

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ АЕРОНАВІГАЦІЇ, ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОНІКИ, РОБОТОТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
МОНІТОРИНГУ ТА ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Шутко В.М.
« ____ » _____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 153 «МІКРО- ТА НАНОСИСТЕМНА ТЕХНІКА»
ОПП «ФІЗИЧНА ТА БІОМЕДИЧНА ЕЛЕКТРОНІКА»

Тема: «Властивості ультрафіолетового бактерицидного інактиватора»

Виконавець
студент групи ФЕ-237М _____ Щербаков Антон Павлович

Керівник
проф. _____ Морозова Ірина Володимирівна

Консультант розділу
«Охорона праці» _____ Козлітін Олексій Олександрович

Консультант розділу
«Охорона навколишнього
середовища» _____ Дмитруха Тетяна Іллівна

Нормоконтролер _____ Сініцин Р.Б.

КИЇВ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету
речей

Спеціальність, ОПП: 153 «Мікро- та наносистемна техніка»,
«Фізична та біомедична електроніка»
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Шутко В.М.

« ___ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи студента

Щербакова Антона Павловича

1. Тема дипломної роботи : «Властивості ультрафіолетового бактерицидного інактиватора»

затверджена наказом ректора від « 09 » 09 2022 р. № 1351/ст

2. Термін виконання роботи (проекту): з 05.09.2022 р. по 30.11.2022 р.

3. Вихідні дані до роботи: теоретичний матеріал по принципу роботи бактерицидного інактиватора, теоретичний матеріал по технології інтернет речей

4. Зміст пояснювальної записки: 1. Характеристика бактерицидної (антимікробної) дії ультрафіолетового випромінювання; 2. Ультрафіолетові опромінювачі; 3. Типи ультрафіолетових опромінювачів; 4. Розробка ультрафіолетового інактиватора; 5. Безпека життєдіяльності; 6. Охорона праці.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу:
схеми, рисунки, таблиці, презентація результатів роботи.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вступ	10.09.2022р.	
2.	Обробка матеріалів за темою дипломної роботи. Інтернет ресурси, підручники	16.09.2022р.- 01.10.2022р.	
3.	Дослідження властивостей, будови та характеристик ультрафіолетових випромінювачів	02.10.2022р.- 14.10.2022р.	
4.	Розробка компактного бактерицидного інактиватора, дослідження його можливостей та характеристик	15.10.2022р.- 05.11.2022р.	
5.	Подання на кафедру, усунення недоліків. Оформлення пояснювальної записки.	06.11.2022р.- 17.11.2022р.	
6.	Електронна версія доповіді. Ілюстративний матеріал доповіді.	21.11.2022р.- 22.11.2022р.	

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Козлітін О. О.		
Охорона навколишнього середовища	Дмитруха Т. І.		

8. Дата видачі завдання: 09 вересня 2022 року

Керівник дипломної роботи _____

Морозова І. В.

Завдання прийняв до виконання _____

Щербаков А. П.

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему “Властивості ультрафіолетового бактерицидного інактиватора”.

53 с., 1 табл., 32 рис., 14 джерел.

Об’єкт дослідження – ультрафіолетовий бактерицидний інактиватор.

Мета дипломного проекту – дослідження властивостей та принципу роботи бактерицидного інактиватора, а також розробка індивідуального, компактного бактерицидного інактиватора, на базі доступних електронних компонентів, для захисту людини від вірусів на кшталт COVID-19.

Методи дослідження – аналітичний, комп’ютерне проектування та практичний.

Результати проведеної роботи – досліджено властивості та принцип роботи бактерицидного інактиватора, розроблений ультрафіолетовий бактерицидний інактиватор, що може бути виготовлений з доступних компонентів.

Ключові слова: УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ВИПРОМІНЮВАННЯ, ОПРОМІНЮВАЧ, УЛЬТРАФІОЛЕТ, БАКТЕРИЦИДНІ ВЛАСТИВОСТІ, ІНАКТИВАТОР, УФ ДІОД.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИЦИДНОЇ (АНТИМІКРОБНОЇ) ДІЇ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	Error! Bookmark not defined.
1.1.	129
1.2.	1510
1.3. Бактерицидні властивості ультрафіолетового випромінювання	12
1.4. Користь УФ-променів	15
1.5. Шкода УФ-променів	16
1.6. Використання бактерицидних властивостей ультрафіолету	17
РОЗДІЛ 2. УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ОПРОМІНЮВАЧІ	19
2.1. Будова ультрафіолетової лампи	20
2.2. Будова та принцип роботи УФ світлодіода	21
2.3. Фізика процесу випромінювання.	22
РОЗДІЛ 3. ТИПИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ОПРОМІНЮВАЧІВ	24
3.1. Відкриті опромінювачі	24
3.2. Екрановані опромінювачі	25
3.3. Закриті опромінювачі	28
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ІНАКТИВАТОРА	30
4.1. Електронні компоненти бактерицидного інактиватора	31
4.2. Електрична схема	38
4.3. Корпус та його моделювання	38
4.4. Збірка пристрою.	42
Висновок	45
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДООВИЩА	46
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	49
Список використаних джерел	52

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

УФ – ультрафіолет

NUV – близький ультрафіолет

MUV – середній ультрафіолет

FUV – далекий ультрафіолет

EUV, XUV – екстремальний ультрафіолет

VUV – вакуумний ультрафіолет

UVA – ультрафіолет А, довгохвильовий діапазон

UVB – ультрафіолет В, середній діапазон

UVC – ультрафіолет С, герміцидний діапазон

ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота

РНК – рибонуклеїнова кислота

ВСТУП

Здоров'я людини формується під впливом взаємопов'язаних природних та соціально-економічних факторів. До них належать повітря, вода, ґрунт, кліматичні фактори, умови праці, харчування, умови життя тощо. Вплив природних факторів та соціальних факторів взаємопов'язані, тобто розвиток промисловості, транспорту та містобудування впливають на природний склад води, повітря та ґрунту, а природні фактори в свою чергу визначають характер їжі, умови життя, та промисловий розвиток., населені пункти тощо.

Частота мікробного забруднення повітря все ще висока. Більшість патогенних мікроорганізмів поширюються повітрям і краплями в повітрі.

Особливо гостро ця проблема стоїть у місцях з великим скупченням людей, а також у приміщеннях з рециркуляцією повітря.

Поточне використання ультрафіолетової енергії стає все більш важливим, оскільки це один з основних методів інактивації вірусів, бактерій та грибів. Під інактивацією мікроорганізмів розуміється втрата їх здатності до розмноження після стерилізації або дезінфекції.

У світовій практиці визнано, що ультрафіолетове (УФ) бактерицидне випромінювання є ефективним профілактичним санітарно-епідемічним засобом, що пригнічує життєдіяльність мікроорганізмів у повітрі, воді та на опромінених поверхнях [1].

Ультрафіолетове випромінювання позитивно застосовується в області дезінфекції та стерилізації. Ультрафіолетове випромінювання може ефективно "вбивати" (інактивувати або знищувати) такі мікроорганізми, як віруси та бактерії. Для знищення мікроорганізмів ультрафіолетове випромінювання проникає крізь клітинну мембрану, руйнуючи ДНК, і таким чином зупиняє її здатність до розмноження. Цей руйнівний ефект пояснює, чому ми можемо використовувати ультрафіолетове випромінювання в антибактеріальних лампах для дезінфекції та стерилізації.

Метод ультрафіолетової дезінфекції є одним із фізичних, без реагентних методів. Він позбавлений основних недоліків хімічних методів дезінфекції: неминучого залишкового вмісту реагентів, неможливості постійного

використання реагентів для обробки приміщень, приміщень, обладнання в присутності людей. Ультрафіолетовий метод не має залишкових ефектів при дезінфекції повітря та води, не викликає утворення шкідливих та потенційно небезпечних речовин і не змінює сенсорних характеристик (запаху, смаку). У разі передозування - негативного ефекту також немає. Це дозволяє знищувати віруси та грибки, на які не впливають традиційні хімічні методи, особливо хлорування [2].

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКА БАКТЕРИЦИДНОЇ (АНТИМІКРОБНОЇ) ДІЇ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

1.1. Визначення ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання (ультрафіолет, UV, УФ) - це електромагнітне випромінювання, що охоплює діапазон довжин хвиль від 100 до 400 нм оптичного спектру електромагнітних коливань, тобто між видимим і рентгенівським випромінюванням. Види ультрафіолетового випромінювання представлені в табл. 1 [3].

Таблиця 1

Види ультрафіолетового випромінювання

Найменування	Абревіатура	Довжина хвилі, нм	Кількість енергії на фотон, еВ
Близький	NUV	400-300	3,10-4,13
Середній	MUV	300-200	4,13-6,20
Далекий	FUV	200-122	6,20-10,2
Екстремальний	EUV, XUV	121-10	10,2-124
Вакуумний	VUV	200-10	6,20-124
Ультрафіолет А, довгохвильової діапазон, чорне світло	UVA	400-315	3,10-3,94
Ультрафіолет В (середній діапазон)	UVB	315-280	3,94-4,43
Ультрафіолет С, короткохвильового, герміцидний діапазон	UVC	280-100	4,43-12,4

1.2. Основні характеристики ультрафіолетового випромінювання

Ми, знаємо, що світло — це електромагнітне випромінювання. Залежно від частоти змінюється колір цього випромінювання. Низькочастотний спектр для нас червоний, а високочастотний синій. Якщо частота підвищується ще вище, світло стає фіолетовим, а потім повністю зникає. Точніше, зникає для наших очей. Насправді випромінювання йде в ультрафіолетову область спектра, яку ми не можемо побачити через особливості нашого зору [13].

Але те, що ми не бачимо ультрафіолетове світло, не означає, що воно жодним чином на нас не впливає. Ми ж не заперечуємо, що радіація безпечна лише тому, що ми її не бачимо. Радіація - це не що інше, як електромагнітне випромінювання, таке ж, як світло і ультрафіолет, тільки вищої частоти.

Але повернемося до УФ-спектру. Як ми з'ясували, воно знаходиться між видимим світлом і випромінюванням (рис. 1.1):

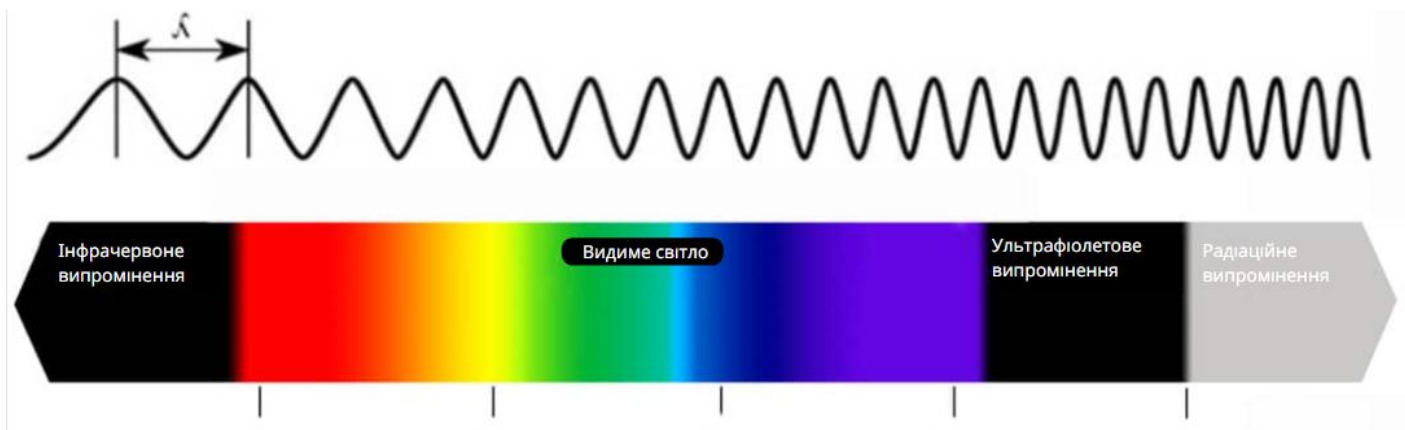


Рис.1.1. Залежність типу електромагнітного випромінювання від його частоти

Відмовимося від видимого світла та поглянемо ближче на УФ-випромінювання (рис. 1.2):

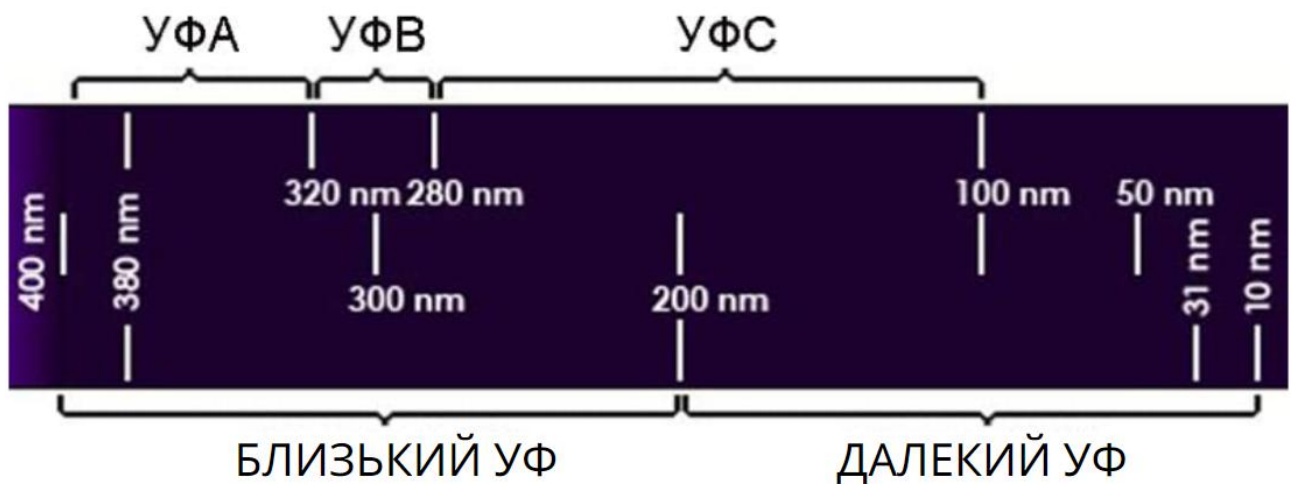


Рис.1.2. Розділення ультрафіолетового діапазону на піддіапазони

На (рис. 1.2) чітко видно, що загальний УФ-діапазон загалом поділяється на два піддіапазони: ближній і дальній. Але на тому ж зображенні вище ми бачимо поділ УФ-А, УФ-В та УФ-С. Надалі будемо використовувати цей поділ - УФ- А, В і С, оскільки він чітко розмежовує ступінь впливу радіації на біологічні об'єкти.

Отже, ми маємо три УФ-діапазони: А, В і С. Розглянемо їх відповідні властивості [13].

Ультрафіолет А

Випромінювання знаходиться в діапазоні 400 - 320 нм і називається м'яким УФ або довгохвильовим УФ. Він дуже слабо проникає в глибокі шари живих тканин. При помірному використанні УФ-А не тільки не шкодить організму, але й має користь. Зміцнює імунну систему, стимулює вироблення вітаміну D і покращує стан шкіри. Саме під такими ультрафіолетовими променями ми засмагаємо на пляжі.

Але передозування опроміненням, навіть у м'якому УФ-діапазоні може становити певну небезпеку для людини. Приклад: потрапив на пляж, пролежав там кілька годин і «згорів». Знайомо? Безумовно. Але може бути гірше, якщо ми пролежимо п'ять годин або з відкритими очима і не носитимемо якісних

сонцезахисних окулярів. Тривалий вплив ультрафіолетових променів на очі може спричинити опіки рогівки та опіки шкіри до утворення пухирів.

Ультрафіолет В

УФ-В, що займає діапазон 320 - 280 нм. УФ-випромінювання такої довжини хвилі може проникати у верхні шари живої тканини, викликаючи серйозні зміни в її структурі і навіть частково руйнуючи ДНК. Навіть найменші дози ультрафіолетового випромінювання можуть викликати серйозні і досить глибокі променеві опіки шкіри, рогівки та кришталика. Це випромінювання також є серйозною небезпекою для рослин, і для багатьох типів вірусів і бактерій UVB часто є смертельним, враховуючи їхній малий розмір.

Ультрафіолет С

Діапазон найкоротших довжин хвиль і найбільш небезпечний для всього живого, до якого входить ультрафіолетове випромінювання з довжинами хвиль від 280 до 100 нм. Ультрафіолетове випромінювання, навіть у малих дозах, може пошкодити нитки ДНК, викликаючи мутації. У людини, як правило, його вплив викликає рак шкіри і меланому. Через здатність досить глибоко проникати в тканини УФ-С може викликати незворотний радіаційний опік сітківки та глибокі пошкодження шкірного покриву.

Інша небезпека полягає в тому, що ультрафіолетове випромінювання може іонізувати молекули кисню в атмосфері. В результаті цього впливу в повітрі утворюється озон - триатомний кисень, який є найсильнішим окислювачем і відноситься до першої групи найнебезпечніших отрут за ступенем небезпеки для живих організмів.

1.3. Бактерицидні властивості ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання охоплює діапазон довжин хвиль від 100 до 400 нм спектру електромагнітних коливань. Відповідно до найбільш характерних реакцій, що відбуваються під час взаємодії ультрафіолетового випромінювання та біологічних приймачів, діапазон, як правило, ділиться на три під діапазони (рис. 1.3):

- УФ-А (315-400 нм),

- УФ-В (280-315 нм),
- УФ-С (100-280 нм).

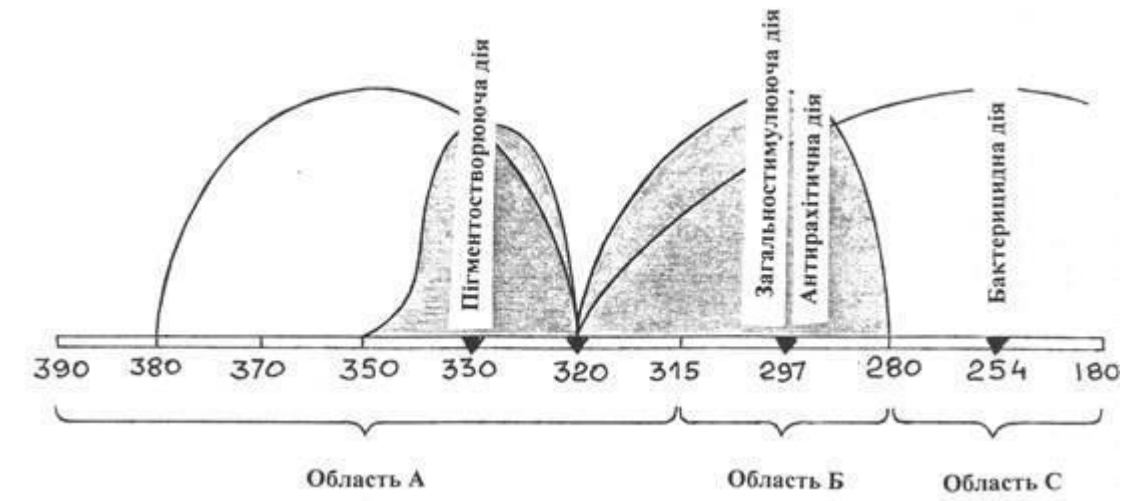


Рис.1.3. Основні діапазони ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання - це неіонізуюче випромінювання. Бактерицидну дію надає ультрафіолетове випромінювання з діапазоном довжин хвиль 205-315 нм, що проявляється як деструктивно-модифіковане фотохімічне пошкодження нуклеїнових кислот, що призводить до загибелі першого або наступного покоління мікробних клітин. На різні довжини хвиль живі мікробні клітини по-різному реагують на ультрафіолетове випромінювання. Залежність ефективності стерилізації від довжини хвилі випромінювання називається спектром дії. З кривої ефективності стерилізації видно (рис. 1.4), що ефект стерилізації, очевидно, працює лише у вузькому діапазоні 230 ... 300 нм, що становить приблизно одну четверту від діапазону, який називається ультрафіолетом [8].

Віруси та бактерії (палички, коки) у поживному стані більш чутливі до впливу ультрафіолетового випромінювання. Менш чутливі гриби та прості мікроорганізми. Найбільшу стійкість мають бактерії у вигляді спор.

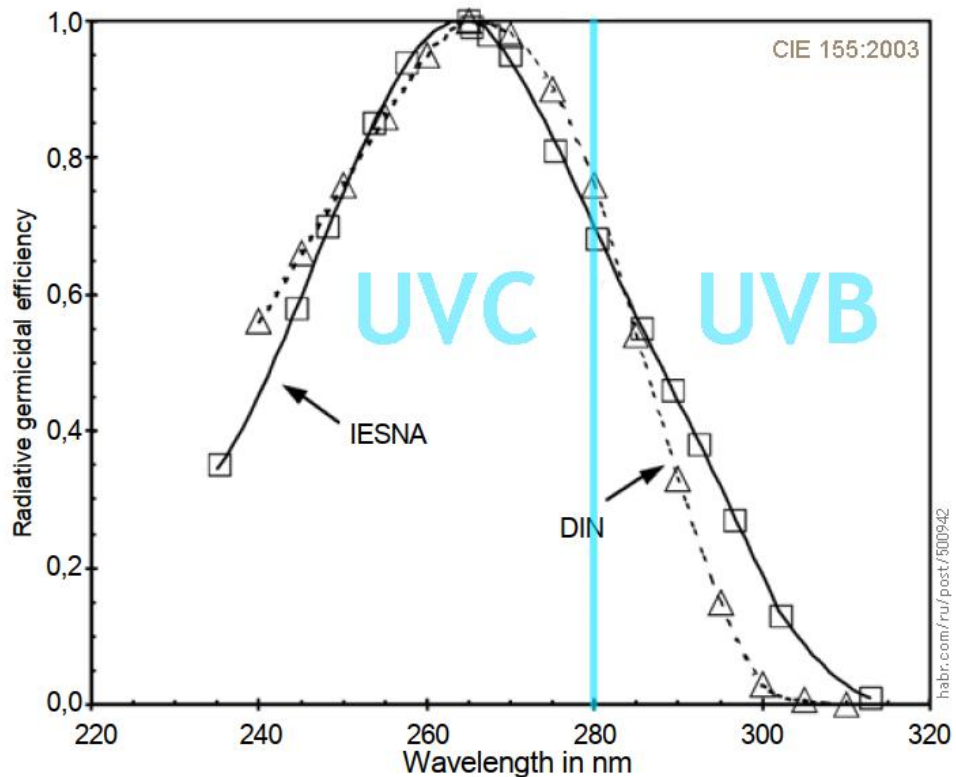


Рис.1.4. Криві бактерицидної ефективності з [CIE 155: 2003]

Кванти з довжиною хвилі в цьому діапазоні поглинаються нуклеїновими кислотами, завдаючи шкоди структурі ДНК і РНК. На додаток до бактерицидної (вбиваючої бактерії), ця лінійка також має протівірусну (антивірусну), фунгіцидну (протигрибкову) та спороцидну (вбиває спори) дію.

Фізична (або енергетична) кількість випромінювання використовується для опису характеристик ультрафіолетового випромінювання. Вимірювання цих величин поділяється на спектрний метод та інтегральний метод. Спектроскопія вимірює значення спектральної щільності значення випромінювання монохроматичного випромінювання у вузькому діапазоні довжин хвиль. Інтегрований метод оцінює загальне випромінювання лінійних та безперервних спектрів у певному спектральному діапазоні. За реальних умов експлуатації через багато факторів, що впливають на параметри бактерицидної лампи, ефективність бактерицидних властивостей може знизитися.

1.4. Користь УФ-променів

Подібно до природного ультрафіолетового випромінювання, випромінюваного сонцем, світло виробляється спеціальними пристроями, які впливають на рослини та біологічні клітини та змінюють їх хімічну структуру. Сьогодні дослідникам відомо лише, що кілька видів бактерій можуть існувати без цих променів. Інші істоти, за відсутності ультрафіолетового випромінювання, неодмінно загинуть.

Ультрафіолетові промені можуть мати значний вплив на події обмінних процесів. Вони посилюють синтез серотоніну та мелатоніну та позитивно впливають на центральну нервову систему та ендокринну систему. Під дією ультрафіолету активується вироблення вітаміну D, який є головним компонентом, що сприяє засвоєнню кальцію та запобігає розвитку остеопорозу та рахіту [4].

Біологічний ефект ультрафіолетового випромінювання в трьох спектральних областях суттєво різниться, тому біологи іноді визначають такі діапазони як найважливіші діапазони в своїй роботі:

- Близькі ультрафіолетові промені УФ-А (UVA, 315-400 нм),
- УФ-В промені (UVB, 280-315 нм),
- Дальні ультрафіолетові промені UV-C (UVC, 100-280 нм).

Коли сонячне світло проходить через земну атмосферу, майже весь UVC і приблизно 90% UVB поглинаються озоном, водяною парою, киснем та вуглекислим газом. Випромінювання з діапазону UVA рідко поглинається атмосферою. Отже, випромінювання, що досягає поверхні землі, переважно містить ближнє ультрафіолетове випромінювання UVA і містить UVB в невеликому діапазоні. Слід зазначити, що довжина хвилі UVB-променів може досягати лише епідермісу. Промені UVA мають більшу довжину хвилі і можуть проникати через дерму, оскільки озон в атмосфері поглинає дуже мало цієї частини ультрафіолетового спектра (рис. 1.5) [10].

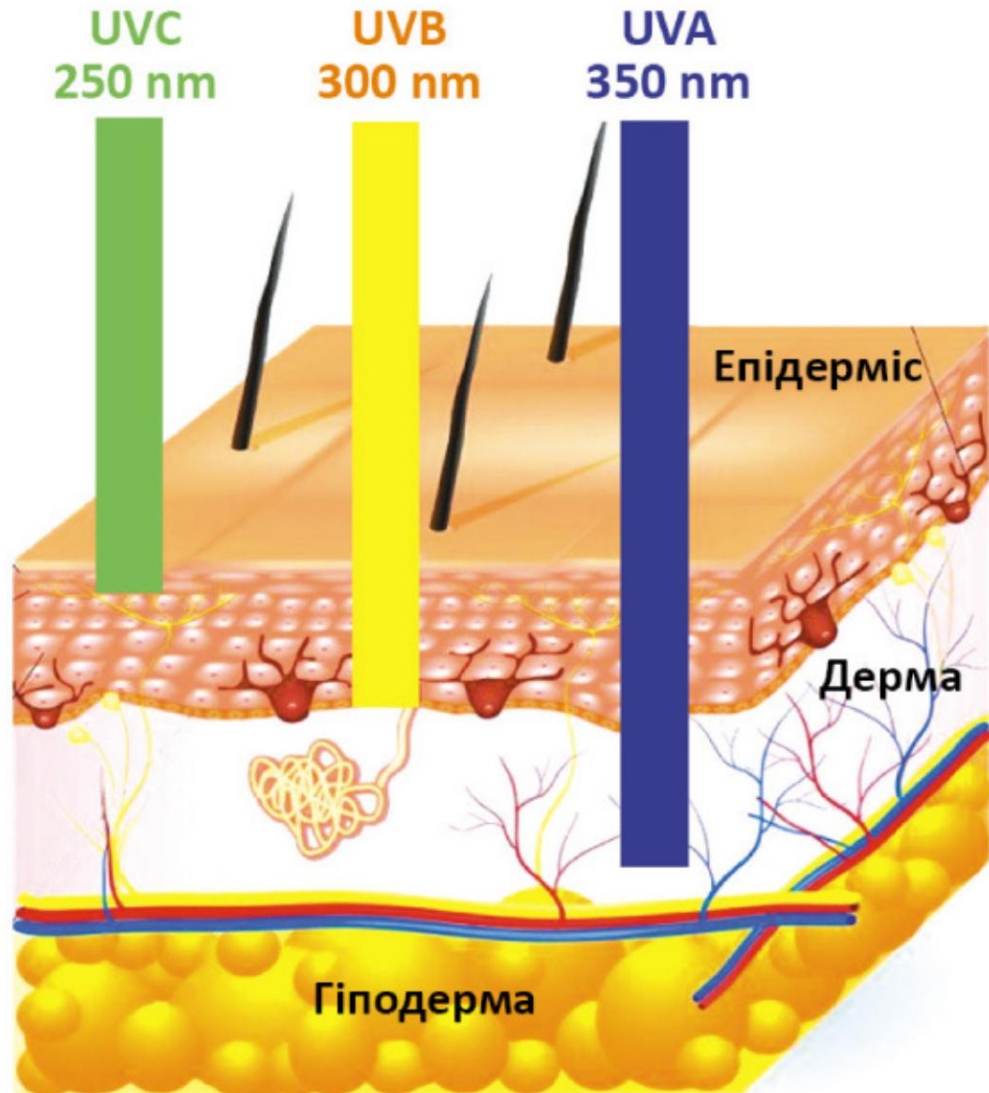


Рис.1.5. Проникна здатність ультрафіолету в шкіру людини.

1.5. Шкода УФ-променів

Шкідливе для живих організмів сильне ультрафіолетове випромінювання не буде проникати на землю через стратосферний озоновий шар. Однак промені, що належать до середнього діапазону, дістаються до поверхні нашої планети тможуть спричинити:

- Ультрафіолетова еритема - важкі опіки шкіри;
- Катаракт - кришталика ока, що призводить до сліпоти;
- Меланома - рак шкіри.

Крім того, ультрафіолет має мутагенну дію, що може пошкодити імунну систему та викликати рак [10].

1.6. Використання бактерицидних властивостей ультрафіолету

Ультрафіолетові промені можуть вбивати грибки та інші мікроорганізми в предметах, поверхнях стін, підлозі, стелі та повітрі. Ці бактерицидні властивості ультрафіолетового випромінювання широко використовуються в медицині, і їх використання є доцільним. Спеціальні лампи, що генерують ультрафіолетове світло, забезпечують стерильність операційної (рис.1.6.). Однак лікарі використовують ультрафіолетове бактерицидне випромінювання не тільки для боротьби з різними лікарняними інфекціями, але і як метод усунення багатьох захворювань. Останніми роками все частіше застосовується ультрафіолетове світло для дезінфекції повітря. Рециркулятори та випромінювачі встановлюються в місцях, де багато людей, таких як супермаркети, аеропорти та залізничні станції. Застосування УВІ, впливає на мікроорганізми, що дозволяє дезінфікувати середовище їх проживання найвищим ступенем, до 99,9% [4].



Рис.1.6. Стерилізація лікарняної палати.

Найбільший бактерицидний ефект характерний для діапазону UVC, з піковим значенням приблизно 260-265 нм. Принцип ультрафіолетової бактерицидної дії головним чином обумовлений руйнуванням зв'язків у молекулах нуклеїнових кислот, ДНК чи РНК та мікроорганізмів ультрафіолетовими фотонами. Крім того, певною мірою ультрафіолетові промені можуть викликати фотохімічні реакції мікробних білків. Найчутливішою мішенню бактерицидних ультрафіолетових променів є бактеріальна ДНК, за нею

йдуть ДНК, що містять ДНК-віруси, а потім РНК, що містять РНК-віруси та грибову ДНК. [6]

РОЗДІЛ 2

УЛЬТРАФІОЛЕТОВІ ОПРОМІНЮВАЧІ

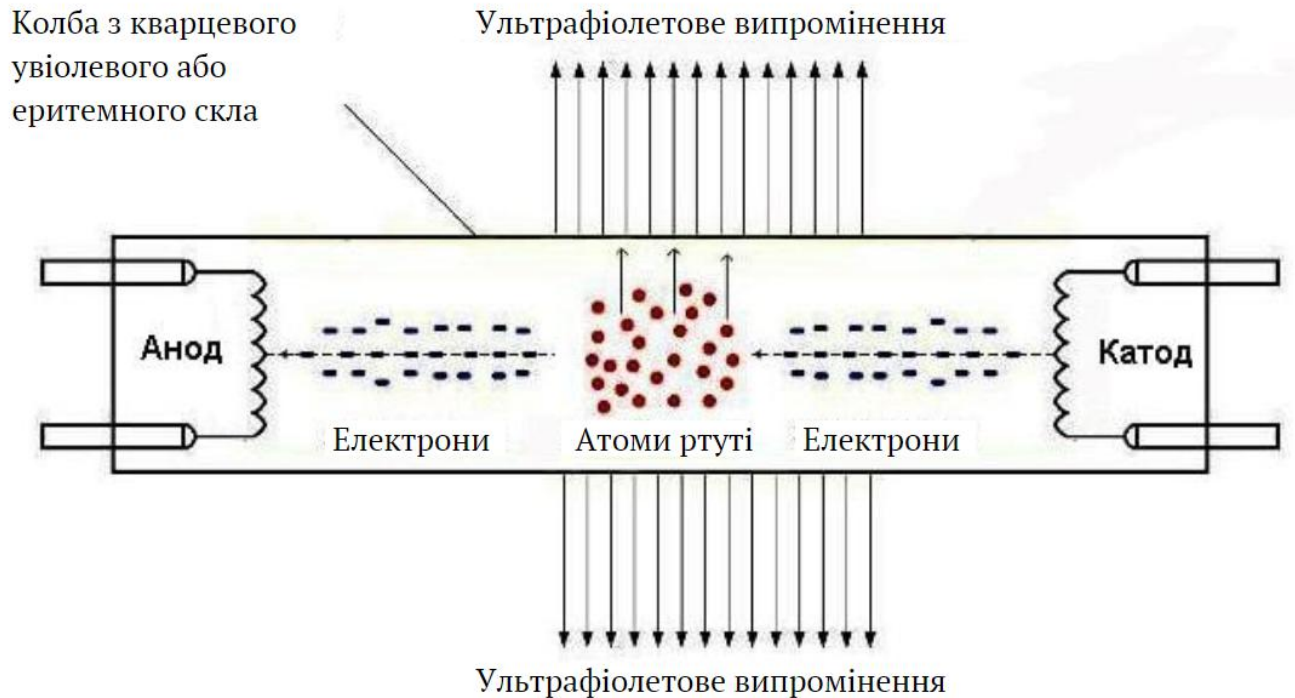
Ультрафіолетова стерилізація опроміненого повітря здійснюється за допомогою обладнання для ультрафіолетового випромінювання, принцип якого полягає у генеруванні випромінювання через скраплений газ (включаючи пари ртуті) у герметичному корпусі через розряд (рис. 2.1). За конструкцією опромінювачі поділяються на три групи: відкриті, комбіновані і закриті [6].



Рис.2.1. Класична газова ультрафіолетова лампа.

2.1 Будова ультрафіолетової лампи

Люди навчилися створювати штучні джерела УФ-випромінювання, які випромінюють у будь-якому заданому діапазоні. Конструктивно УФ лампа виконана у вигляді колби, заповненої сумішшю інертного газу і металевої ртуті. Тугоплавкі електроди приварені збоку до колби, а напруга живлення обладнання подається збоку від колби. Під дією цієї напруги в колбі починається тліючий розряд, що змушує молекули ртуті випромінювати ультрафіолетові промені у



всіх спектрах УФ-діапазону. (рис. 2.2)

Рис.2.2. Конструкція ультрафіолетової лампи

Виготовляючи колбу з того чи іншого матеріалу, конструктори можуть відрізати певну довжину хвилі випромінювання. Тому лампи з еритемного скла пропускають тільки ультрафіолетові промені категорії А, а лампочки лампочки вже прозорі для ультрафіолетових променів, але не через сильні ультрафіолетові промені. Якщо колба зроблена з кварцевого скла, прилад буде випромінювати всі три типи УФ-спектру - А, В, С.

Усі УФ-лампи є газорозрядними лампами і повинні бути підключені до мережі за допомогою спеціального пристрою активації (EPRA). Інакше тліючий розряд в колбі відразу перетворився б на неконтрольовану дугу [14].

2.2 Будова та принцип роботи УФ світлодіода

У перекладі з англійської аббревіатура LED буквально означає «світлодіод». Світлодіод (світлодіод) — це напівпровідниковий пристрій, електронно-дірковий перехід якого генерує світлове випромінювання під час проходження струму в прямому напрямку. Якщо таке випромінювання відбувається в ультрафіолетовому діапазоні, то такі діоди називають ультрафіолетовими.

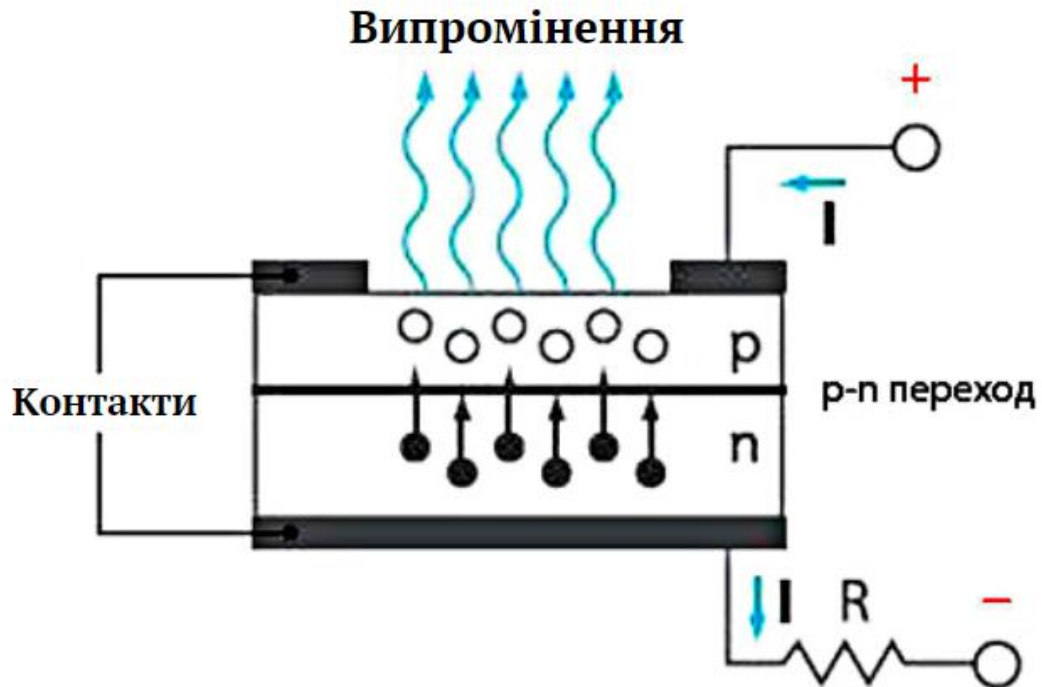
Будова і принцип роботи світлодіодів

Насправді немає очевидної різниці в принципі роботи звичайних світлодіодів для видимого та ультрафіолетового світла.

За певних умов різні матеріали можуть посилати в простір хвилі різної довжини. Це дозволяє людському оку бачити той чи інший колір у видимому спектрі, що відповідає певній довжині хвилі. У світлодіодах довжина хвилі випромінювання і отже, колір світлодіода залежить від ширини забороненої зони, в якій електрони та дірки рекомбінують. Змінюючи склад напівпровідника, можна досягти люмінесценції в широкому оптичному діапазоні від інфрачервоного випромінювання до ультрафіолетового. Особливо для генерації ультрафіолетового випромінювання потрібні напівпровідники з широкою забороненою зоною. Для цього використовуються такі матеріали, як арсенід алюмінію галію, нітрид галію, нітрид алюмінію та ін. В результаті виходять світлодіоди зі спектром випромінювання в будь-якому УФ діапазоні від 100 до 400 нм.

2.3 Фізика процесу випромінювання.

Коротко розглянемо, як відбувається процес випромінювання в світлодіодах. Для створення світлового потоку конструкція світлодіода вимагає наявності двох напівпровідників, один з яких повинен містити вільні електрони



(n), а інший - їх відсутність або «дірки» (p) (рис. 2.3) [14].

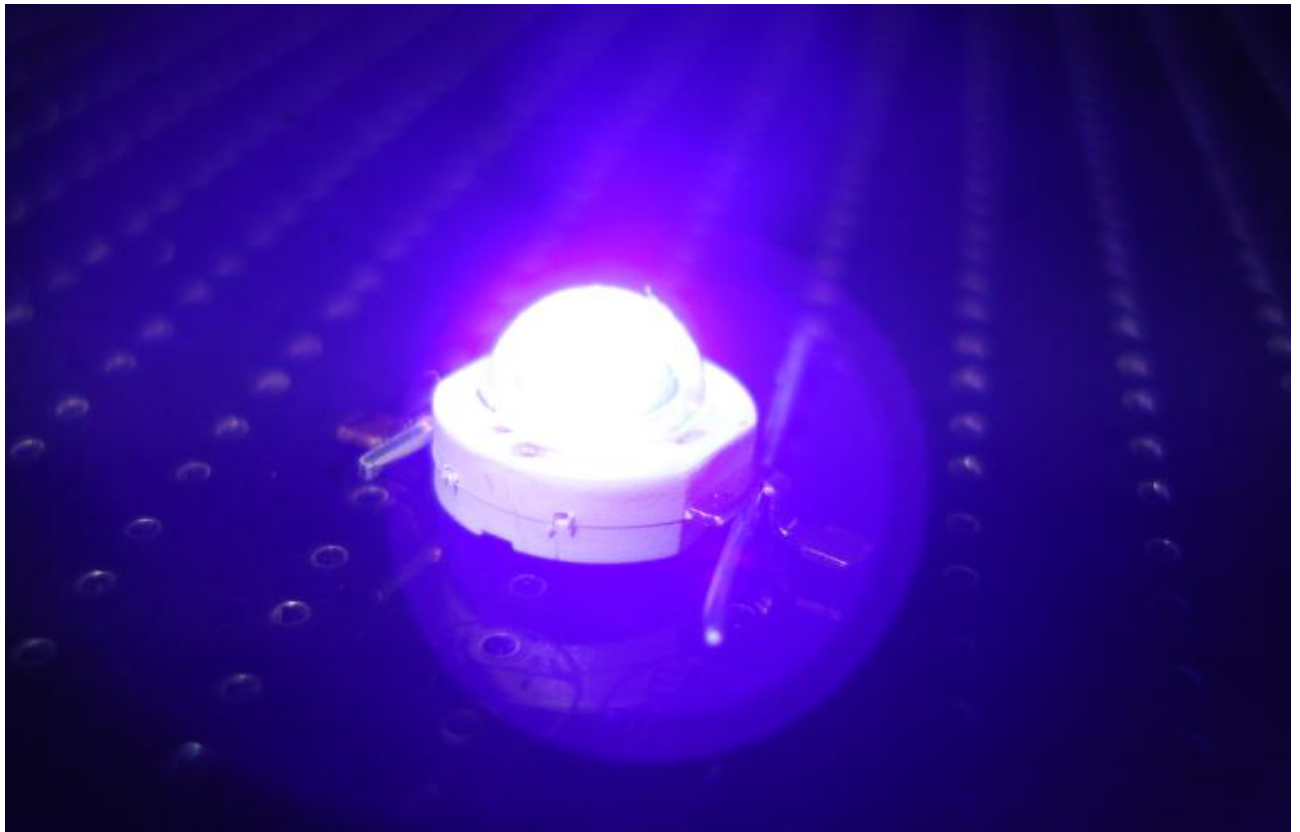
Рис.2.3. Будова p-n перехода та випромінювання фотонів

Якщо ми з'єднаємо такі напівпровідники з (p) і (n) областями, то між ними виникає «P-N» перехід, в результаті чого електрони від донора (n-типу) переходять до іншого напівпровідника (p-типу) і займають вільні дірки. фотонів Ця реакція відбувається лише за наявності джерела постійного струму.

Під час прямого протікання струму через «P-N»-перехід носіями заряду є електрони та дірки. Вони спрямовані назустріч один одному і рекомбінують, тобто пара протилежно заряджених вільних носіїв зникає з виділенням енергії у вигляді фотонного випромінювання (внаслідок переходу електронів з одного енергетичного рівня на інший).

Цей ефект називається електролюмінесценцією, а колір світла (що відповідає енергії фотонів) визначається енергетичною шириною забороненої зони напівпровідника E_g . Для діапазону видимого світла E_g у використовуваних матеріалах становить приблизно 1-3 еВ, а для синього та ультрафіолетового світла E_g перевищує 3-4 еВ.

Яскравість світіння регулюється зміною сили струму, а діаграма спрямованості формується вторинною оптикою лампи або лінзою, розташованою



безпосередньо над світловипромінюючим кристалом (рис. 2.4).

Рис.2.4. Ультрафіолетовий світлодіод в робочому стані

Останнім часом світлодіоди видимого діапазону, особливо ультрафіолетові світлодіоди, все частіше використовуються в різних сферах нашого життя. Поява ультрафіолетових світлодіодів стала можливою після розробки синіх світлодіодів на основі нітриду галію (GaN). У 1993 році С. Накамура створив перший синій діод, який характеризується високою яскравістю. З цього моменту стає можливим створення будь-якого кольору в спектрі, в тому числі білого [14].

РОЗДІЛ 3

ТИПИ УЛЬТРАФІОЛЕТОВИХ ОПРОМІНЮВАЧІВ

3.1. Відкриті опромінювачі

Їх принцип роботи полягає в безпосередньому опроміненні приміщення ультрафіолетовими променями, знезаражуючи повітря і поверхню предметів без людей. Дезінфекція відбувається в місцях, безпосередньо підданих дії ультрафіолетового світла. Місця та райони, які не зазнають безпосереднього впливу ультрафіолету, не дезінфікували, тому їх зазвичай називають «мертвими зонами» (рис. 3.1).

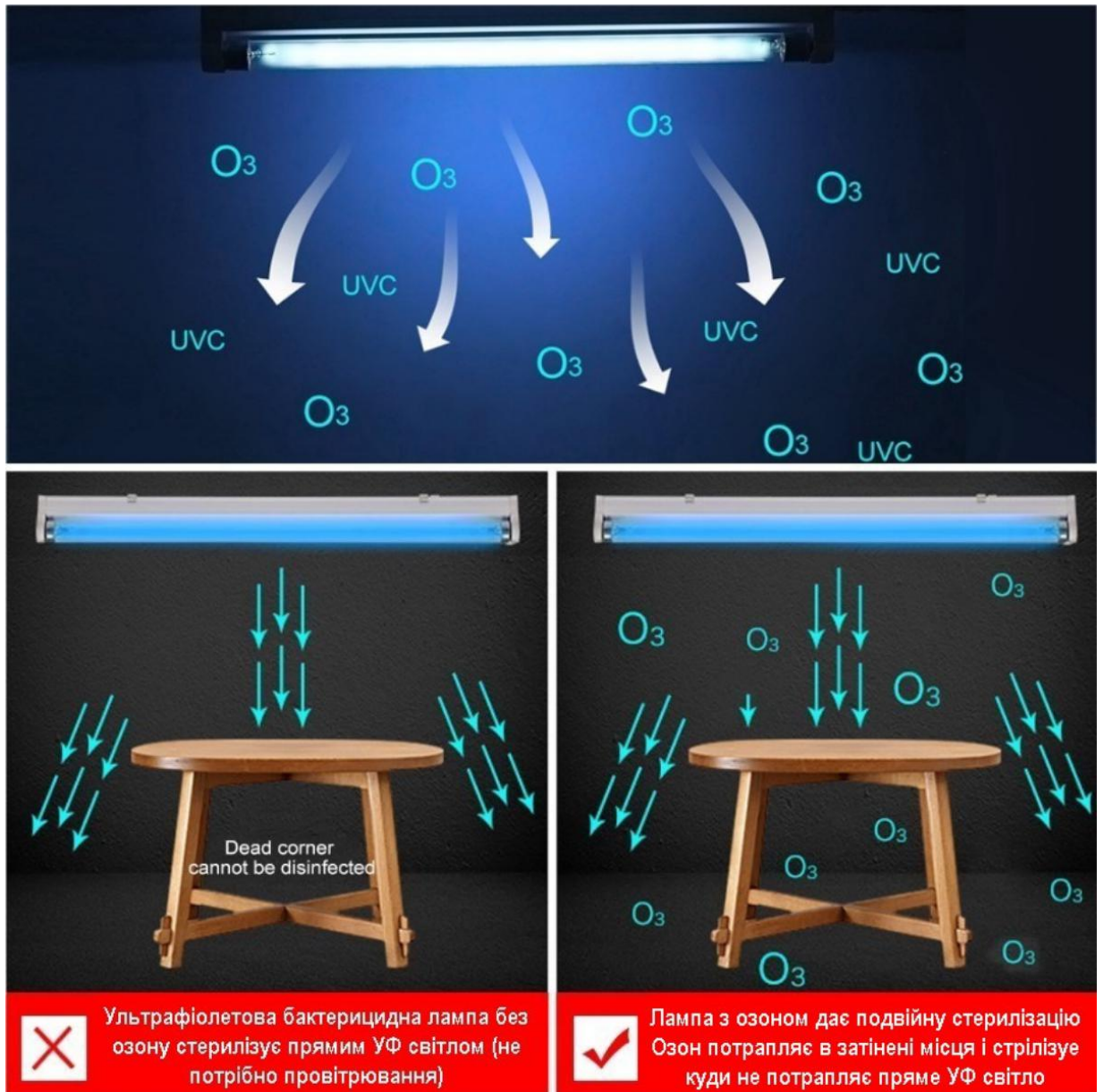


Рис.3.1. Принцип дії УФ опромінювача відкритого типу з озоном та без нього.

Слід розуміти, що ультрафіолетові промені лише дезінфікують поверхню і не мають проникаючої сили. Коли мікроорганізми знаходяться всередині пилу, бруду, жиру або "мертвих" ділянок робочої поверхні, їх використання буде не ефективним. Тому ніколи не рекомендується використовувати відкритий УФ-випромінювач як єдиний засіб для дезінфекції місця, але при використанні з миючими та дезінфікуючими засобами вони дадуть хороші результати [6].

Важливо також зазначити, що відкриті УФ-випромінювачі, що використовуються для дезінфекції повітря, не придатні для запобігання передачі по повітрю під час тривалого утворення інфекційних аерозолів.

Для того, щоб оцінити кількість опромінених УФ-випромінювачів, застосовується правило: 1-2,5 Вт потужності бактерицидної УФ-лампи на кубічний метр приміщення. Тому відкритий ультрафіолетовий випромінювач придатний для дезінфекції повітря та поверхонь, як додатковий метод, що застосовується в поєднанні з іншими методами після загального чи планового прибирання приміщень [6].

3.2. Екрановані опромінювачі

Їх принцип роботи полягає в постійній дезінфекції верхньої частини приміщення бактерицидним ультрафіолетовим випромінюванням, коли в приміщенні перебувають люди (рис. 3.2). Використовується для знезараження повітря в приміщеннях, особливо в умовах недостатньої вентиляції (механічної та природної). Ефективність екрануючого УФ-опромінювача залежить від змішування повітря між верхньою і нижньою зонами в приміщенні, що може забезпечуватися завдяки роботі, наприклад, вентиляції або будь-якого типу вентилятора [12].

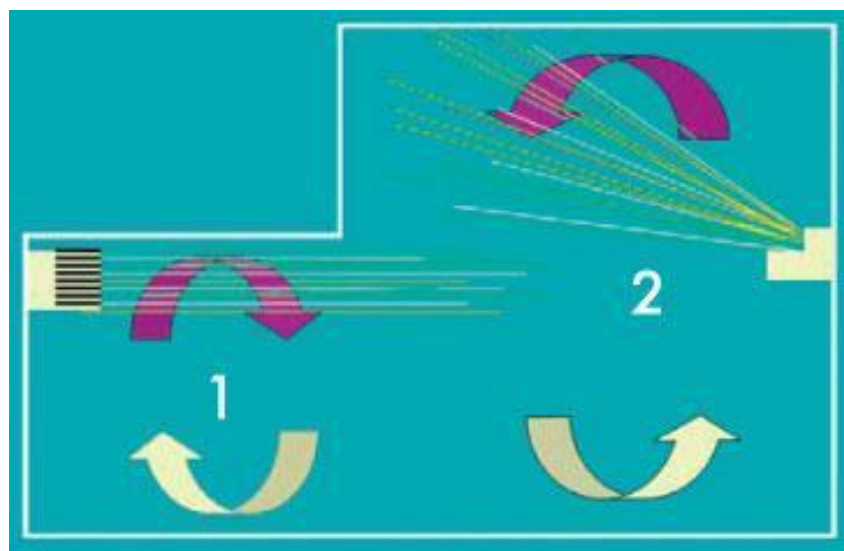


Рис.3.2. Принцип дії УФ опромінювача відкритого типу з озоном та без нього.

Екрановані радіатори, розділені за типом конструкції, бувають звичайними (з відкритим верхом) і жалюзі. Для приміщень висотою не більше 2,8-3 м рекомендується використовувати екранований опромінювач із жалюзі, щоб

зменшити ризик надмірного рівня УФ в нижній частині приміщення, де знаходяться люди. Щоб приблизно розрахувати кількість УФ-екрануючих радіаторів, використовуйте таке правило: одна УФ-лампа на 30 Вт на 18-20 квадратних метрів площі. Для ефективної дезінфекції повітря в приміщенні рекомендується вибрати цей тип екранованого радіатора та розмістити його у верхній частині приміщення, щоб середній рівень ультрафіолетового випромінювання становив 30-50 мкВт / см² [12].

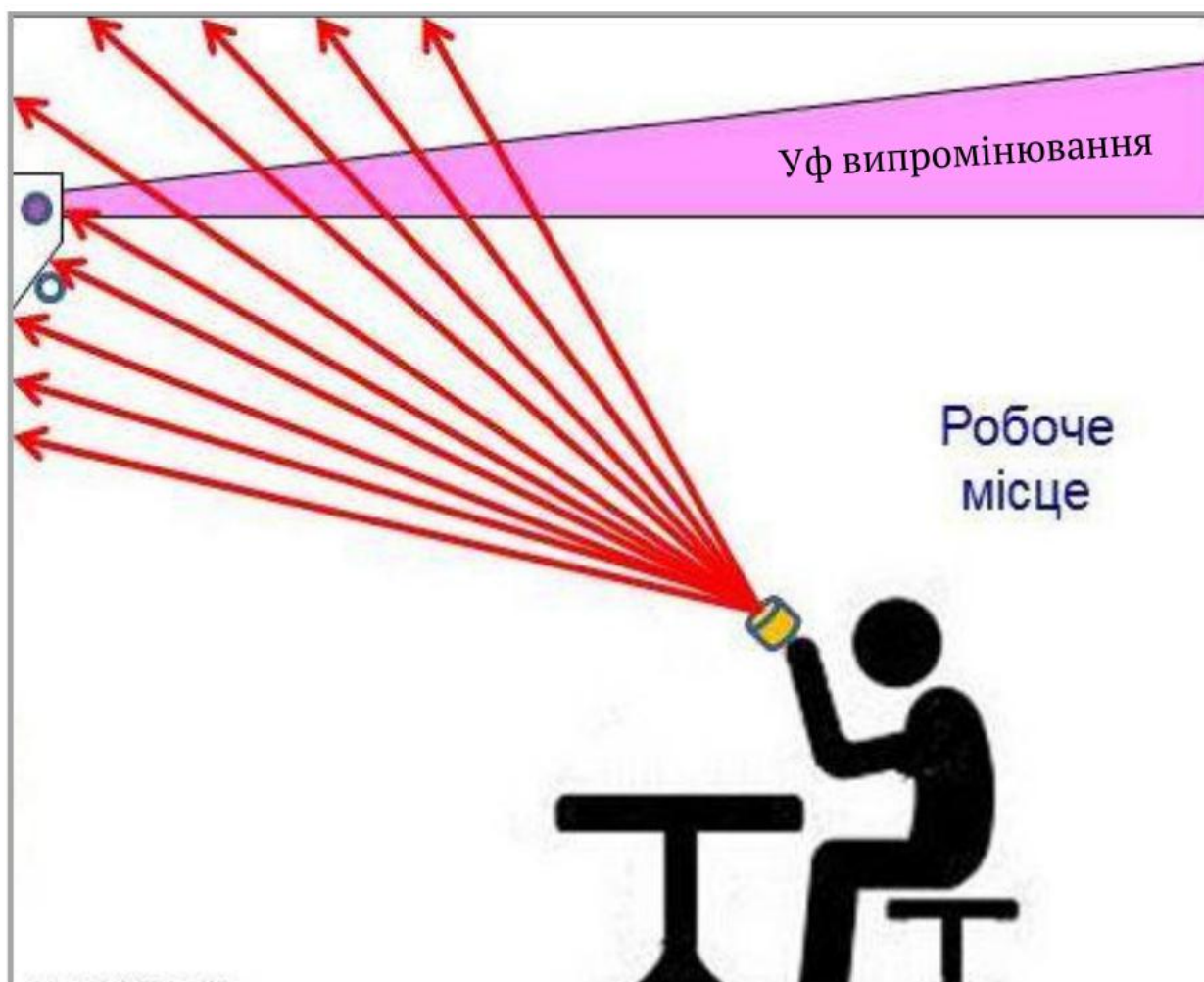


Рис.3.3. Вимірювання рівня УФ випромінювання на рівні очей на робочому місці.

Ультрафіолетове випромінювання у верхній частині кімнати може відбиватися на стелі, стінах та будь-яких предметах у нижній частині кімнати. Тому необхідно перевірити безпечний рівень УФ-випромінювання в нижній частині приміщення. Ці вимірювання зазвичай проводяться на висоті очей людини (1,7 м), ліжок пацієнтів та робочих місць працівників (рис. 3.3.). Щоб зменшити ризик перевищення рівня УФ в нижній частині приміщення під час

роботи екрануючого випромінювача, слід уникати матеріалів з високою УФ-відбивною здатністю (наприклад, побілка), а також матеріалів з низькою УФ-відбивною здатністю (таких як містять слід віддавати перевагу діоксиду титану або оксиду цинку). З тієї ж причини не рекомендується використовувати екрановані УФ-випромінювачі в приміщеннях з висотою стелі менше 2,3 м [6].

3.3. Закриті опромінювачі

Принцип роботи полягає в тому, що повітря з приміщення проходить через корпус пристрою, в якому працює бактерицидна УФ-лампа. (рис. 3.4.)

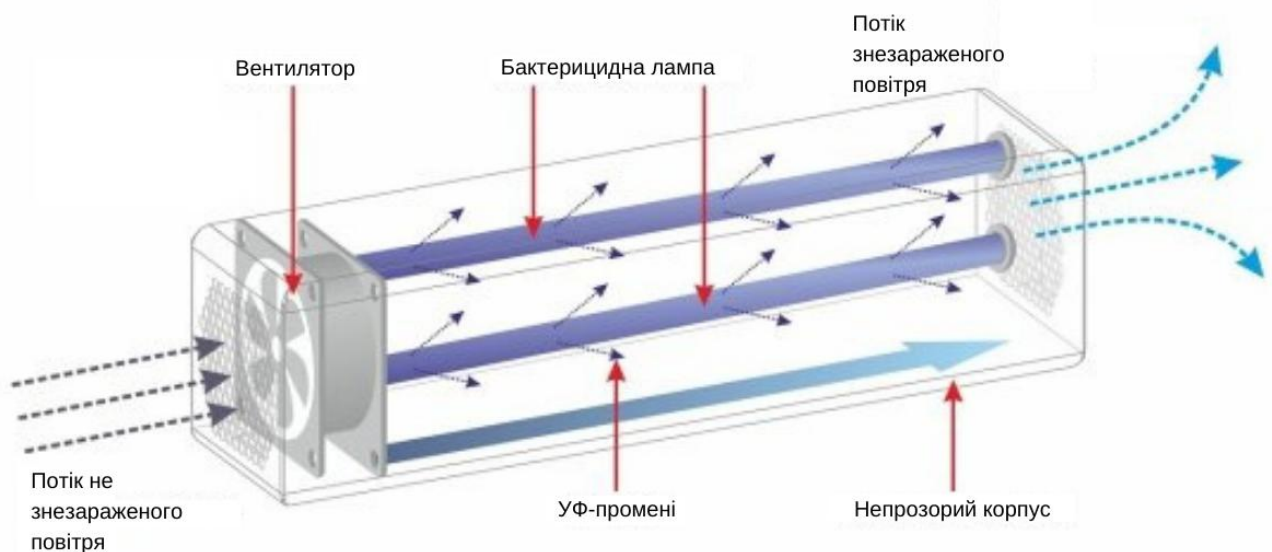


Рис.3.4. Принцип дії УФ опромінювача відкритого типу з озоном та без нього.

Для дезінфекції використовувати рециркулятор не рекомендується. Основна причина полягає в тому, що ефективність занадто низька. Щоб це зрозуміти, необхідно зрозуміти, що таке ефективна дезінфекція повітря в приміщенні. Насправді забруднення повітря (включаючи інфекційні аерозолі) не є сталою величиною. Наприклад, у туберкульозному відділенні або кабінеті бронхоскопії повітря постійно забруднюється. Дуже важливо якомога швидше ефективно усунути або продезінфікувати це «забруднення», щоб зменшити ризик

зараження медичного персоналу та/або розповсюдження іншими хворими та інфекційних аерозолів в інші приміщення.

Для оцінки ефективного очищення (дезінфекції) повітря в практиках боротьби з інфекціями прийнято використовувати термін еквівалентний повітрообмін у множині. Одноразова заміна повітря полягає у видаленні 63% забруднення повітря з приміщення на годину, подвійне видалення додаткових 63% залишків (37% запасу $(100-63)$; $37 * 63\% \approx 23\%$; тобто, загалом кажучи , Подвійний повітрообмін видаляє $63 + 23 = 86\%$ ‘забруднення’ за годину). Рекомендована швидкість для очищення повітря (дезінфекції) становить щонайменше 6 разів зміни повітря (тобто 99% очищення повітря за 46 хвилин), а ідеальна - 12 разів зміни повітря (тобто 99% очищення повітря за 23 хвилини).

Тому в більшості випадків використання рециркуляторів для знезараження повітря в приміщеннях є мірою, ефективність якої сумнівна [6].

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ІНАКТИВАТОРА

Розробку власного ультрафіолетового бактерицидного інактиватора, я почав з ознайомлення існуючих пристроїв, що можна придбати. Була розглянута бактерицидна маска, розроблена американським стартапом «UM Systems» (рис 4.1) [9].



Рис.4.1. Бактерицидна маска компанії «UM Systems».

Було виділено ряд позитивних характеристик цієї розробки:

- Висока ефективність бактерицидного випромінювача,
- Додаткова фільтрація дрібних елементів змінним фільтром, класу CE-FFP2
- Компактність та дизайн,
- Практичність та універсальність.

Проте не обійшлося без мінусів:

- Висока ціна (220-250\$),
- Відсутність можливості купити в Україні в короткі терміни [9].

Зважаючи на ці фактори, було сформоване завдання розробити подібний пристрій, з більш демократичнішою ціною, та з компонентів, що можна знайти на Українському ринку.

4.1. Електронні компоненти бактерицидного інактиватора

Оскільки одним із завдань було розробити пристрій з максимально доступних компонентів, то місцем їх пошуку став Київський радіо ринок. На ньому вдалося знайти всі компоненти для майбутнього пристрою, а саме (рис. 4.2):

- Ультрафіолетовий діод PB2D-UCLA-TC (265-280 нм),
- Акумулятор (Li-ion) 400 mAh
- Контролер заряду акумулятора,
- Регульований підвищувач перетворювач MT3608,
- Кнопка (вимикач).
- Резистор на 160 Ом для обмеження струму на діоді



Рис.4.2. Електронні компоненти.

Ультрафіолетовий діод PB2D-UCLA-TC (265-280 нм) був обраний не випадково, адже за даташитом він має такі характеристики (рис. 4.3) [11]:

Производитель	ProLight Opto
Рабочая температура	-40...60°C
Цвет диода LED	УФ-С
Рабочее напряжение	5...8В
Исполнение диода LED	EMITER
Тип диода	LED мощный
Размеры	3,5x3,5мм
Форма	квадратная
Линза диода	прозрачная
Ток диода LED	30мА
Длина волны λ_d	265-280нм
Максимальная мощность	200мВт
Обзор	120°

Рис.4.3. Характеристики УФ діода PB2D-UCLA-TC.

Його довжина хвилі випромінювання підходить ідеально під бактерицидні стерилізацію, він компактний і має малий струм споживання, що дозволяє працювати довгий проміжок часу, від акумулятора. Також було розраховано, чи цей УФ діод буде здатний ефективно інактивувати повітря в пристрої маски.

Кількість мікроорганізмів, що вижили на поверхнях і в повітрі при збільшенні дози ультрафіолету знижується по експоненті. Наприклад, доза, що вбиває 90% мікобактерій туберкульозу - 10 Дж / м². Дві таких дози вбивають 99%, три дози вбивають 99,9% і т.д (рис. 4.4).

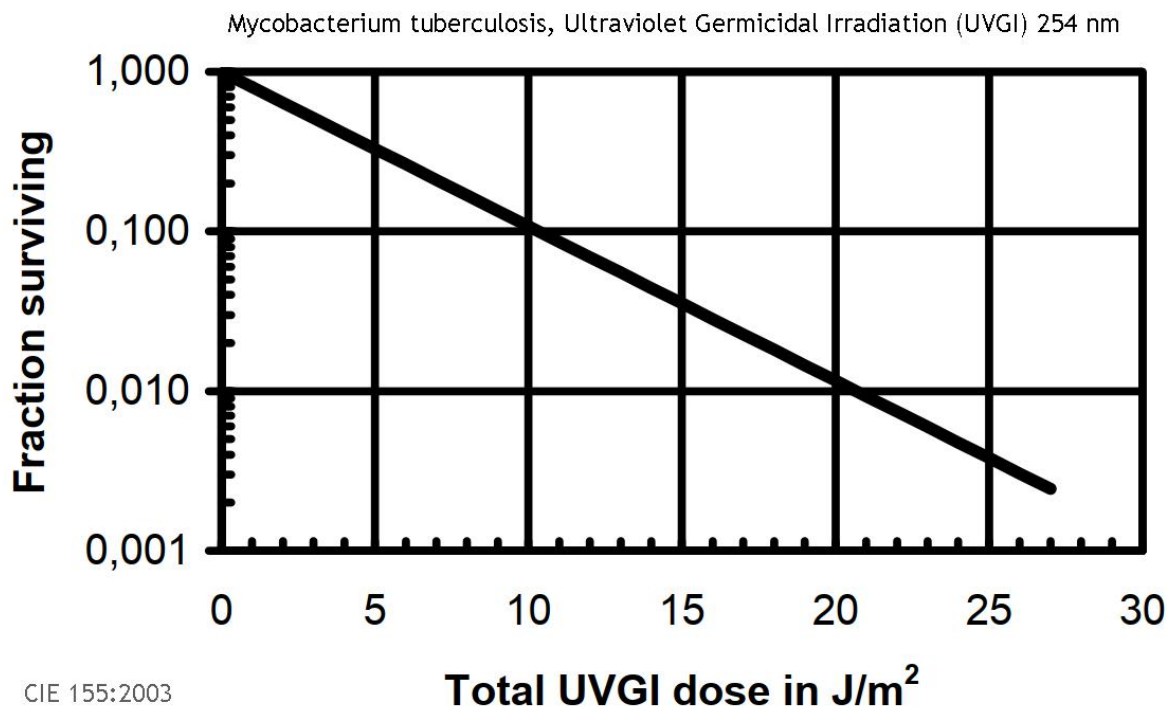


Рис.4.4. Вплив УФ випромінювання на мікроорганізми.

Серед перерахованих в [CIE 155: 2003] патогенних мікроорганізмів найбільш стійка до ультрафіолету сальмонела. Доза, що вбиває 90% її бактерій - 80 Дж/м². За даними огляду [Kowalski2020] середнє значення дози, яка вбиває 90% коронавіруси - 67 Дж/м². Але для більшої частини мікроорганізмів ця доза не перевищує 50 Дж/м². Для практичних цілей можна запам'ятати, що стандартна доза, дезинфікуюча з ефективністю 90%, - це 50 Дж/м².

Приклад оцінки необхідного часу опромінення: припустимо, необхідно дезинфікувати повітря і поверхні в кімнаті розміром 5 × 7 × 2,8 метра, для чого використовується одна відкрита лампа Philips TUV 30W.

У технічному описі лампи вказано бактерицидний потік 12 Вт. В ідеальному випадку весь потік йде строго на дезинфекцію поверхні, але в реальній ситуації половина потоку пропаде без користі, наприклад буде надмірно інтенсивно висвітлювати стінку за світильником. Тому будемо розраховувати на корисний потік 6 Вт. Загальна опромінена площа поверхонь в приміщенні - підлога 35 м² + стеля 35 м² + стіни 67 м², разом 137 м².

В середньому на поверхні падає потік бактерицидного випромінювання $6 \text{ Вт}/137\text{м}^2 = 0,044 \text{ Вт}/\text{м}^2$. За годину, тобто за 3600 секунд на ці поверхні доведеться доза $0,044 \text{ Вт}/\text{м}^2 \times 3600 \text{ с} = 158 \text{ Дж}/\text{м}^2$, або округлено $150 \text{ Дж}/\text{м}^2$. Що відповідає трьом стандартних доз $50 \text{ Дж}/\text{м}^2$. А так як розрахована доза, перш ніж впасти на поверхні, пройшла через обсяг кімнати, з не меншою ефективністю продезінфікований і повітря [7].

Проведемо розрахунки потужності та ефективності випромінювання для обраного мною світлодіода PB2D-UCLA-TC (265-280 нм):

За даташитом для коректної роботи діоду потрібно: напруга - $U=6,5 \text{ В}$; струм - $I=0,2 \text{ мА}$. Для дотримання величини напруги нам потрібний регульований підвищувач перетворювач МТ3608, з його допомогою я виставляю потрібну для діода напругу $U=6,5 \text{ В}$. Для того, що сила струму на діоді не перевищувала $0,2 \text{ мА}$, потрібно включити резистор в розріз живлення діоду. Для визначення характеристик потрібного резистора скористаємося законом Ома:

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I} \Rightarrow R = \frac{6,5}{0,02} = 325 \text{ Ом}$$

Потужність резистора повинна бути не менше ніж:

$$P = I * U \Rightarrow P = 6,5 * 0,02 = 130 \text{ Вт}$$

За даними з даташиту, при таких значеннях напруги ($6,5 \text{ В}$) та струму ($0,02 \text{ А}$), потужність світлового потоку становить $P_c = 3,5 \text{ мВт}$. Не складно порахувати ККД світлового випромінювання для даного світлодіода:

$$\eta = \frac{0,2}{0,0035} * 100\% \frac{\text{— потужність живлення}}{\text{— потужність УФ випромінювання}} = 1,75\%$$

По аналогії з прикладом з лампою Philips TUV 30W, порахуємо оцінку корисної дози опромінення діода PB2D-UCLA-TC (265-280 нм) використаного в масці: площа опромінення в корпусі становить близько $S=20 \text{ см}^2$, потужність світлового потоку $P_c = 3,5 \text{ мВт}$, час $t=3600 \text{ с}$:

$$\frac{P_c * t}{S} = \frac{0,0035 * 3600}{0,002} = 6300 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$$

Така доза справедлива лише для опромінення невеликої площі та на невеликій відстані, так як діод не призначений для великих кімнат і ефективно може себе показати лише в компактних збірках. Реальна корисна доза опромінення для площі 1 м^2 буде дорівнювати $12,6 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2}$.

Враховуючи малі розміри бактерицидної лабіринтної камери, в якій встановлено 2 УФ діода, я можу прийти до висновку, що опромінення об'єму повітря, який людина вдихає (близько 0,5 л), вистачить для знезараження на 99,9% мікроорганізмів в повітрі.

Акумуляторна батарея на 400 mAh та напругою 3.7 В, з розмірами $2.2 \times 42 \times 43$ мм. Вона була обрана завдяки достатній ємності, при потрібних габаритах, які поміщаються в корпус маски. Також перевагою цієї батареї є вбудований захист від перезаряду (рис. 4.5).

Час роботи маски від даного акумулятора можна розрахувати по формулі:

$$T = \frac{C * U * \eta}{P}$$

Де C - ємність акумулятора (400 mAh), U - напруга на акумуляторі (3,7 В), P - потужність УФ діодів (2 шт. по 0,2 мВт), η - ККД модуля МТ 3608 (93%)

Отже теоретичний час роботи пристрою від акумулятора 3 год 25 хв.

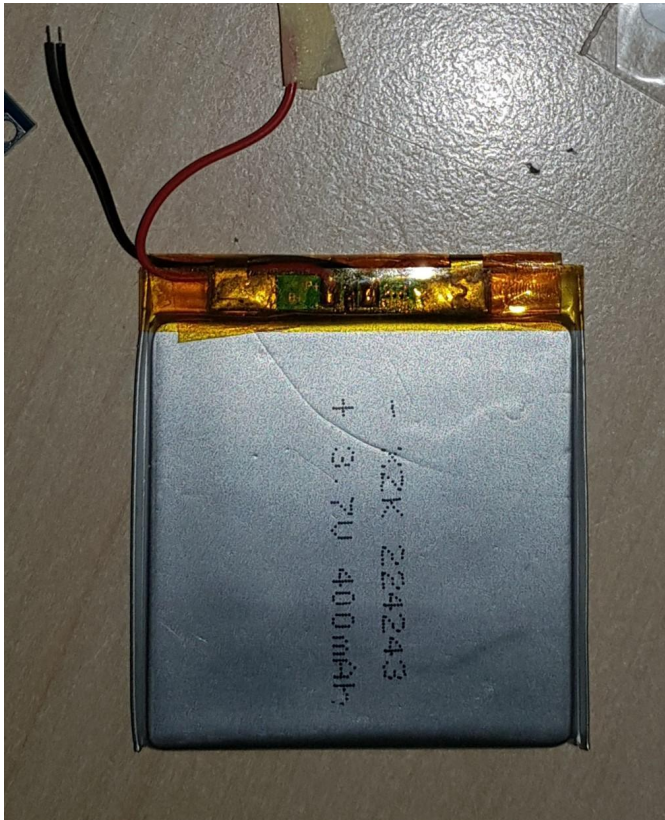


Рис.4.5. Акумуляторна батарея

Контролер заряду батареї (FC-45 TP4056), потрібний в моїй схемі, щоб зручно та без шкоди поповнювати заряд акумулятора, через вбудований порт micro USB.



Рис.4.8. Мініатюрний регульований підвищуючий перетворювач (MT 3608).

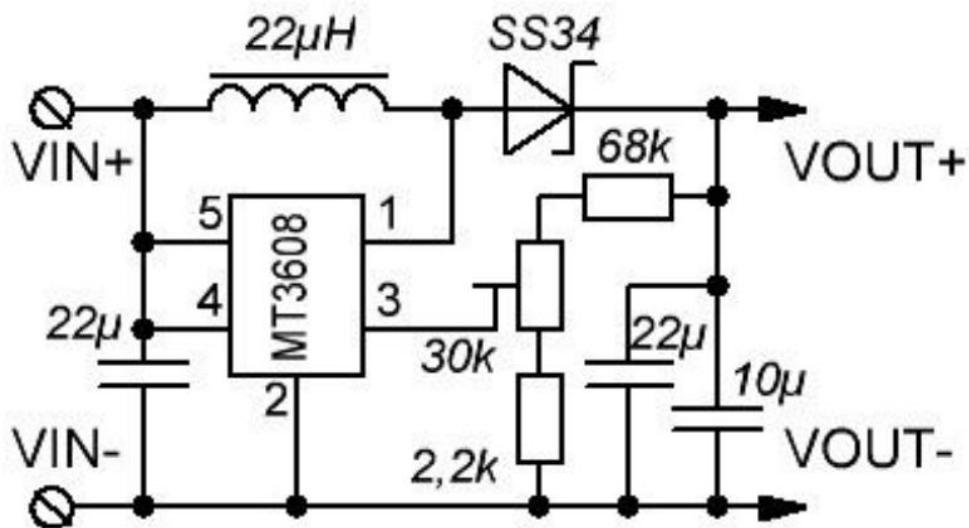


Рис.4.9. Ел схема мініатюрного регульованого підвищуючого перетворювача (MT 3608).

4.2. Електрична схема

На базі електричних компонентів з попереднього розділу, була створена блок-схема в «Multisim live».

Multisim™ - це програмне забезпечення промислового стандарту, що підтримує SPICE. Воно застосовується для моделювання та програмування схем для аналогової, цифрової і силової електроніки в освітній та дослідницькій галузях.

ПЗ Multisim™ інтегрує стандартну симуляцію на основі SPICE з інтерактивним схемотехнічним середовищем для миттєвої візуалізації і аналізу поведінки електронних схем. Додаючи в процес розробки потужний симулятор схем і її аналіз, Multisim™ допомагає дослідникам і проектувальникам скоротити число циклів прототипування друкованої плати (PCB) і заощадити витрати на розробку.

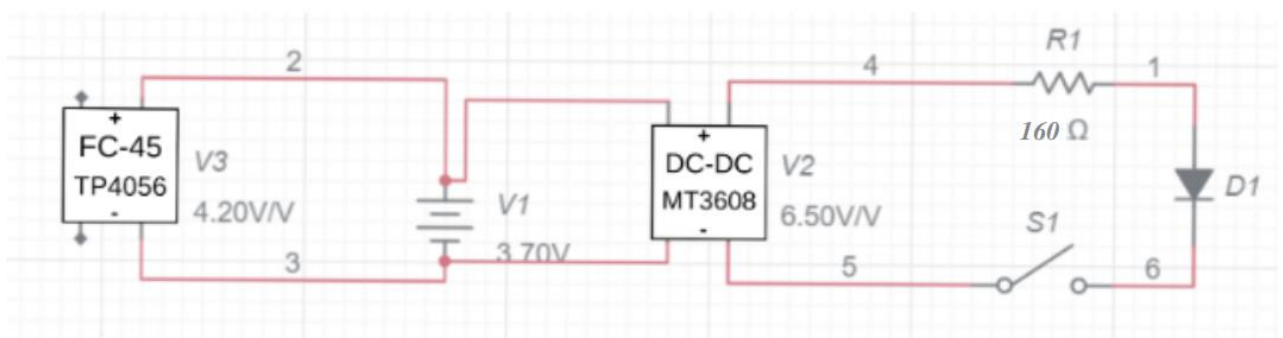


Рис.4.10. Електрична схема підключення компонентів бактерицидного інактиватора.

4.3. Корпус та його моделювання

Корпус бактерицидного інактиватора було змодельовано для друку на 3д принтері. Враховано габаритні розміри компонентів, а також було зроблене “лабіринтне перекриття” на виходах для повітря, щоб в ультрафіолетового випромінювання не було можливості покинути межі корпусу та нашкодити шкірі або очам людини. В корпусі відокремлений відділ під електроніку, від активної частини, де є бактерицидне випромінювання (рис. 4.11).

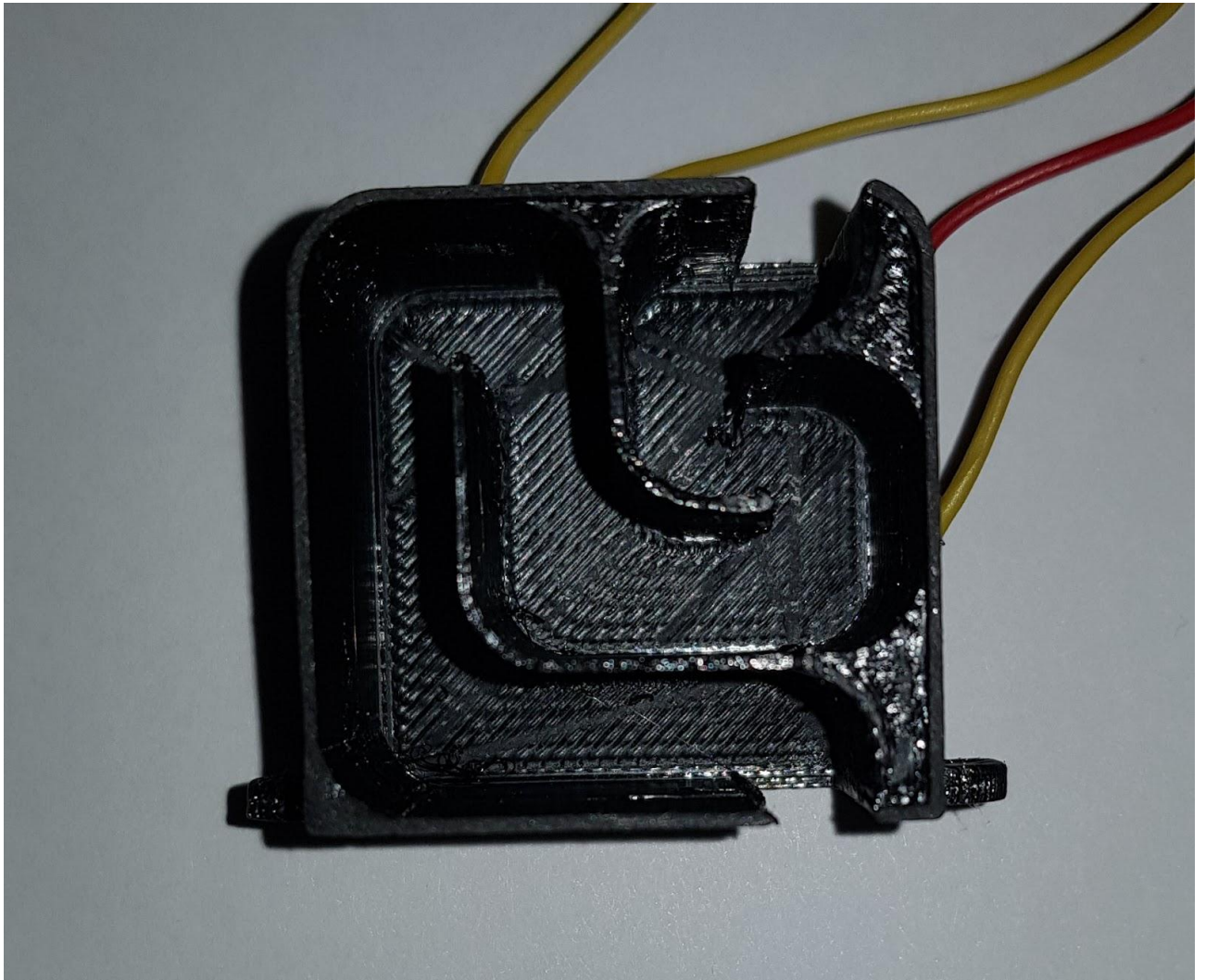


Рис.4.11. Ізольований корпус бактерицидного модуля в розрізі.

В модулі з лабіринтом шириною 31 мм. і висотою 31 мм. встановлено 2 УФ світлодіода, що виконують функцію знезараження. Повітря з зовні потрапляє всередину маски, проходить через отвір, проходить лабіринт, опромінюється 2 світлодіодами та потрапляє до маски і потім до легенів людини. Такий самий шлях проходить повітря, що видихається (рис. 4.12). За рахунок такої конструкції, повітря проходить більшу відстань під випроміненням УФ діода, що позитивно впливає на ефективність знезараження.

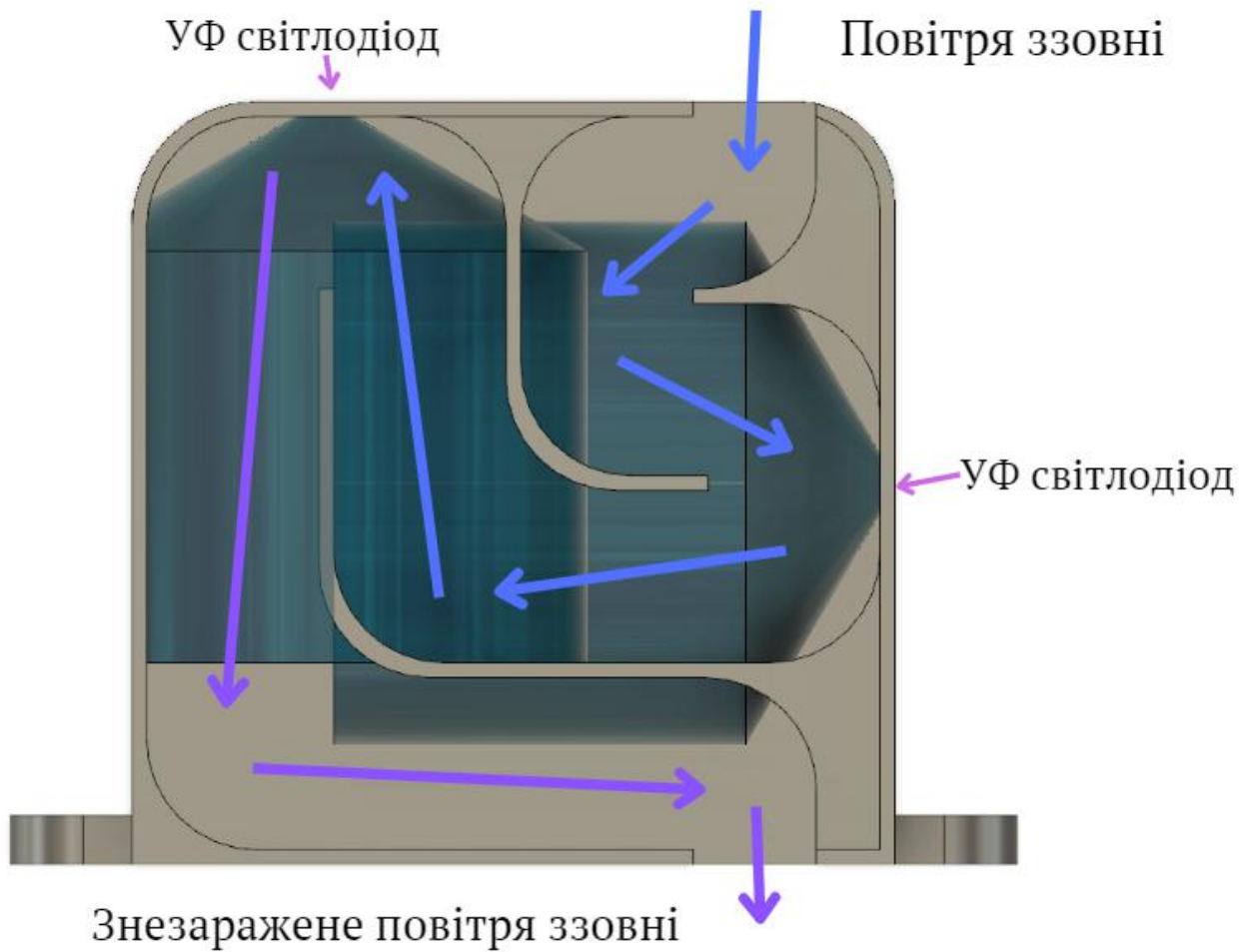


Рис.4.12. Схематичне зображення процесу знезараження повітря, що проходить через корпус

Носити такий бактерицидний інактиватор потрібно закріпивши його в спеціальній масці виготовленій з силікону, що дозволяє щільно прилягати до обличчя і не пропускати повітря ніде, окрім через сам пристрій (рис. 4.13-4.14).



Рис.4.13.Бактерицидна маска в зборі.



Рис.4.14. Бактерицидна маска в зборі.

4.4. Збірка пристрою.

Мною виготовлений працюючий прототип. Корпус був надрукований на 3д принтері. Далі було спаяно всю схему, розміщено та закріплено всі компоненти в корпусі (рис. 4.15-4.16).

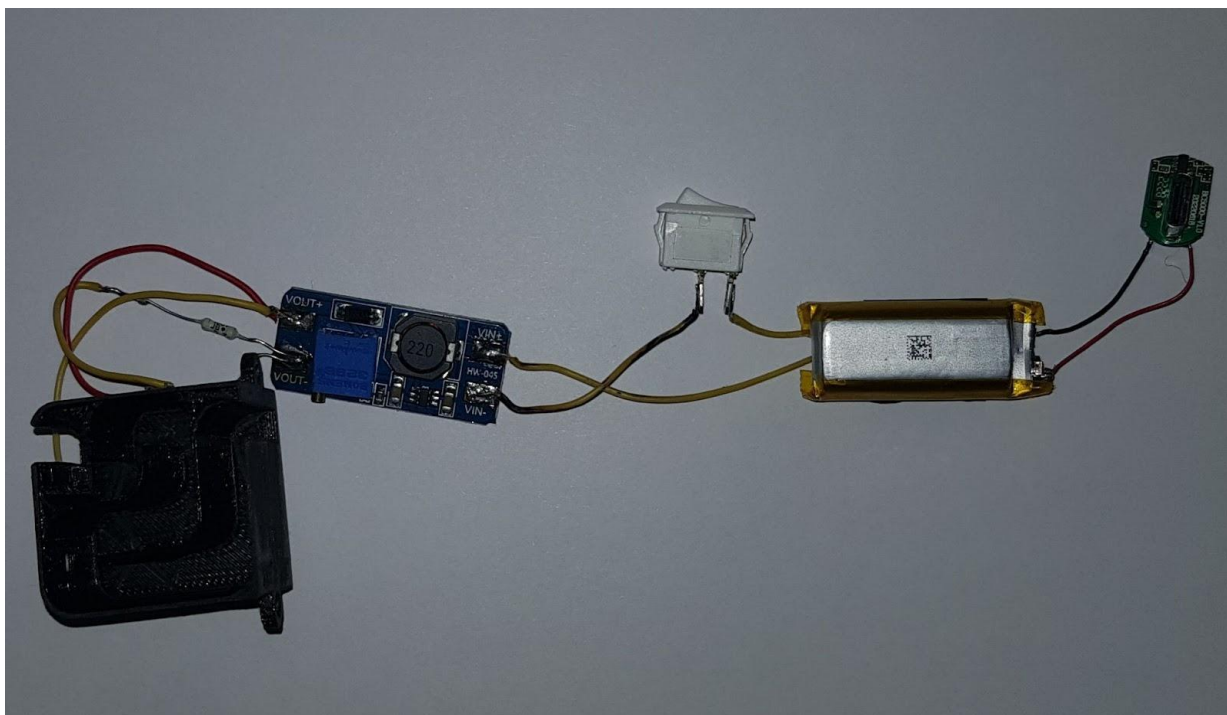


Рис.4.15. Розміщення електронних компонентів всередині друкованого корпусу.

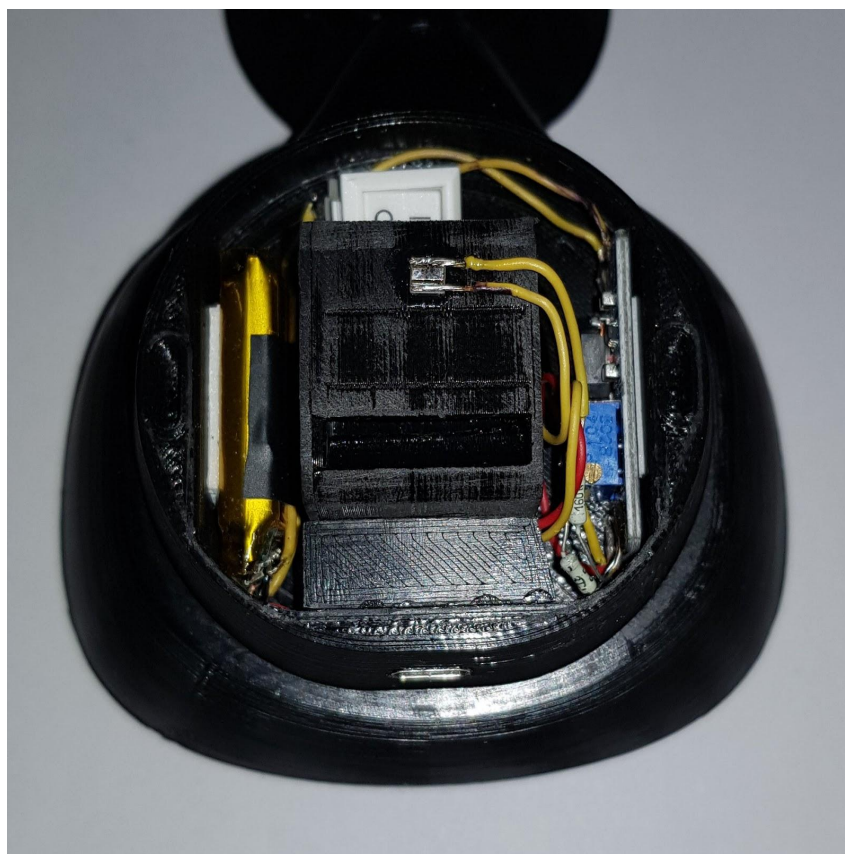


Рис.4.16. Розміщення УФ діоду та електронних компонентів в корпусі.

Перевірка працездатності діодів перед склеюванням корпусу бактерицидного модуля (рис 4.17).

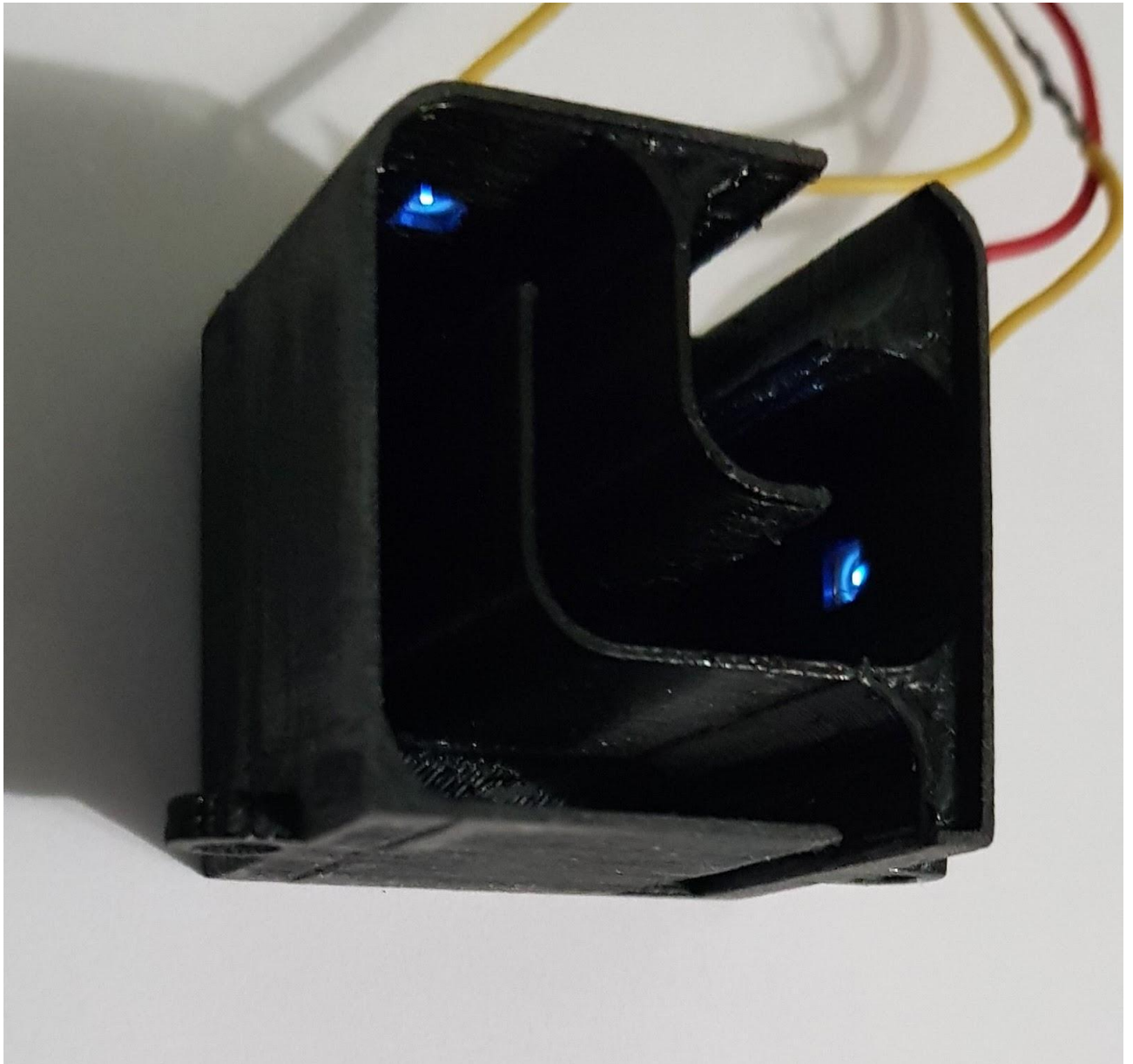


Рис.4.17. Світіння УФ діодів.

За даними досліду, на одному заряду акумулятора, пристрій пропрацював трохи більше 3 годин. Оскільки окрім живлення діода, ми маємо втрати на підвищувальному перетворювачі та на тумблері, а також реальна ємність акумулятора може бути меншою від заявленою, то реальний час роботи пристрою від акумулятора трохи відрізняється від розрахованого теоретичного значення. Для збільшення часу роботи пристрою потрібно лише збільшити ємність акумулятора в 3-4 рази, тоді можна отримати комфортні 9-12 годин

роботи від одного заряду, що дозволить використовувати маску протягом всього дня, не знімаючи для підзарядки.

Собівартість даного пристрою вийшла:

- Ультрафіолетовий діод PB2D-UCLA-TC (265-280 нм) 2 шт. – 200 грн,
- Акумулятор (Li-ion) 400 mAh – 160 грн,
- Контролер заряду акумулятора – 40 грн,
- Регульований підвищувач перетворювач MT3608 – 50 грн,
- Кнопка (вимикач) – 5 грн,
- Друк корпусу та маски – 45 грн.

Сума дорівнює 500 грн, що є значно менше ніж маска компанії «UM Systems». Тому вважаю завдання по розробці ультрафіолетового бактерицидного інактиватора у форматі маски – виконаним (рис 4.18).

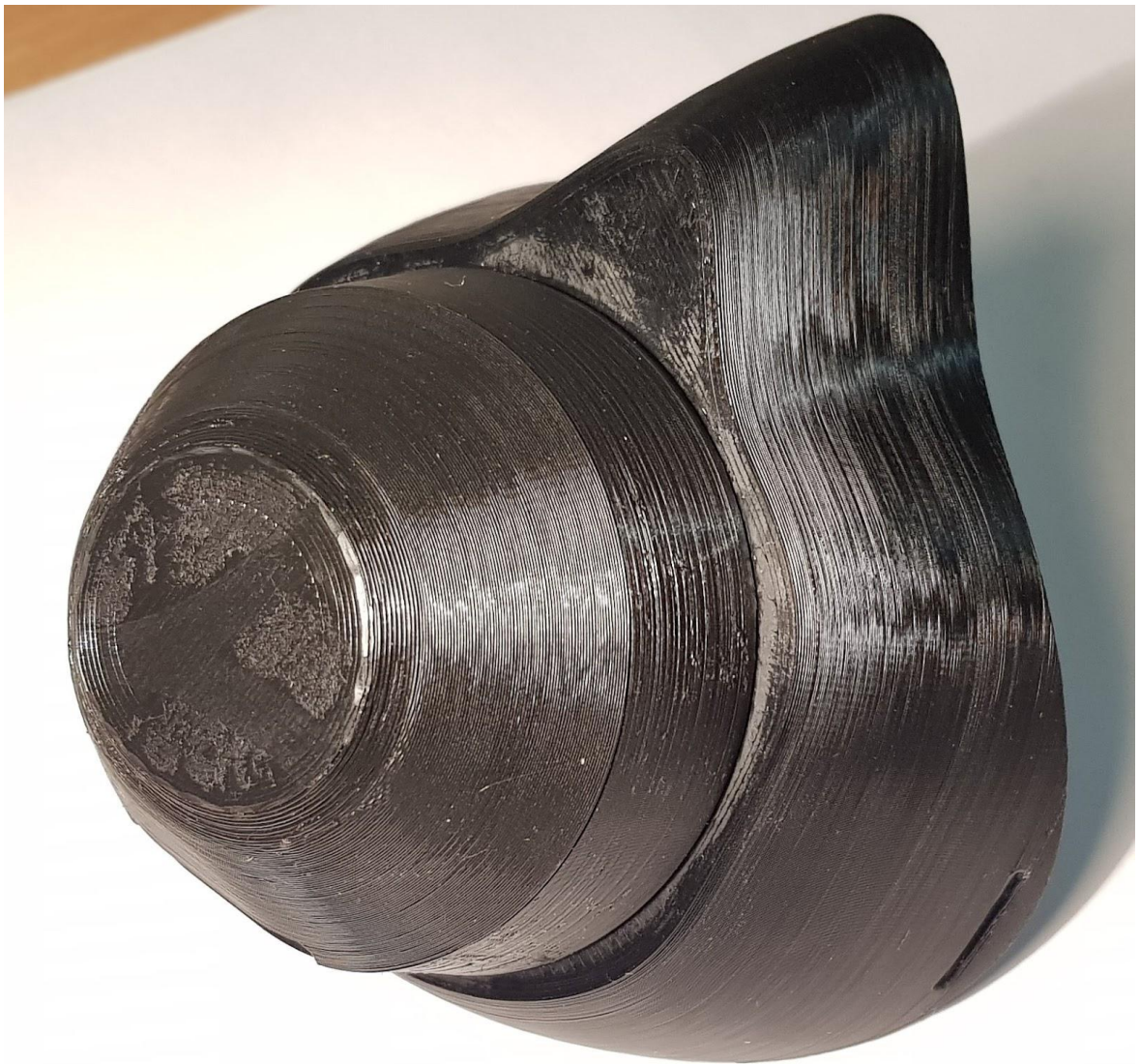


Рис.4.18. Виготовлений прототип бактерицидного інактиватора-маски.

Висновок

У світовій практиці ефективним профілактичним санітарно-епідеміологічним засобом пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів у повітряному та водному середовищах визнано бактерицидне ультрафіолетове (УФ) опромінення.

Ультрафіолетова складова сонячного світла є основною причиною загибелі мікробів у навколишньому повітрі. Енергія ультрафіолетової складової сонячного світла може завдати шкоди мікроорганізмам на клітинному та генетичному рівні, як і людині, але тільки шкірі та очам. Спори та певні типи екологічних бактерій стійкі до дії сонячного світла і можуть переносити тривалий вплив світла без значної шкоди для свого організму. Поява штучних джерел ультрафіолетового випромінювання дозволила вирішити проблему бактерицидної дезінфекції повітря, поверхонь тощо, оскільки вони використовують рівні випромінювання, вищі за ті, що містяться у звичайному сонячному світлі.

Сьогодні УФ-випромінювання використовується у всіх сферах діяльності людини – медицині, фармацевтиці, харчуванні, текстилі, поліграфії, агропромислових комплексах, системах водоочищення та водовідведення тощо. Ультрафіолетове бактерицидне випромінювання є ефективним санітарно-протиепідемічним засобом, призначеним для придушення життєдіяльності мікроорганізмів у повітрі, воді та на поверхнях.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Все необхідне для життя людина отримує з природи: повітря, воду, промислову сировину. Будучи частиною природи, людське суспільство може лише постійно взаємодіяти з природою. Вплив людини на навколишнє середовище є трансформуючим, змінюючи його, а не завжди покращуючи, тому охорона навколишнього природного середовища та раціональна охорона природи є однією з найактуальніших проблем, що постають перед людством, особливо в сучасних умовах.

Конституція України передбачає раціональне використання землі, лісів, повітря та водних ресурсів. На сьогодні діють деякі нормативні акти у сфері охорони навколишнього природного середовища: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», постанова Уряду України «Про затвердження Порядку визначення вартості забруднення навколишнього природного середовища» та його максимальний розмір» тощо.

Під навколишнім середовищем розуміють цілісну систему взаємопов'язаних природних і створених людиною об'єктів і явищ, серед яких відбувається праця, побут і відпочинок людей.

Поняття «довкілля» включає соціальні, природні та штучно створені фізичні, хімічні та біологічні чинники, тобто все, що впливає на життя і діяльність людини. Природне середовище є невід'ємною частиною довкілля. Перед сучасним суспільством стоїть завдання не лише охорони природи, а й запобігання майбутнім негативним наслідкам господарської діяльності людини.

Охорона навколишнього середовища – комплексна проблема, яка хвилює все суспільство і кожного громадянина.

Розмова йшла про вирішення важливого питання – захисту та турботи про нинішні та майбутні покоління від згубних наслідків їх науково-технічної та промислової діяльності.

На початку своєї історії людина задовольняла прості біологічні потреби (їжа, одяг, житло). У міру розвитку суспільства зростає використання природних ресурсів для задоволення матеріальних потреб. Сьогодні людина дуже позитивно впливає на природу.

Одним із небажаних, але очевидних наслідків технологічних процесів є забруднення навколишнього середовища побічними продуктами промислово-технологічної діяльності.

Світ природи постійно змінюється через промислову діяльність. Як наслідок, в Україні помітно скорочуються площі зелених насаджень, підкислюється ґрунт і вода, промислові відходи, в тому числі різноманітні

сильнодіючі токсичні речовини, забруднюють повітря, водойми та ґрунт, концентрація вуглекислого газу збільшується внаслідок спалювання великої кількості викопного палива в біосфері, що може призвести до зміни теплових умов (клімату) на поверхні Землі. Наслідки всього цього позначаються на здоров'ї людей. Так, з року в рік кількість випадків серцево-судинних і ракових захворювань зростає.

Здавна побутує помилкова думка, що щедроти природи невичерпні, тому, мовляв, не варто турбуватися про їх відтворення та відновлення.

Чому сьогодні такі актуальні проблеми охорони природи та раціонального використання ресурсів? Це пояснюється головним чином тим, що природні ресурси планети, особливо України, зазнали величезної шкоди. У минулому столітті водною та вітровою ерозією було знищено близько 2 мільярдів гектарів землі – 15% усієї території суші. За всю історію людського суспільства було знищено дві третини лісів на землі. Сьогодні підприємства викидають великі обсяги забруднюючих речовин у водне та повітряне середовище, завдаючи серйозної шкоди населенню та навколишньому природному середовищу на великих відстанях. Щороку в океан викидається від 1 до 3 мільйонів тонн нафтопродуктів. Занепокоєння викликає скидання промислових відходів у річки, озера та моря.

З часом обсяги відходів збільшувалися разом зі зростанням виробництва та населення. Речовини рослинного і тваринного походження широко використовуються, поки є сировина, а відходи, що утворюються, втягуються в кругообіг речовин силами природи, що забезпечує самоочищення. Але зараз все більше використовують синтетичні речовини і речовини мінерального походження. Викинуті синтетичні миючі засоби не засвоюються мікроорганізмами, що розкладаються, вони накопичуються у водоймі, потрапляють і забруднюють водойму разом зі стічними водами. При спалюванні нафтового палива, крім оксидів вуглецю (CO_2 , CO), в атмосферу разом із димовими газами викидаються оксиди сірки (SO_2), які взаємодіють із вологою та киснем повітря, утворюючи сірчану кислоту — т.зв. утворення «кислотних дощів». Під дією кислотних дощів вода в річках, озерах, ставках та інших водоймах може швидко закиснути. Під впливом кислотних дощів кислотність ґрунту підвищується. Таких прикладів багато.

Іншим поширеним забрудненням природного середовища є використання пестицидів і мінеральних добрив у сільському господарстві. За останні роки використання мінеральних добрив в Україні зросло в 43 рази, а різноманітних отрутохімікатів — у 10 разів. Більші врожаї можна отримати в результаті посиленої хімічної обробки. Але в той же час ґрунт, вода та їжа все більше забруднюються.

Вода – наше безцінне багатство. Його значення для людини добре відомо. В Україні, за даними науково-дослідних інститутів, запаси води на душу населення зменшуються, а потреби населення, промисловості та сільського господарства з кожним роком зростають. Тільки вугільні шахти «випивають» мільярди тонн на рік, а нафтові родовища — удесятеро більше. Енергетика, металургія, хімічна промисловість, легка промисловість, сільське господарство споживають багато води. Багато міст вже відчувають дефіцит прісної води. Вода в багатьох річках і озерах не придатна для життя і навіть для купання. Тому всі водні ресурси і перш за все процеси їх споживання повинні бути охороняні та захищені. Посилається на потребу в міських стічних водах, які будуть використовуватися для промисловості, зрошення, постачання оборотної води та контролю забруднення річок, озер і водосховищ після очищення. З полів і у водойми змивається до 30% мінеральних добрив. У багатих поживними речовинами водоймах водорості швидко розмножуються, результатом чого є «цвітіння». Потім водорості гинуть і починається їх бродіння з виснаженням кисню. Рівень кисню у водоймі впав і риба почала гинути. Така вода стає непридатною для побуту і навіть для технічних потреб. Забруднення повітря, особливо поблизу великих підприємств і міст, негативно впливає на здоров'я людей. Автотранспорт, різні опалювальні системи та підприємства виділяють велику кількість шкідливих для організму людини газів, таких як діоксид сірки, вуглекислий газ та оксиди азоту.

Тому Україна має надавати великого значення охороні навколишнього середовища. На ліквідацію наслідків аварії на ЧАЕС були виділені величезні кошти. Було прийнято багато законів, спрямованих на захист навколишнього середовища. На підприємства, які забруднюють навколишнє середовище, накладають штрафи.

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

Більшу частину часу людина проводить на роботі, а отже, рівень її працездатності та продуктивності, якості праці та стану здоров'я залежать від умов праці та рівня її безпеки. Забезпечення здорових і безпечних умов праці вимагає заходів щодо підвищення безпеки виробничих середовищ.

Охорона праці — це система законодавчих актів, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і фармацевтичних профілактичних заходів і фінансування, спрямованих на забезпечення безпеки, здоров'я і працездатності людини під час процесу праці. Забезпечення безпеки є результатом діяльності з запобігання, локалізації або усунення існуючих і потенційних небезпек.

На людину постійно впливають різноманітні фактори, багато з яких згубні для її здоров'я та активної діяльності. Вивчення цих факторів і здатність зменшити їхні негативні наслідки сприяли виживанню людини протягом всієї історії та дозволили нам існувати в сучасному світі.

Електромагнітне випромінювання в оптичній області, прилеглої до видимого світла з короткохвильовим спектром, з довжинами хвиль в діапазоні 200...400 нм, називається ультрафіолетовим випромінюванням (УФВ). Його дію на людину оцінюють по еритематозному ефекту (почервоніння шкіри, що призводить до гіперпігментації - через 48 годин після засмаги).

Проблема УФ-випромінювання як виробничо-екологічного чинника зумовлена широким використанням джерел випромінювання в народному господарстві, підвищенням рівня сонячної радіації, пов'язаним із руйнуванням озонового шару, підвищенням рівня сонячної радіації, збільшенням кількості захворювань, особливо злоякісні та доброякісні пухлини шкіри, захворювання, викликані УФ-випромінюванням, та інші проблеми зі здоров'ям.

Тривала відсутність UVB в організмі призведе до «світлового голодування». Тому він необхідний для нормальної життєдіяльності людського організму.

Однак тривалий вплив високих доз UVB може завдати серйозної шкоди очам і шкірі. Зокрема, може викликати рак шкіри, кератит (запалення рогівки) і помутніння кришталика ока (фотокератит, інкубаційний період від 0,5 до 24 годин). Щоб запобігти несприятливим наслідкам дефіциту UVB, використовуйте сонячне випромінювання шляхом організації соляріїв, інсоляції в приміщеннях, використання штучних джерел UVB.

На промислових підприємствах джерелами УФ-випромінювання є зварювальні дуги, ртутно-кварцові лампи, лазери та інше обладнання та прилади. Формування і вплив світлового випромінювання в ультрафіолетовій області

відбувається при газовому зварюванні, при використанні плазмової технології (різання металу, напилення, обробка поверхні металу), при використанні різних ламп і випромінювачів кварцового, ртутного, галогенного та інших спектральних джерел. Сучасні технології, такі як УФ-сушка, пристрої для знезараження повітря, поверхонь і води, різноманітні медичні та інші випромінювачі (перукарське обладнання, лампи для нігтів, солярії та ін.) широко застосовуються в різних галузях економіки та народного господарства.

Газозварювальники, копіювальні машини, працівники теплиць, медичний персонал (фізіотерапевти, стоматологи, педіатри) та інші особи, які обслуговують різноманітні джерела УФ-випромінювання, піддаються професійному впливу ультрафіолетового випромінювання. З іншого боку, при виконанні дорожніх, сільськогосподарських, будівельних та інших робіт на свіжому повітрі працівники піддаються природному УФ-випромінюванню, яке є складовою сонячної радіації. Крім того, слід виділити групу робітників різних спеціальностей (так звані "прихвачувальники") для роботи зі зварниками для закріплення елементів великих конструкцій в останній момент накладання основних зварних швів. Ці роботи виконують як самі зварювальники (різні спеціальності), так і робітники інших спеціальностей (слюсарі-механики, слюсарі та ін.). Для таких робіт характерне використання зварювальної дуги невеликої тривалості, яка має характерний «імпульс» під час «прихоплювання» зварюваних елементів конструкції. Зазначені роботи необхідно виконувати в окулярах із захисними фільтрами.

Під впливом надлишкового ультрафіолетового випромінювання спочатку можуть розвинутися різні захворювання і патологічні стани з боку органу зору, серед яких катаракта або помутніння кришталика ока, запалення рогівки (кератит), слизових оболонок (фотоофтальмія), що найчастіше бувають у цих груп працівників. Надмірне опромінення ультрафіолетом може призвести до захворювань шкіри: запалення шкіри, почервоніння або еритеми, прискореного старіння шкіри, алергічних реакцій, пухлин шкіри, в тому числі злоякісних (рак шкіри, меланома).

До засобів колективного захисту від УФБ належать різноманітні пристрої (огорожі, вентиляція, автоматика керування та сигналізації, дистанційне керування) та знаки безпеки. Індивідуальний захист від UVB забезпечують різні екрани: фізичні (у вигляді різних предметів, які поглинають, розсіюють або відбивають промені) і хімічні (містять хімічні речовини та захисні креми, які поглинають інгредієнти UVB). Для захисту також використовується спеціальний одяг з тканини (поплін та ін.) і окуляри із захисними фільтрами. Кремне скло (скло з оксидом свинцю) товщиною 2 мм забезпечує повний захист від усіх хвиль UVB. При облаштуванні кімнати необхідно враховувати різні властивості відображення різних оздоблювальних матеріалів для UVB і видимого світла.

Фарби на масляній основі, оксид титану та оксид цинку погано відбивають UVB, тоді як крейдяна побілка та полірований алюміній відбивають добре.

Список використаних джерел

1. Мейер А., Зейтц Э. Ультрафиолетовое излучение. М., ИЛ, 1952- 424 с.
2. А.О. Семенов, к.ф.м.н., проф. Г.М. Кожушко, д.т.н., Н.В. Семенова. Використання ультрафіолетового випромінювання для бактерицидного знезараження води, повітря та поверхонь. Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.2, сс. 179-186.
3. Методи знезараження повітря в приміщеннях. [Електронний ресурс].- 2020. Режим доступу: <https://kmm.com.ua/clauses/metody-obezzarazhivaniya-vozdukha-v-pomescheniyakh/> - Дата доступу: жовтень 2022.
4. Ультрафіолетове випромінювання: застосування, користь і шкода. [Електронний ресурс].- 2021. Режим доступу: <http://druzy.com.ua/yltrafioletove-viprominuvannia-zastosyvannia-korist-i-shkoda/> - Дата доступу: жовтень 2022.
5. Методика виконання вимірювань параметрів ультрафіолетового випромінювання. МВУ 11-038-2007, від 1 квітня 2007р.
6. Рекомендації щодо використання ультрафіолетового опромінення (уф) для дезінфекції. [Електронний ресурс].- 2020. Режим доступу: <https://www.phc.org.ua/news/rekomendacii-schodo-vikoristannya-ultrafioletovogo-oprominennya-uf-dlya-dezinfekcii/> - Дата доступу: жовтень 2022.
7. Ультрафіолет. Ефективна дезінфекція та безпека. [Електронний ресурс].- 2020. Режим доступу: <https://habr.com/ru/post/500942/> - Дата доступу: жовтень 2022.
8. Лазарев Д. Н. Ультрафиолетовая радиация и ее применение, Л. — М., 1950.
9. Противовирусна маска для обличчя. [Електронний ресурс].- 2020. Режим доступу: <https://www.yankodesign.com/2020/07/18/worlds-first-antiviral-face-mask-with-active-uv-c-sterilizing-makes-it-easy-to-breathe-99-clean-air/> - Дата доступу: жовтень 2022.
10. Особливості захисту шкіри від ультрафіолетового випромінювання [Електронний ресурс].- 2020. Режим доступу: <https://extempore.info/component/content/article/9-journal/1542-osoblyvosti->

Дата доступу: жовтень 2022.

11. Даташит УФ діоду PB2D-UCLA-TC. [Електронний ресурс].- 2020.

Режим доступу:

[https://www.tme.eu/Document/4313d272fe2856ebde91872c79872dd3/PB2D-UCLA-](https://www.tme.eu/Document/4313d272fe2856ebde91872c79872dd3/PB2D-UCLA-TC.pdf)

[TC.pdf](https://www.tme.eu/Document/4313d272fe2856ebde91872c79872dd3/PB2D-UCLA-TC.pdf) - Дата доступу: жовтень 2022.

12. Сучасні методи знезараження повітря в приміщеннях. [Електронний ресурс].- 2020. Режим доступу:

https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=4242 - Дата доступу: жовтень 2022

13. Для чого потрібна ультрафіолетова лампа. [Електронний ресурс].- 2020.

Режим доступу: [https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/kvartsevye-i-](https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/kvartsevye-i-ultrafioletovye/dlya-chego-nuzhna-ultrafioletovaya)

[ultrafioletovye/dlya-chego-nuzhna-ultrafioletovaya](https://lampaexpert.ru/vidy-i-tipy-lamp/kvartsevye-i-ultrafioletovye/dlya-chego-nuzhna-ultrafioletovaya) - Дата доступу: жовтень 2022.

14. Ультрафіолетові світлодіоди та їх застосування. [Електронний ресурс].-

2020. Режим доступу: [http://travelreal.ru/istoriya-nauki-i-texniki/ultrafioletovye-](http://travelreal.ru/istoriya-nauki-i-texniki/ultrafioletovye-svetodiody-led-i-ix-primenenie)

[svetodiody-led-i-ix-primenenie](http://travelreal.ru/istoriya-nauki-i-texniki/ultrafioletovye-svetodiody-led-i-ix-primenenie) - Дата доступу: жовтень 2022.