що перебувають під позитивним потенціалом, і відштовхуванням позитивних [18].

Так, згідно Санітарним правилам і нормам (СанПіН), площа одного робочого місця, обладнаного ПЕОМ, повинна становити не менш 6 кв.м., об'єм - не менше 20 куб.м. Для виключення впливу підвищених рівнів електромагнітних випромінювань відстань між екраном монітора і працівником має становити не менше 0,5 м (оптимальне 0,6-0,7 м). Для забезпечення безпеки працівників на сусідніх робочих місцях відстань між робочими столами з моніторами (у напрямі тилу поверхні одного монітора й екрана іншого монітора) повинно бути не менше 2 м, а відстань між бічними поверхнями моніторів - не менше 1,2 м.

Робота на персональних комп'ютерах відноситься до зорово напруженим робіт. Це означає, що в першу чергу при роботі з комп'ютером страждають очі. Саме цей шкідливий фактор присутній у більшості документів, що

регламентують працю працівників з використанням ПЕОМ. Важливо розуміти, що шкідливий вплив на очі проявляється не в наявності будь-яких випромінювань, а лише в необхідності постійної напруги очей при зчитуванні інформації з екрану. Тому для профілактики негативних впливів потрібно дотримуватися певного режиму роботи і відпочинку [19].

Згідно СанПіН, існує три групи робіт з терміналами і ПЕОМ, а також три категорії складності і напруженості роботи. До першої групи робіт (група А) належать роботи з зчитування інформації з дисплея, до другої (група Б) - роботи з введення інформації, до третьої (група В) - інтерактивна робота з комп'ютером.

На зорове стомлення дуже сильно впливає також рівень освітленості робочого місця. Особливо це помітно при необхідності одночасної роботи з електронними і паперовими документами. Згідно СанПіН, рівень освітленості робочого місця при роботі за комп'ютером повинен становити 300-500 лк. При цьому монітор і джерела світла повинні бути розташовані таким чином, щоб не створювати відблисків на поверхні екрану.

Оскільки екран монітора - це теж джерело світла, при постійному читанні інформації з нього відбувається швидке стомлення очей, особливо якщо яскравість світіння монітора встановлена занадто високою. Також подразнення очей викликає мерехтіння зображення на моніторі, викликаної низькою частотою кадрової розгортки. З метою зниження мерехтіння екрану рекомендується встановлювати частоту кадрів не менше 75 Гц для ЕЛТ-моніторів. В силу технологічних особливостей для ЖК-моніторів достатньою є мінімальна частота кадрів в 60 Гц.

Статична напружена поза при тривалій роботі на комп'ютері може призвести до запалення м'язів, зв'язок і сухожиль спини і ніг, захворювань хребта і суглобів (остеохондроз, тендиніт тощо), а постійна напруга рук - до ушкоджень зап'ястя і сухожиль (так званий синдром лучезапястного суглоба або тунельний синдром). Ці захворювання викликаються так званими травмами повторюваних навантажень і являють собою поступово накопичуються нездужання, обумовлені тривалими повторюваними впливами і перетікають у хворобі нервів,

м'язів і сухожиль. Вплив цього шкідливого фактора знижується при правильній організації робочого місця - оптимально підібраних меблів, правильному розміщенні елементів комп'ютера.

4.2 Заходи зі зменшення впливу небезпечних та шкідливих факторів

Використання штучного освітлення при відсутності природного освітлення. Для загального освітлення використовуються лампи денного світла, тому що їх спектр близький до природного.

Заземлення периферійного встаткування, а також зволоження навколишнього повітря – є основним способом захисту від статичної електрики.

Для зменшення згубного впливу електромагнітного випромінювання на організм людини необхідно дотримуватися до ряду деяких нескладних умов:

- облаштувати робоче місце таким чином, щоб системний блок та монітор знахо-дились на якомога більшій відстані від людини;

- не рекомендується залишати комп'ютер включеним на тривалий час, якщо він не використовується;

- не варто, як це досить часто робиться, відключати використання «сплячого ре-жиму» для монітора;

- ідеальним варіантом розміщення монітора виявиться установка його в кут кімнати, що дозволить стінам приміщення поглинати генеруєме їм електромагнітне випромінювання, найбільша інтенсивність якого фіксується саме від стінок пристрою.

- варто по можливості скоротити час роботи за комп'ютером, а в тому випадку, якщо це неможливо, рекомендується якомога частіше переривати роботу для відпочинку.

Крім того потрібно правильно організувати робоче місце:

- відстань до монітора не менше 40-50 см, положення монітора повинно бути на кілька сантиметрів нижче очей;

- освітлення в кімнаті повинно бути рівним, не повинно бути різких джерел світла поруч з монітором.

- монітор повинен бути налаштований правильно, частота оновлення екрану рекомендується не менше 85 Гц.

Щоб зменшити шкоду комп'ютера для опорно-рухового апарату, досить регулярно перериватися, вставати і протягом декількох хвилин робити нескладні вправи, наприклад присідання, нахили, повороти корпуса, шиї, можна робити обертання руками в ліктьових суглобах, в кистях, стискати і розтискати кулаки і т.п. вправи, яким нас вчили в дитинстві, коли примушували робити зарядку.

4.3 Виробнича санітарія

Для того, щоб визначити, відповідає повітряне середовище даного приміщення установленим нормам чи ні, необхідно оцінити кожен з його параметрів [20].

У виробничих приміщеннях, в яких робота ведеться на відеотерміналах і персональних комп`ютерах є основною повинні забезпечуватися оптимальні параметри мікроклімату відповідно до таблиці 4.1.

Як вказано у таблиці 4.1, до категорії 1а відносяться роботи, що виконуються сидячи і які не вимагають фізичної напруги, при яких витрата енергії складає до 120 ккал/год. До категорії 1б відносяться роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов`язані з ходьбою і такі, що супроводжуються деякою фізичною напругою, при яких витрата енергії складає від 120 до 150 ккал/год. Лабораторія з тестування електронного обладнання відноситься до категорії 1а.

Таблиця 4.1 – Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура, ^{0}C			Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		оптимальна	Допустима		оптимальна	допустима	оптимальна небільше	допустима
			верхня межа	нижня межа				
Теплий	Легка – 1а	22-24	25	26	40-60	75	0,1	0,1
	Легка – 1б	21-23	24	25	40-60	75	0,1	0,2
Холодний	Легка – 1а	23-25	28	30	40-60	55	0,1	0,1-0,2
	Легка – 1б	22-24	28	30	40-60	55	0,1	0,2-0,3

Вентиляція забезпечує на робочих місцях у лабораторії метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища, які відповідають гігієнічним і технічним умовам. Основна задача вентиляції – видаляти з приміщення забруднене або нагріте повітря і подавати свіже [20].

У лабораторії з тестування електронного обладнання використовується приливно-витяжна загальнообмінна вентиляція. При цьому притока повітря

складає 95% об`єму. Не дістаючи 5% приливного повітря поступають з суміжних, чистіших приміщень.

Рівень шуму на робочому місці, при виконанні роботи з тестування електронного обладнання, не повинен перевищувати 50 дБ.

Норми природного і штучного освітлення наведені у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Норми природного і штучного освітлення робочої зони

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об`єкта розрізняння, мм	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення		Природнє освітлення		Змішане освітлення	
			Освітленість, лк		КЕО, %			
			при комбінованому освітленні	при загальному	при верхньому або комбінованому	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому	при боковому
Високої точності	0,3–0,5	III	2000–400	500–200	5	2	3	1.2
Сереньої точності	0,5–0,1	IV	750–300	300–150	4	1.5	2.4	0.9

Освітленість на поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна бути 400 лк.

Рівень позитивних і негативних аероіонів в повітрі лабораторії повинні відповідати нормам, приведеним в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Рівні іонізаційї повітря приміщень при роботі з персональними комп`ютерами

Рівні	Кількість іонів в 1 см^3 повітря	
	n^+	n^-
Мінімально необхідні	400	600
Оптимальні	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимі	50000	50000

У данній лабораторії для заповнення недоліку негативних іонів використовується іонізатор повітря. Розглянемо процес утворення іонів в аероіонізаторі. Відомо, що для створення коронного розряду необхідно щоб хоча б один з електродів мав невеликий радіус кривизни (тонкий дріт, голчастий електрод або вістря тощо), на який подається напруга, а другий електрод заземлюється. Коронний розряд виникає при різко неоднорідному електричному полі з достатньою напруженістю розрядного проміжку.

У випадку циліндричних електродів коронний розряд буде характеризуватися величиною напруженості електричного поля E_i, яку можна визначити використовуючи емпіричну формулу Піка

$$E_i = 3{,}04\left(\delta + 0{,}0311\sqrt{\frac{\delta}{r_0}}\right)\cdot 10^6, \qquad (4.1)$$

де E_i – критична напруженість поля запалювання корони, В/м; δ – відносна щільність повітря (при t =20.С та ρ = 760 мм.рт.ст. δ = 1); r0 – радіус коронуючого електроду, м.

При цьому, вираз для критичної напруги U_i запалювання коронного розряду має вигляд

$$U_i = 3{,}04 \cdot 10^6 \left(\delta + 0{,}0311 \sqrt{\frac{\delta}{r_0}} \right) \cdot r_0 \cdot \ln\left(\frac{R}{r_0} \right). \qquad (4.2)$$

де Ui – критична напруга запалювання коронного розряду, В; R – радіус зовнішнього електроду, м, (r0 < R).

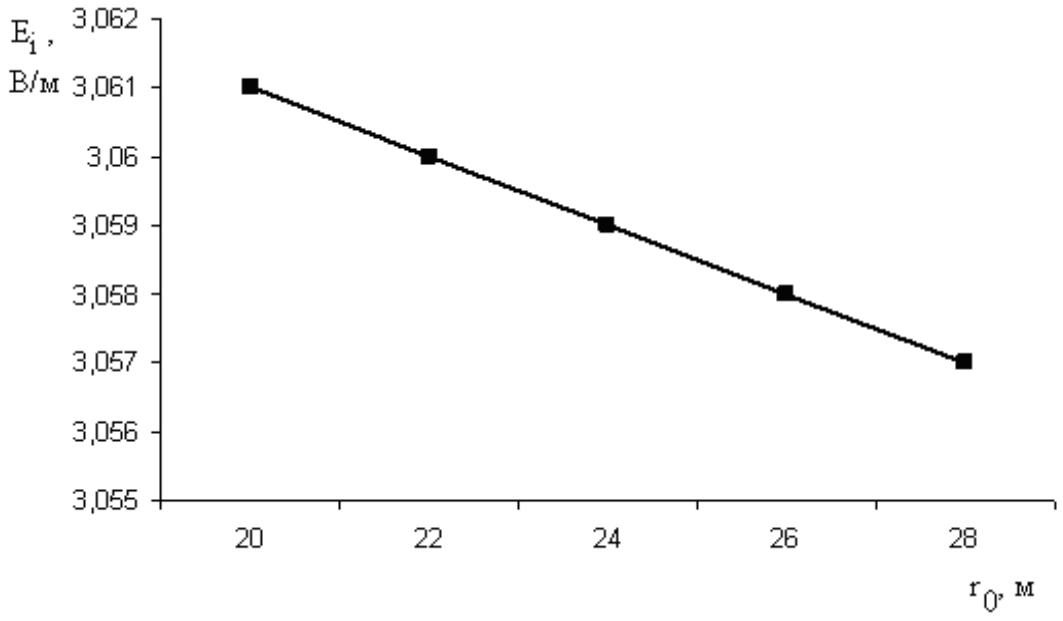


Рисунок 4.1 – Залежність напруженості поля від радіусу коронуючого електроду

При збільшенні напруги U між електродами вище критичного Ui, електричний струм коронного розряду швидко наростає та визначається формулою Дейча.

$$i = \frac{8\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot k \cdot U(U - U_i)}{R^2 \cdot \ln \frac{R}{r_0}}, \qquad (4.3)$$

де U – напруга між коронуючими електродами, В; і – лінійна щільність струму між циліндричними електродами, А/м; ε0 – діелектрична проникність вакууму, ε0 = 8,85·10-12 Ф/м; k – рухливість іонів, k = 1,84·10-4 м2/В·с.

Виходячи з формули (2.2), отримуємо вираз для розрахунку напруги U

$$U = U_i + \frac{i \cdot R}{8\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot k \cdot E}, \qquad (4.4)$$

де Е – напруженість електричного поля біля зовнішнього електрода, В/м.

Збільшення напруги корони U над критичною напругою Ui запалювання корони визначається з формули (2.4), при цьому враховується об'ємний заряд аероіонів, отриманих в результаті коронного розряду

$$U - U_i = \frac{i \cdot R}{8\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot k \cdot E} = \frac{n \cdot e \cdot R^2}{4\varepsilon_0}, \qquad (4.5)$$

де е – елементарний заряд, е = 1,6·10-19 Кл; п – концентрація аероіонів, що генерується аероіонізатором, м-3.

Таким чином, виходячи з формули (2.5) можна отримати значення концентрації аероіонів, що створюються коронним аероіонізатором, у вигляді

$$n = \frac{4\varepsilon_0 \cdot \left(U - 3{,}04 \cdot 10^6 \left(\delta + 0{,}0311\sqrt{\frac{\delta}{r_0}} \right) \cdot r_0 \cdot \ln\left(\frac{R}{r_0} \right) \right)}{e \cdot R^2}. \qquad (4.6)$$

При цьому в розрахунках при визначенні режиму роботи коронного аероіонізатора слід дотримуватися рекомендованих доз аероіонізації в біологічній зоні дихання особового складу в залежності від часу тривалості чергової зміни.

4.4 Електробезпека

До джерел електронебезпеки в приміщенні з тестування електронних приладів відносяться:

- освітлювальні прилади;
- вимикачі освітлення;
- електропроводка;
- розетки і вилки для підключення до мережі електронних приладів;

Основними причинами електротравм є:

- недостатня обізнаність персоналу, який обслуговує електрообладнання;
- обрив заземлюючого провідника;
- коротке замикання;
- несправні резетки та вилки;
- несправність ізоляції;
- використання електроустановок, опір ізоляції яких не перевищує нормативних значень.

В данній лабораторії, для захисту від електротравм, використовується схована, добреізольована електропроводка. Розподіл енергії здійснюється за допомогою розподільного щита з ізольованими кабелями і резетками, що виключають можливість короткого замикання. Розподільний щит має запобіжники, що спрацьовують при критичному режимі роботи. Обслуговуючий ЕОМ персонал, проходить обов`язкове навчання безпечним методам роботи і правила техніки безпеки.

Електропроводка в приміщенні схованого типу, що виключає випадкове торкання проводів з напругою 220В.

Приміщення даної лабораторії відноситься до класу приміщень без підвищеної небезпеки поразки електричним струмом, так як умови, що створюють підвищену небезпеку відсутні.

4.5 Пожежна безпека

Відповідно до норма технологічного пректування ОНТП 24-86 всі приміщення за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою підрозділяються на п`ять категорій: А, Б, В, Г, Д,; з них А, Б – вибухопожежонебезпечні; В, Г, Д – пожежонебезпечні [19].

Лабораторія з тестування електронних приладів відноситься до категорії В – пожежонебезпечні. До цієї категорії відносяться приміщення, у яких застосовуються рідини з температурою спалаху вище 61 ^{0}С і горючі пили чи волокна, нижня межа запалення яких більш 65 г/м^3, тверді спаленні речовини і матеріали, здатні тільки горіти, але не вибухати при контакті з повітрям, чи водою.

До джерел, які можуть викликати пожежонебезпеку у даній лабораторії, можна віднести: електропроводка, електричне обладнання, джерела місцевого освітлення.

Причини виникнення пожежі у лабораторії з тестування електронних приладів:

- коротке замикання;
- неправильна експлуатація електронних приладів;
- несправність ЕОМ або пристроїв місцевого освітлення;
- порушення технологічних інструкцій.

Для припинення горіння у лабораторії, найбільше використання знайшли наступні способи:

- Охолодження вогнища, нижче визначених температур:
- Ізоляція вогнища від повітря;
- створення умов вогнеперешкоджання;
- механічний зрив полум`я в результаті впливу на нього сильного струменя газу.

Для гасіння пожежі у данній лабораторії не можна використовувати воду, так як вода має значну електропроводність. Тому у цьому випадку

використовуються вуглекислі вогнегасники ОУ08. Засобом виявлення пожежі є теплові оповіщувачі, які реагують на підвищену температуру навколишнього середовища. Чутливими елемантами його є біметалеві пластинки, спіралі, термопари, терморезистори. Це оповіщувачі АТП-ЗМ, ДТЛ, ДСП-038. Для оповіщення про пожежу в лабораторії мається телефонний зв`язок з виходом на центральний приймальний пункт міської пожежної охорони. На випадок пожежі в приміщенні є наявність запасних евакуаційних виходів.

Таблиця 4.3 – Визначення необхідної кількості вогнегасників. Норми оснащення приміщень переносними вогнегасниками

Категорія приміщення (по НПБ 105-95)	Площа захисту, м^2	Клас пожежі	Пінні і водні вогнегасники місткістю	Порошкові вогнегасники місткістю, л			Хладонові вогнегасники місткістю, л	Вуглекислі вогнегасники місткістю, л	
			10 л	2	5	10	2 (3) л	2	5 (8)
А,Б,В (горючі гази та рідини)	200	А	2++	-	2+	1++	-	-	-
		В	4+	-	2+	1++	4+	-	-
		С	-	-	2+	1++	4+	-	-
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		Е	-	-	2+	1++	-	-	2++
В	400	А	2++	4+	2++	1+	-	-	2+
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		Е	-	-		1+	2+	4+	2++

					2++				
Г	800	B C	2+ -	- 4+	2++ 2++	1+ 1+	- -	- -	- -
Г, Д	1800	A Д E	2++ - -	4+ - 2+	2++ 2+ 2++	1+ 1++ 1+	- - 2+	- - 4+	- - 2++
Суспільні заклади	800	A E	4++ -	8+ -	4++ 4++	2+ 2+	- 4+	- 4+	4+ 2++

Знаком ++ відзначені рекомендовані до оснащення об'єктів вогнегасники; знаком + вогнегасники, застосування яких допускається при відсутності рекомендованих, або при відповіднім обґрунтуванні; знаком - вогнегасники, які не допускаються для оснащення даних об'єктів.

Лабораторія з тестування електронних приладів відноситься до категорії Е - пожежа пов`язана з загоранням електронних приладів.

Для запобігання пожежонебезпечних ситуацій весь персонал лабораторії проходить обов`язковий періодичний інструктаж з техніки пожежної безпеки.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

- Проведено аналіз ринку іонізаторів повітря, їх різновид та особливості, лікувально-профілактичний вплив на організм людини.

- Розроблено схему блоку живлення аероіонізатора оснащену мікроконтролером PIC16F628. Завдяки чого робота іонізатора автоматизована. Він зможе працювати не тільки в звичному безперервному режимі, а буде включатися і виключатися з заданим періодом і автоматично припиняти роботу після закінчення встановленого часу. Проведені розрахунки основних параметрів запропонованих елементів схеми, та побудовані їх характеристики.

- Схема вводу/виводу запропонована на основі світлодіодного індикатора HDSP-A103, який використовується для проведення візуального контролю над процесом. Було розроблено топологію основної печатної плати та плати вводу/виводу.

Запропонований пристрій, після доопрацювання, може використовуватися у медичних закладах міста, на виробництві, у лабораторіях кафедри.

Результати роботи були представлені на науково-практичній конференції «Молода наука -2024».

ЛІТЕРАТУРА

1. Article, Shu-Ye Jiang, Ali Ma, Srinivasan Ramachandran: «Negative Air Ions and Their Effects on Human Health and Air Quality Improvement» published 2018 Sep. DOI: 10.1186/s12938-018-0499-z
2. Для чого потрібна іонізація повітря? Шкода і користь. *Будьте здорові* URL: http://surl.li/xmkhvv (дата звернення 24.09.2024).
3. Іонізатори повітря – функції, дія, правила використання. *UFO* URL: http://surl.li/xbffat (дата звернення 27.09.2024).
4. Глива В.А., Левченко Л.О., Тихенко О.М. Методи визначення концентрацій аероіонів у приміщеннях та моделювання їх змін. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2018. Вип. 4 (50). С. 157–160.
5. Magnier-Bergeron L., Derome D., Zmeureanu R. Three-dimensional model of air speed in the secondary zone of displacement ventilation jet. *Building and Environment.* 2017. Vol. 114. P. 483–494.
6. Панова О. В., Левченко Л. О., Теслицький І. А. Дослідження аероіонізації повітря у приміщеннях з експлуатації комп'ютерної техніки. *Комунальне господарство міст.* 2021. Т. 4 № 164. С.215–219.
7. Глива В. А., Левченко Л. О., Панова О. В., Тихенко О. М. Вплив мікрокліматичних параметрів на аероіонізацію повітря виробничого середовища. *Містобудування та територіальне планування*. 2018. Вип. № 68, С. 108–116.
8. Ченчевой В. В., Сукач С. В., Ченчева О. О., Федорова Н. С., Григор'єва Д. С. Дослідження параметрів гідроаероіонного складу повітря робочого приміщення з ультразвуковою іонізацію. *Вісті Донецького гірничого інституту.* 2020. Вип. № 2(47). С. 168−174.
9. Михалюк Є. Л., Черепок О. О., Малахова С. М. Вибір і застосування фізіотерапевтичних методів та курортних факторів при фізичній реабілітації

хворих з патологією органів системи кровообігу та органів дихання. Запоріжжя : Запорізький державний медичний університет, 2016. 85с.

10. Сукач С. В., Запорожець О. І., Козловська Т. Ф. і ін. Моніторинг, моделювання, керування рівнями фізичних чинників приміщень промислового та цивільного призначення : монографія. Кременчук : Видавництво «НОВАБУК», 2022. 240 с.
11. Касаткіна Н.В., Панова О.В., Ніколаєв К.Д. Інноваційні підходи до нормалізації якості повітря виробничого середовища. *Системи управління навігації та зв'язку.* Полтава. 2021. Вип. №4 (66) С. 87-89
12. Болібрух, Б. В., Глива, В. А., Касаткіна, Н. В., Левченко, Л. О. Моніторинг та управління концентраціями іонів у повітрі приміщень промислового та громадського призначення. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(10(115), 2022. 24–30.
13. Люстра Чижевського. *Користь і шкода*. URL: http://surl.li/ckkbic (дата звернення 01.10.2024).
14. Мікроконтролер PIC16F628. *Microchip.* URL: http://surl.li/hlzqbb (дата звернення 14.10.2024).
15. Фізика процесів у напівпровідниках та елементах електроніки : навч. посіб. / за заг. ред.. Д. М. Фреїка. Івано-Франківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2010. 263 с
16. HDSP -A103. *Broadcom* URL:http://surl.li/kihpne (дата звернення 18.10.2024).
17. Рябенький В. М., Жуйков В.Я., Гулий В.Д.. Цифрова схемотехніка: Навчальний посібник. Львів :"Новий Світ-2000", 2019. 736 с. ISBN 978-966-418-067-9.
18. Правові та організаційні питання охорони праці. URL: http://surl.li/xniatv (дата звернення: 11.11.2024)
19. Охорона праці та техногенна безпека. URL: http://surl.li/elrwpu (дата звернення: 11.11.2024)

20. ДСТУ 3008:2015 Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення. [На заміну ДСТУ3008-95; чинний від 2015-06-22]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. 31 с.

Додаток А

Перелік елементів схеми вводу/виводу

Зона	Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
		Резистори		
	R1-R8	МЛТ-0,125-5,1 кОм	8	
	R9-R12	МЛТ-0,125-5,6 кОм	4	
		Діоди		
	HL1-HL4	АЛ307НМ	4	
		Світодіодні індекатори		
	HG1-HG2	HDSP-A103	2	
		Ключі		
	SB1-SB4	«SET», «UP», «DW», «ADJ»	4	

«ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Науково-дослідна частина
Наукове товариство
студентів, аспірантів і докторантів
Рада молодих вчених

РАДА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ ЗНУ
НАУКОВЕ ТОВАРИСТВО ЗНУ

ЗБІРНИК
наукових праць студентів,
здобувач PhDів, докторантів і молодих вчених

«МОЛОДА НАУКА-2024»

Том V

«Секції Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету»

Запоріжжя
2024

2024=УДК: 001 (06)
М 754

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Фролов М.О. *– в. о. ректор ЗНУ;*
Васильчук Г.М. *– проректор з наукової роботи;*
Арабаджиєв Д.Ю. *– начальник науково-дослідної частини;*
Бєлоконь К.В. *– заступник директора з наукової роботи Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ;*
Білівненко С.М. *– заступник декана з наукової роботи історичного факультету;*
Бобришева К.О. *– голова НТ САД факультету іноземної філології;*
Будько Д.З. *– голова НТ САД економічного факультету;*
Вербицька Т.А. *– голова НТ САД біологічного факультету;*
Євтушенко Д.С. *– заступник декана з наукової роботи юридичного факультету;*
Єгорова В.С. *– голова НТ САД математичного факультету;*
Залужна М.В. *– заступник декана з наукової роботи факультету іноземної філології;*
Зубцова Ю.С. *– заступник декана з наукової роботи факультету соціальної педагогіки та психології;*
Кайшева Д.О. *– голова НТ САД факультету менеджменту;*
Караулова С.І. *– заступник декана з наукової роботи факультету фізичного виховання, здоров'я та туризму;*
Ковпак В.А. *– заступник декана з наукової роботи факультету журналістики;*
Копійка В.В. *– заступник декана з наукової роботи біологічного факультету;*
Леонтьева В.В. *– заступник декана з наукової роботи математичного факультету;*
Лепська Н.В. *– заступник декана з наукової роботи факультету соціології та управління;*
Линенко А.В. *– заступник декана з наукової роботи економічного факультету;*
Ляхов Г.І. *– голова НТ САД юридичного факультету;*
Меркулова О.В. *– заступник декана з наукової роботи філологічного факультету;*
Олійник О.М. *– заступник декана з наукової робота факультету менеджменту;*
Рибка Д.О. *– голова НТ САД факультету журналістики;*
Руднік О.Р. *– голова НТ САД ЗНУ;*
Саражина Є.В. *– голова НТ САД факультету фізичного виховання здоров'я та туризму;*
Сінельнікова П.Д. *– голова НТ САД факультету соціальної педагогіки та психології;*
Тарабан Є.В. *– голова НТ САД Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні ЗНУ;*
Хавер Д.І. *– фахівець центру наукової роботи студентів НДЧ;*
Харчева Д.Р. *– голова-НТ САД філологічного факультету;*
Ходаковська А.В. *– заступник директора з навчально-методичної роботи ЕПФК;*
Шумська А.Ю. *– голова НТ САД історичного факультету;*
Ясьмо О.В. *– голова НТ САД факультету соціології та управління.*

Хотін Данило
магістрант 1 курсу ІННІ ім. Ю.М. Потебні
Наук. кер.: канд. техн. наук, проф. Ніконова З.А.

АЕРОІОНІЗАТОР ПОВІТРЯ

Численними дослідженнями доведено, що іонний баланс в повітрі офісних приміщень зі штучним мікрокліматом, оснащених системами центральної примусової вентиляції, очищення та кондиціювання повітря характеризується яскраво вираженим дефіцитом легких негативних аероіонів (АІ).

Наявність в офісах оргтехніки, застосування в обробці і меблюванні синтетичних матеріалів, здатних накопичувати електричний заряд, тільки погіршує становище. Медичні дослідження доводять, що дефіцит легких негативних іонів в повітрі – це одна з основних причин частих головних болів, розладів нервової системи і підвищеної стомлюваності людей, які проводять більшу частину свого часу в приміщеннях. Більш того, числені експерименти на тваринах показали, що тривале перебування в повністю деіонізованому повітряному середовищі призводить до загибелі живого організму.

Заповнити недолік легких негативних АІ в приміщеннях можна тільки шляхом штучної іонізації повітря – за допомогою спеціальних пристроїв – іонізаторів. Їх застосування вимагає певних знань і принципів, щоб не завдати шкоди здоров'ю [1].

На данний момент одним з найвідоміших винаходів по іонізації повітря є «Люстра Чіжевського». Механізм впливу «люстри Чижевського» полягає в збагаченні повітряного середовища негативно зарядженими іонами кисню. У свою чергу, іони повітря, які вдихає жива істота, транспортують свій негативний заряд червоним кров'яним тільцям, а з їхньою допомогою – клітинам організму, балансуючи процеси обміну речовин. Люстра Чижевського є чудовим засобом для профілактики і лікування різних захворювань. Цей пристрій збільшує розумову і фізичну активність; протистоїть великому скупченню позитивно заряджених іонів, які випромінюють електроприлади; наповнює "мертве" повітря, що виходить з кондиціонерів, життєдальними іонами; бореться з запиленістю і шкідливими мікроорганізмами, що населяють атмосферу [2].

Люстру Чижевського радять застосовувати, крім "пожвавлення" атмосфери побутових і промислових будівель і різних громадських установ, також в приміщеннях, які потребують усадки запиленого повітря, незалежно від того, комп'ютерний це зал або лабораторія, що вимагає ідеальної чистоти. У тому ж випадку, коли хтось із ваших близьких заразився інфекційним захворюванням, пристрій зробить кімнату, в якій перебуває хворий, стерильною та безпечною. Це дивно, але люстра Чижевського всього за 30 хвилин роботи виробляє таку кількість негативно заряджених аероіонів, які до 5 разів зменшують число шкідливих мікроорганізмів. Цікавий факт, що під впливом пристрою відбувається стерилізація повітряного середовища, а також

мокротиння, що, в кінцевому підсумку, знезаражує самого хворого.

Використовувати аероіонізатор необхідно гранично уважно, потроху відштовхуючись від стандартного порядку функціонування. Тривалість першої процедури не може бути більше півгодини. У наступні рази, продовжуючи сеанс на тридцять хвилин щодня, знаходження під впливом пристрою може дійти до чотирьох годин на день.

Супутні побічні ефекти при використанні пристрою не відзначаються, але для певної групи людей все ж рекомендується звернутися за консультацією до лікаря. Це хворі стенокардією, атеросклерозом і туберкульозом третього ступеня, а також онкохворим і при інфаркті.

Розроблена А. Чижевським методика сьогодні дуже популярна у світі. Прогрес не стоїть на місці і вже вченими з усього світу спроектовано безліч варіантів різноманітних іонізаторів повітря. На сьогоднішній день «люстра Чижевського» має полегшену тонку конструкцію з струмопровідного пластика. Пристрій здатний прикрасити своїм зовнішнім виглядом різну обстановку, що також важливо [3].

Але прилад працює у безперервному режимі, а значить мови про зручність у експлуатації не йде. Автоматизація системи допоможе здолати незручності у використанні та полегшити керування всіма параметрами приладу.

Авторами запропоновано модернізувати схему блоку живлення аероіонізатора за рахунок застосування мікроконтролеру PIC16F628. Це дасть змогу працювати приладу не тільки в звичному безперервному режимі, а він буде включатися та виключатися з заданим періодом і автоматично припиняти роботу після закінчення встановленого часу. З урахуванням доопрацювання прилад має незначні габаритні розміри 50×70, зручний у керуванні та може використовуватися в у медичних закладах міста, на виробництві і в лабораторіях кафедри.

Література

1. Фізіологія людини і тварин: підручник. / укл. М. Ю. Клевець. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 312 с.
2. Акіменко В.Я. Коваленко О.В., Кулішов О.М. Гігієнічні проблеми оптимізації іонізованості повітряного середовища житлових комплексів і громадських будинків. Київ, Думка, 2021. 253 с.
3. Осіпов В.М. Основи фізичної реабілітації: навчальний посібник. Бердянськ: БДПУ, 2013. 225 с.