

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки**

«На правах рукопису»
УДК 681.3

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Михайло Степанов
«__» _____ 20__ р

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-професійною програмою «Інтелектуальні технології
мікросистемної радіоелектронної техніки»**

за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

на тему: «Ультрафіолетовий стерилізатор смартфона»

Виконав:
студент 2 курсу, групи РЕ-11мп

Скригонюк Артем Валерійович



Керівник:
к.т.н., ст. викл.
Зінгер Яна Леонідівна



Рецензент: ст.викл Михайленко Максим Вікторович



Засвідчую, що у цій дипломній роботі
немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент

Київ – 2022 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Радіотехнічний факультет

Кафедра прикладної радіоелектроніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

Освітньо-професійна програма «Інтелектуальні технології мікросистемної радіоелектронної техніки»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. кафедрою

_____ Михайло СТЕПАНОВ

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

**на магістерську дисертацію студента
Скригонюка Артема Валерійовича**

1. Тема дисертації «Ультрафіолетовий стерилізатор смартфона» науковий керівник дисертації к.т.н., ст. викл. Зінгер Яна Леонідівна, затверджені наказом по університету від «15» листопада 2022 р. №3744-с
2. Термін подання студентом дисертації 16 грудня 2022 року
3. Об'єкт дослідження екран мобільного телефону
4. Предмет дослідження вплив ультрафіолетового випромінювання на екран мобільного телефону.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити 1. Провести огляд аналогів, визначити зміни і нові тенденції ринку. 2. Оглянути існуючі види дисплеїв мобільного телефону та обрати типи для проведення експерименту. 3. Дослідити вплив ультрафіолетового випромінювання на екран мобільного телефону.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Знімки пікселів з електронного мікроскопу

7. Дата видачі завдання 1 вересня 2022 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Узгодження та аналіз завдання з науковим керівником;	01.09.2022 - 08.09.2022	
2	Огляд існуючих статей;	08.09.2022 – 13.10.2022	
3	Розрахунок схеми для експерименту;	13.10.2022 – 27.10.2022	
4	Проведення експерименту;	27.10.2022 – 24.11.2022	
5	Аналіз результатів, висновки;	24.11.2022 – 15.12.2022	
6	Представлення результатів	16.12.2022р	

Студент



Скригонюк Артем

Науковий керівник



Яна ЗІНГЕР

АНОТАЦІЯ

Обсяг пояснювальної записки магістерської дисертації становить 60 сторінок, що містить 4 розділи, 54 ілюстрації та 24 посилання.

Проведено аналіз існуючих літературних джерел спрямованих на дослідження впливу ультрафіолетового випромінювання на екран мобільного телефону.

Встановлено актуальність розробки пристрою. Оглянуто існуючі ультрафіолетові опромінювачів, типи та принципи роботи.

Оглянуто види дисплеїв мобільного телефону, відмінності, основні характеристики дисплеїв. Обрано типи дисплеїв для проведення дослідження.

Розраховано схему для проведення експерименту. Для цього оглянуто існуючі рішення для стерилізації мобільних телефонів на ринку. Оглянути їх характеристики та обрані параметри для проведення експерименту.

Проведено дослідження впливу ультрафіолетового опромінення на екран мобільного телефону, на різних потужностях опромінення, з різним часом опромінення, та різними видами дисплеїв мобільного телефону.

Ключові слова: Ультрафіолетове опромінення, LCD дисплеї, LED дисплеї, OLED дисплеї, Mini-LED дисплеї, Micro-LED дисплеї, ультрафіолетовий світлодіод, вплив ультрафіолету на екран смартфона.

ABSTRACT

The master dissertation consists of an explanatory note of 60 pages which include 4 chapters, 54 illustrations and 24 references.

The relevance of device development has been established. The existing ultraviolet irradiators, types and principles of operation are reviewed.

Types of mobile phone displays, differences, main characteristics of displays are reviewed. The types of displays selected for the research.

The scheme for conducting the experiment is calculated. For this, the existing solutions for sterilizing mobile phones on the market were reviewed. Examine their characteristics and selected parameters for the experiment.

The study of the effect of ultraviolet radiation on the screen of a mobile phone was carried out, at different irradiance powers, with different exposure times, and different types of mobile phone displays.

Key words: Ultraviolet radiation, LCD displays, LED displays, OLED displays, Mini-LED displays, Micro-LED displays, ultraviolet LED, the effect of ultraviolet on the smartphone screen.

ЗМІСТ

Перелік скорочень	3
Вступ	4
1 Аналіз досліджень спрямованих на вплив ультрафіолета	6
1.1 Ультрафіолетове опромінення	6
1.2 Огляд ультрафіолетових опромінювачів на ринку	7
1.2.1 Відкриті ультрафіолетові опромінювачі	7
1.2.2 Екрановані ультрафіолетові опромінювачі	9
1.2.3 Закриті ультрафіолетові опромінювачі (рециркулятори)	11
1.2.4 Санітайзери для стерилізації телефонів та інструментів	13
Висновки за розділом	14
2 Види дисплеїв мобільного телефону	15
2.1 Види дисплеїв смартфона	15
2.1.1 Рідкокристалічні TN та TFT дисплеї	15
2.1.2 IPS дисплеї	17
2.1.3 OLED дисплеї	19
2.1.4 Mini-LED дисплеї	22
2.1.5 Micro-LED дисплеї	23
Висновки за розділом	25
3 Розрахунок схеми для експерименту	27
3.1 Огляд на аналіз існуючих рішень	27
3.1.1 Стерилізатор для мобільного телефону Gelius Pro UV Desinfection Box GP-UV001	27

3.1.2	Стерилізатор портативний Portable Phone UV sanitizer	27
3.1.3	Санітайзер стерилізатор антисептик для мобільного телефону	28
3.1.4	Стерилізатор ультрафіолетовий LED+UV SUN UV S1	29
3.2	Розрахунок резисторів для світлодіода	29
3.3	Підбір елементної бази	30
3.3.1	Підбір резисторів	30
3.3.2	Підбір ультрафіолетових світлодіодів	30
3.3.3	Підбір елемента живлення	31
3.3.4	Підбір корпусу	31
	Висновки за розділом	31
4	Проведення експерименту	32
4.1	Підготовка до експерименту	32
4.2	Моделювання та макет приладу	33
4.3	Експеримент 1	38
4.4	Експеримент 2	46
	Висновки	52
	Перелік джерел посилань	54

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

УФ — ультрафіолет

УФВ — ультрафіолетове випромінювання

РК — рідкокристалічний екран

LCD — Liquid-crystal display

OLED — Organic light emitting diode

LED —Light-emitting diode

ВСТУП

В наші дні, коли всі стурбовані станом свого здоров'я, не можна не приділяти уваги дезінфекції, робочих поверхонь та предметів якими ми постійно користуємось, особливо таким гаджетам як мобільні телефони або планшети. Відповідно до останніх досліджень, бактерії та деякі віруси (наприклад COVID-19) можуть залишатися життєздатними поза людського організму від 3 годин до 4 днів в залежності від поверхні. Найкраще стабільно вірус зберігається на нержавіючій сталі (2 доби) та пластику (3 діб), однак його концентрація знижується.

Актуальність теми У зв'язку з вищевикладеним, дезінфікуючі заходи є життєвонеобхідними в умовах пандемії COVID-19. Безумовно, виконання, дотримання дезінфекційних правил та заходів, істотно знижує ризик зараження, а так само поширення коронавірусної інфекції. Оскільки в наш час смартфон найпопулярніший гаджет, а більшість смартфонів виготовляється з пластику, існує потреба дезінфікувати даний прилад, для зниження ризику зараження різними вірусами.

Стерилізуюче обладнання, що діє на основі ультрафіолетових променів, використовується на підприємствах харчової промисловості, громадського харчування у сфері обслуговування. Застосування ультрафіолетового стерилізатора в медичних закладах та підприємствах громадського харчування є зручним способом знезараження різного виду предметів та інструментів

Спеціалізовані пристрої використовують для усунення мікробів та бактерій. Випромінювання, що походить від ламп, руйнує шкідливі організми.

Стерилізуюче обладнання буває різним. Це не лише лампи, а й спеціалізовані шафи, камери, бокси для розміщення інструментів. Безумовно, виконання, дотримання дезінфекційних правил та заходів, істотно знижує ризик зараження, а так само поширення коронавірусної

інфекції.

Але на сьогоднішній день існує декілька кардинально протилежних думок на рахунок безпечності УФ стерилізації для екрану смартфона. Деякі вважають що це цілком безпечно, деякі навпаки, що такий спосіб стерилізації телефону призводить до «старіння» або кажучи по-іншому вигорання пікселів екрану.

Тому завданням даної роботи є дослідження впливу ультрафіолетового випромінювання різної потужності на екран смартфона.

В ході виконання роботи досліджено наступні теми: ультрафіолетове випромінювання, стерилізація за допомогою ультрафіолетового випромінювання, вплив ультрафіолетового випромінювання на екран мобільного телефону.

Метою даної роботи дослідження впливу ультрафіолетового випромінювання на екран мобільного телефону.

Об'єктом дослідження є екран мобільного телефону.

Предмет дослідження вплив ультрафіолетового випромінювання на екран смартфона.

Методи дослідження експериментальне дослідження за допомогою електронного мікроскопа.

1 АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ СПРЯМОВАНИХ НА ВПЛИВ УЛЬТРАФІОЛЕТА

1.1 Ультрафіолетове опромінення

Ультрафіолетове опромінення (УФ) — невидиме оком людини електромагнітне випромінювання, що займає спектральну область між видимим і рентгенівським опромінюваннями. Важливими для розуміння дії ультрафіолету є два параметри — довжина хвилі (в нм) та інтенсивність випромінювання (y Вт/м² або мкВт/см²), які пов'язані з дозою випромінювання ($\text{Вт} \cdot \text{с} / \text{м}^2 = \text{Дж} / \text{м}^2$). [16]

Спектр ультрафіолетового випромінювання може бути лінійчатим, безперервним або складатися зі смуг, в залежності від природи джерела випромінювання. Лінійчатим спектром володіє УФ-випромінювання атомів, іонів або легких молекул (наприклад, молекула водню H₂). Для спектрів важких молекул характерні смуги, обумовлені електронно-коливально-обертальними переходами молекул. Безперервний спектр виникає при гальмуванні і рекомбінації електронів. [19]

Ультрафіолетове світло існує в діапазоні від 200 до 400 нм. Залежно від довжини хвилі спектр ультрафіолету поділяється на три ділянки (діапазони) — UVA, UVB и UVC. Найбільша бактерицидна дія властива діапазону UVC, з піком приблизно на 260–265 нм. Принцип бактерицидної дії УФ в основному пов'язаний з тим, що фотони УФ руйнують зв'язки в нуклеїнових молекулах, ДНК або РНК, мікроорганізмів. Крім того, певною мірою УФ спричиняє фотохімічні реакції в білках мікробів. Найбільш чутливою мішенню для бактерицидного УФ є ДНК бактерій, далі йде ДНК ДНК-вмісних вірусів, потім РНК РНК-вмісних вірусів та ДНК грибів. [16]

В даному розділі розглянуто найбільш розповсюджені види ультрафіолетових опромінювачів.

1.2 Огляд ультрафіолетових опромінювачів на ринку

1.2.1 Відкриті ультрафіолетові опромінювачі

Принцип їх роботи полягає в прямому опроміненні ультрафіолетом приміщення для дезінфекції повітря та поверхонь за умов відсутності людей. Дезінфекція проходить в тих місцях, куди потрапляють прямі промені ультрафіолету. Місця та зони, куди не потрапляють прямі УФ-промені, не дезінфікуються, тому їх часто називають «мертвими».

Слід розуміти, що УФ дезінфікує лише поверхні і не має проникаючої сили, і його корисність буде обмежена, коли мікроби розташовані в середині пилу, бруду, жиру або на «мертвих» ділянках робочих поверхонь. Тому відкриті УФ опромінювачі ніколи не рекомендують як єдиний засіб дезінфекції приміщень, але за умови використання разом із очищенням мийно-дезінфекційними засобами вони дають гарний результат.

Відкриті УФ-опромінювачі бувають стаціонарні та пересувні. Якщо ви зупинили вибір на стаціонарному відкритому УФ-опромінювачі, треба ретельно підходити до обрання місця його розташування, враховуючи форму приміщення, розміщення меблів, основне місце проведення робочого процесу. За використання пересувного УФ-опромінювача для досягнення гарного рівня дезінфекції приміщення, як правило, застосовують знезараження приміщення з кількох точок — для цього опромінювач поступово переміщують. Використання пересувних опромінювачів з великою кількістю бактерицидних УФ-ламп (4–6 та більше) дає змогу відчутно зменшити час дезінфекції приміщення.

До речі, саме через неможливість дезінфекції в «мертвих зонах» заборонено використовувати УФ-стерилізатори для стерилізації та дезінфекції медичних виробів.[14]

Наразі в Україні немає жодного нормативно-правового документу, який би регламентував розрахунок часу роботи відкритого УФ-опромінювача (або знезараження приміщення за допомогою УФ). І навряд чи хтось зможе

пояснити їх час роботи, який використовується — чому саме 30 чи 45 хвилин для цього приміщення, а не інше значення. Обґрунтованим методом розрахунку часу роботи відкритих опромінювачів є той, який враховує летальні дози УФ мікроорганізмів, які можуть бути присутні в приміщенні, та інтенсивність УФ-випромінення в дальній від опромінювача точці приміщення.

Також важливо зазначити, що відкриті УФ-опромінювачі для дезінфекції повітря не доцільні для профілактики інфекцій, які передаються через повітря, під час процедур із тривалим утворенням інфекційного аерозолі.

Для приблизного розрахунку кількості відкритих УФ-опромінювачів використовують правило: 1–2,5 Вт потужності бактерицидної УФ лампи на 1 м³ об'єму приміщення.

Таким чином, відкриті УФ-опромінювачі підходять для дезінфекції повітря і поверхонь як додатковий метод в сукупності з іншими, після генерального або рутинного прибирання приміщень, під час підготовки приміщення до маніпуляцій та процедур, що вимагають стерильних умов (у маніпуляційній, операційній та ін.), у перервах в роботі (наприклад, кабіна/кімната для збирання мокротиння, кабінет для прийому пацієнтів у поліклініці тощо).



Рисунок 1.1 — УФ-опромінювач відкритого типу [14]

1.2.2 Екрановані ультрафіолетові опромінювачі

Принцип роботи екранованого ультрафіолетового опромінювача полягає в тому, що верхня частина приміщення постійно знезаражується бактерицидним УФ-випроміненням за умов присутності людей в приміщенні. Використовуються для дезінфекції повітря в закритих приміщеннях, особливо за умов неадекватної вентиляції (як механічної, так і природної).

Двома незалежними фундаментальними дослідженнями в Перу та Південно-Африканській Республіці було доказано ефективність екранованих УФ-опромінювачів в попередженні передавання туберкульозу, також є дослідження щодо запобігання поширенню інших патогенів через повітря (кір, вітряна віспа тощо, зокрема стійких до антимікробних препаратів). Використання екранованих УФ-опромінювачів рекомендовано ВООЗ для профілактики передачі туберкульозу.

Ефективність роботи екранованих УФ-опромінювачів залежить від перемішування повітря в приміщенні між верхньою та нижньою зонами, що може забезпечуватися роботою вентиляції або будь-яких типів вентиляторів тощо.[20]

УФ-випромінення з верхньої зони приміщення може відбиватися від стелі, стін та будь-яких предметів у нижню частину приміщення. Тому обов'язковою умовою використання екранованих УФ-опромінювачів є перевірка безпечних рівнів УФ-випромінення в нижній частині приміщення. Дані вимірювання зазвичай проводяться на рівні очей людини середньостатистичного зросту (1,7 м), біля ліжок пацієнтів та на робочих місцях співробітників. Для зменшення ризиків перевищення рівнів УФ у нижній частині приміщення під час роботи екранованих опромінювачів слід уникати використання матеріалів з високим коефіцієнтом відбиття УФ (наприклад, побілка) та віддавати перевагу матеріалам з низьким коефіцієнтом відбиття УФ (наприклад, фарби зі вмістом діоксиду титану або оксидом

цинку). З тієї ж причини не рекомендовано використовувати екрановані УФ-опромінювачі у приміщеннях з висотою стелі менше 2,3 м.

Екрановані опромінювачі за типом конструкції бувають звичайні (з відкритим верхом) та із жалюзі. Для приміщень заввишки до 2,8–3 м рекомендовано використовувати екрановані опромінювачі з жалюзі для зниження ризиків перевищення рівнів УФ в нижній частині приміщення, там де перебувають люди.

Для приблизного розрахунку кількості екранованих УФ-опромінювачів використовують правило: одна 30-ватна УФ-лампа на 18–20 м² приміщення. Для ефективної дезінфекції повітря в закритих приміщеннях рекомендовано обирати такі екрановані опромінювачі та розміщувати їх таким чином, щоб у верхній частині приміщення рівень УФ-випромінювання в середньому складав 30-50 мкВт/см².

Тобто, екрановані опромінювачі рекомендовано використовувати в приміщеннях, де є ризики передачі інфекцій повітряним шляхом або в приміщеннях, де проводяться аерозоль-генеруючі процедури, причому як в цілодобовому режимі, так і під час робочого процесу, особливо за незадовільної роботи вентиляції (наприклад, у приміщеннях для очікування, реанімаційних відділеннях та відділеннях інтенсивної допомоги, кімнатах бронхоскопії, палатах для ізоляції хворих з аерогенною інфекцією, палатах для хворих на туберкульоз, операційні і секційні зали, рентгенологічні та стоматологічні кабінети).



Рисунок 1.2 — Екранований УФ-опромінювач [15]

1.2.3 Закриті ультрафіолетові опромінювачі (рециркулятори)

Принцип роботи полягає в тому, що повітря з приміщення проходить через корпус приладу, в якому працює бактерицидна УФ-лампа.

Використовувати рециркулятори для дезінфекції не рекомендовано. Основним причиною є занадто низька ефективність роботи.

Щоб зрозуміти це необхідно розібратися, що таке ефективна дезінфекція повітря в закритих приміщеннях. На практиці забруднення (в тому числі й інфекційним аерозолем) повітря – це не стала одномоментна величина. Так, наприклад, у палаті хворого на туберкульоз чи в кабінеті бронхоскопії повітря забруднюється постійно, і дуже важливо якомога швидше та ефективніше це «забруднення» видаляти або знезаражувати, для того щоб знизити ризики інфікування медичних співробітників та/або інших пацієнтів та розповсюдження інфекційного аерозолу в інші приміщення.[21]

Для оцінки ефективного очищення (дезінфекції) повітря в практиці інфекційного контролю прийнято використовувати термін еквівалентна кратність повітрообміну. Однократний повітрообмін — це видалення 63% забруднення з повітря приміщення за годину, двократний — видалення додатково 63% від залишку (37%-й залишок ($100-63$); $37 \cdot 63\% \approx 23\%$; тобто взагалі за двократного повітрообміну видалення $63 + 23 = 86\%$ «забруднень» за годину). Рекомендована швидкість очищення (дезінфекції) повітря — як мінімум 6-кратний повітрообмін (тобто 99% очищення повітря досягається за

46 хвилин), в ідеалі — 12-кратний повітрообмін (тобто 99% очищення повітря досягається за 23 хвилини).

З огляду на інші конструктивні недоліки рециркуляторів, як-от малий радіус дії, утворення «короткого» контуру, неможливість адекватного обслуговування тощо, більшість таких пристроїв на ринку України за ефективністю відповідають однократному повітрообміну й нижче, що є дуже малим показником. Наприклад, екрановані УФ-опромінювачі, порівняно з рециркуляторами, за ефективністю роботи еквівалентні приблизно 20-кратному повітрообміну.

Таким чином, використання рециркуляторів для дезінфекції повітря в закритих приміщеннях є заходом із сумнівною ефективністю в більшості випадків.[16]



Рисунок 1.3 — Закритий УФ – опромінювач (рециркулятор) [16]

1.2.4 Санітайзери для стерилізації телефонів та інструментів



Рисунок 1.4 — Санітайзери для стерилізації інструментів [5]

Як завіряють виробники таких пристроїв, апарат здатний всього за 3 хвилини знищити 99,9% бактерій. Дно стерилізатора має дзеркальну поверхню. Інструмент розкладають на силіконову підставку, обертати предмети не потрібно завдяки різному розташуванню світлодіодів. За один цикл обробки поверхні інструментів оброблюється з усіх сторін 002С на всі 360°. Найчастіше використовується в салонах краси через свої габарити зручність у використанні [19].

Висновки за розділом

В розділі були розглянуті основні види ультрафіолетових опромінювачів, їх принцип роботи. Наукові статті в яких би досліджувався прямий вплив ультрафіолетового опромінення на екран мобільного телефону, відсутні.

2 ВИДИ ДИСПЛЕЇВ МОБІЛЬНОГО ТЕЛЕФОНУ

Щоб мати змогу об'єктивно оцінити вплив УФ випромінювання на екран смартфона, потрібно також розглянути, основні види дисплеїв смартфона, оскільки в залежності від виду, можлива різна реакція на УФ випромінювання.

2.1 Види дисплеїв смартфона

Існує велика кількість типів дисплеїв, що встановлюються на сучасні планшети, смартфони, телевізори та монітори. Від дисплея залежить багато чого: його чуйність на дотик, розширення, передача кольору, споживанням енергії тощо.

Рідкокристалічний дисплей (англ. liquid crystal display (LCD)) — електронний пристрій візуального відображення інформації (дисплей). Екран складається з довільної кількості кольорових або монохромних точок (пікселів), і джерела світла або відбивача (рефлектора).

Яскравість. Яскравістю називається поверхнева щільність сили світла в заданому напрямку, що дорівнює відношенню сили світла до площі проекції поверхні, що світиться на площину, перпендикулярну до цього напрямку. Яскравість вимірюється у канделах (Кд). (Одна кандела дорівнює силі світла в заданому напрямку від джерела, що випромінює монохроматичне випромінювання частотою $540 < 10^{12}$ Гц, енергетична сила світла якого у цьому напрямі становить $1/683$ Вт/стерадіан.)

Контрастність. Щоб забезпечити хорошу читаність інформації екрана при прямому сонячному світлі, слід збільшувати контрастність, а не яскравість приладів. Щоб домогтися цього, здатність дисплея, що відображає, повинна бути керованою.

2.1.1 Рідкокристалічні TN та TFT дисплеї

Найбільшого поширення в даний час набули рідкокристалічні матриці, виготовлені за технологією TN. До їх переваг відносяться:

— низька вартість;

- невелика споживана потужність;
- час відгуку.

TN-екрани добре проявляють себе в динамічних іграх – наприклад, шутерах від першої особи (FPS) зі швидкою зміною сцен. Для подібних програм потрібно екран з часом відгуку не більше 5 мс (у IPS-матриць воно зазвичай більше). В іншому випадку на дисплеї можуть спостерігатися різного роду візуальні артефакти, такі як шлейфи у об'єктів, що швидко рухаються.

З недоліків TN дисплеїв варто виділити такі:

- панелі стандарту TN мають обмежені кути огляду;
- посередню контрастність;
- не здатні відображати всі кольори простору RGB, тому вони непридатні для професійного редагування зображень та відео.

Дуже дорогі TN-панелі, однак, позбавлені деяких характерних вад і за якістю наближаються до хороших IPS-екранів. Наприклад, у Apple MacBook Pro з Retina використовується TN-матриця, що майже не поступається дисплеям IPS у плані кольору, кутів огляду і контрастності.

Якщо електроди не подається напруга, рідкі кристали, збудовані в лінію, не змінюють площину поляризації світла, і він проходить через передній поляризаційний фільтр. При подачі напруги кристали повертаються на 90°, площина поляризації світла змінюється і він починає проходити.

Абревіатура TFT (thin-film transistor) у перекладі означає лише «тонкоплівковий транзистор» - напівпровідниковий прилад, виготовлений у вигляді найтоншої плівки. Абсолютно жодного відношення до світловипромінюючих елементів дисплея він не має. Але ця технологія повсюдно використовується для створення активних керуючих елементів. Її застосовують як у всіх типах LCD (TN, IPS, LTPS), і у AMOLED матрицях. Інша річ, що розташування керуючого шару щодо рідких кристалів або органічних світлодіодів може відрізнятись, залежно від того, яка технологія використовується під час виробництва матриці. Наприклад, у РК дисплеях,

виготовлених за on-cell технології, TFT матриця відокремлена від сенсорного шару полімерним ізолятором, а in-cell дисплеях ці шари поєднані зменшення товщини.

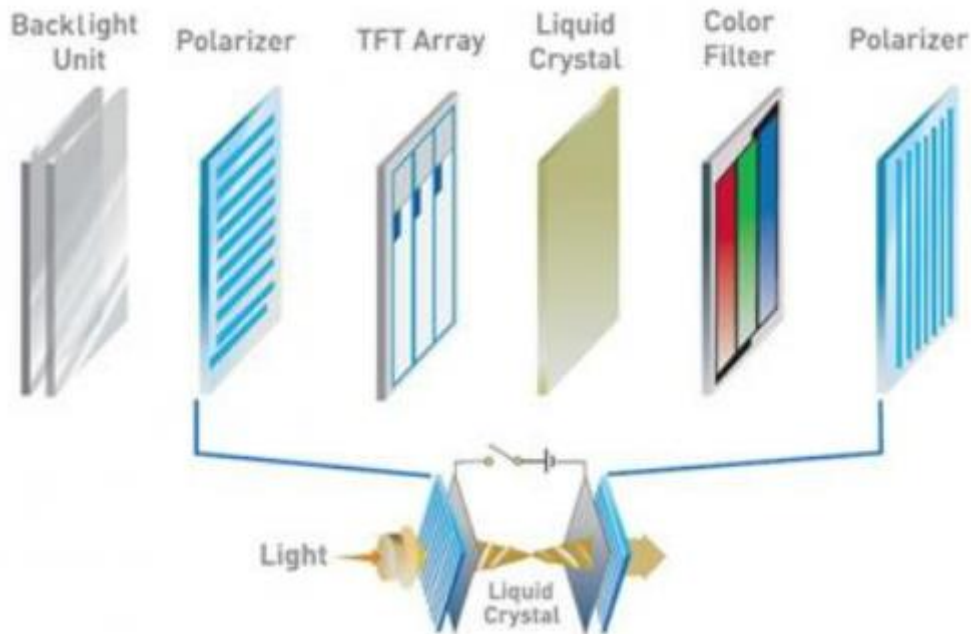


Рисунок 2.1 — Структура рідкокристалічного дисплею [2]

2.1.2 IPS дисплеї

Рідкокристалічні IPS дисплеї виготовлені за особливою технологією, заснованою на новому способі розташування електродів, що управляють. У даних матрицях вони розміщені в одній площині, паралельній екрану. Завдяки такій зміні зображення дисплея стало більш яскравим і насиченим. Виробники смартфонів відразу застосували цю розробку під час виготовлення екранів своїх гаджетів.[8]

Переваги IPS матриці:

- Правильно налаштований дисплей IPS має відмінну передачу кольору. Кожен піксель матриці передає колір максимально точно, роблячи зображення насиченим та реалістичним.
- Стабільне енергоспоживання. На відміну від світлодіодних органічних матриць рідкі кристали практично не споживають електричний струм.

Живлення потрібно лише підсвічування, тому навантаження є фіксованим. Це дозволяє оптимально підібрати акумулятор і оптимізувати час автономної роботи під час перегляду фільмів, ігор або інтернет-серфінгу.

- Тривалий термін експлуатації. IPS матриці на основі рідких кристалів мають мінімальне зношування, тому є довговічними.
- Вартість. РК-дисплеї, виготовлені за IPS технологією, відносяться до доступної цінової категорії, в порівнянні з багатьма сучасними рішеннями, при цьому забезпечують хорошу якість зображення.

Незважаючи на численні переваги IPS матриць, у них є й певні недоліки:

- Тривалий час відгуку. Оскільки кожен піксель IPS дисплея збуджується не власним живленням, а залежить від світлодіодного підсвічування, цей фактор суттєво уповільнює реакцію кристалів на сигнал.
- Низька контрастність. Відношення яскравості найсвітлішого і найтемнішого пікселя IPS дисплеїв є недостатнім у порівнянні з сучасними рішеннями на основі органічних світлодіодів.
- Ненасичений чорний колір. Через постійне світлодіодне підсвічування IPS матрицям не вдається відтворити глибокий чорний колір.

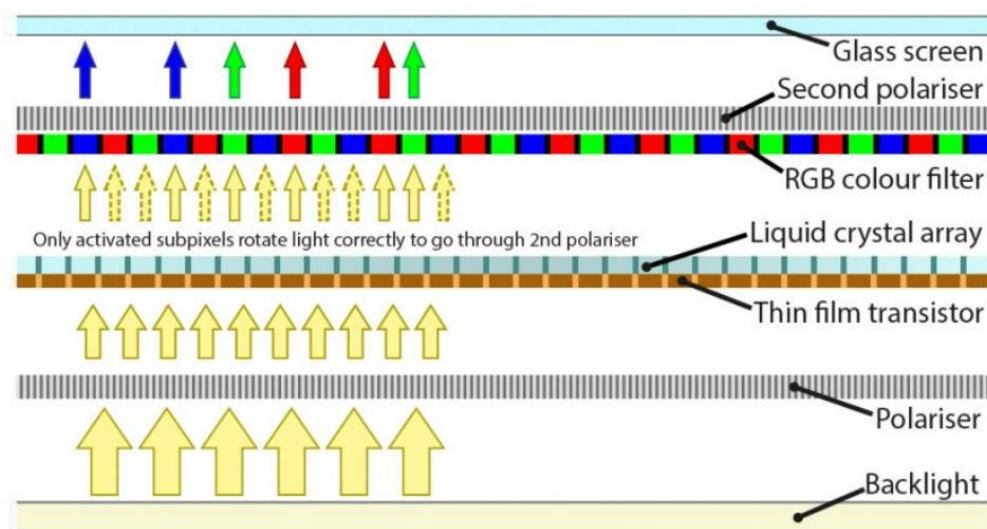


Рисунок 2.2 — Шари IPS-дисплею [6]

2.1.3 OLED дисплеї

Сама назва OLED розшифровується як Organic Light Emitting Diode – органічний електролюмінесцентний світлодіод.[10]

OLED це монолітний тонкоплівковий напівпровідниковий прилад, який випромінює світло, коли до нього прикладена напруга.

OLED складається з низки тонких органічних плівок, які укладені між двома тонкоплівковими провідниками (рис. 1). Світлові промені, проходячи через червоний, зелений і блакитний шари, утворюють на екрані кольорові точки. Робоча напруга OLED - лише 2-10 В. Таким чином, OLED - це не що інше, як тонкоплівковий пристрій зі світловипромінюючою поверхнею. Поверхня ця утворена безліччю одночасно випромінюючих світло осередків на одній підкладці. Причому ці осередки можуть бути виготовлені або шляхом напилення, або шляхом струминного друку, для створення дисплея з довільним структуруванням можна також застосувати звичайну літографію. Іншими словами, пристрої OLED мають значні переваги у технології формування структури.

Колір, ефективність та інтенсивність випромінювання приладів OLED залежать від використаних органічних матеріалів, якими визначається різноманіття кольорів, що відтворюються дисплеєм. Сьогодні головна увага розробників приладів OLED спрямована на створення матеріалів для повнокольорової передачі (при цьому широке колірне охоплення, висока точність і сталість передачі кольорів дозволять моніторам OLED по області застосування обігнати рідкокристалічні TFT-монітори).

У приладах OLED використовуються два класи органічних матеріалів - це мікромолекули та полімери, роботи з обох напрямків створення OLED велися паралельно.

В той час, як користувач не зміг би відрізнити полімерний прилад OLED (PLED) від приладу із мікромолекулами (sm-OLED), ці дві системи мають кілька відмінностей. Різниця між ними - у способі нанесення на підкладку світловипромінюючих частинок. При полімерному методі вони напилюються

у рідкому вигляді, а при мікромолекулярному - конденсуються із пари. Наприклад, Dow Chemical просуває полімерну технологію OLED, відмінну від більш поширеної мікромолекулярної технології OLED, у свою чергу одним із головних прихильників мікромолекулярної технології OLED є Eastman Kodak. Сьогодні прилади smOLED випереджають прилади PLED щодо ефективності та терміну служби, проте прихильники полімерної технології OLED стверджують, що вона вимагає менш дорогого обладнання та технологічніше у виробництві. Оцінімо технічні параметри пристроїв, створених за технологією OLED

Прилади OLED рівномірно і без миготіння забезпечують яскравість випромінювання від кількох кд/м², (для нічної роботи) до дуже високих яскравостей – понад 100 000 кд/м², причому їхня яскравість може регулюватися в дуже широкому динамічному діапазоні. Оскільки термін служби монітора обернено пропорційний його яскравості, для приладів рекомендується робота при помірніших рівнях яскравості. Досягненням сьогодні вважаються терміни служби зі спаду яскравості вдвічі до 5–10 тис. годин при середній яскравості 100 кд/м². Додатково дисплеї OLED мають дуже широкий кут огляду (більше 160 °) і малий час реакції - приблизно 10 мкс.[11].

Прилади OLED мають дуже відмінну контрастність. Наприклад, стандартний прилад, що має круговий поляризатор з покриттям антивідблиску, має контрастом понад 300:1 при рівні освітленості 500 люкс, яка вважається нормальною для наземного транспорту (Освітленість поверхні - відношення того, що припадає на неї світлового потоку до її майдану. Вимірюється у люксах. Один люкс дорівнює освітленості поверхні сфери радіусом один метр, створюваної точковим джерелом, що знаходиться в її центрі, сила світла якого дорівнює 1 кд.)

Температура навколишнього середовища. Можливість роботи в широкому діапазоні температур - актуальне питання для транспортних дисплеїв, які повинні працювати від температур нижче нуля до температур, які

перевищують 80 °С. У той час як для рідкокристалічних дисплеїв вплив низьких температур виявляється несприятливим, і зазвичай потрібне використання підігріву

підкладки, прилади OLED добре працюють навіть за температури –40 °С! При високих температурах прилади OLED мають допустиму робочу температуру близько 70 °С.

Габарити. Дисплеї OLED тонкі та легкі. Використовуючи підкладку товщиною 0,7 мм, дисплей OLED буде мати товщину порядку або трохи більше ніж 1,4 мм.

Як видно, у технічному плані технологія OLED має дуже високий потенціал і передбачає дуже широкий спектр застосування. Технологія OLED має значну перевагу за вартістю в порівнянні з технологією виробництва рідкокристалічних матриць. Прилади OLED значно менше насичені матеріалами, вони вимагають суттєво меншої кількості технологічних операцій, тому потенційно собівартість OLED пристроїв буде нижче, ніж РК-дисплеї. Крім того, при виробництві OLED будуть використовуватися частини інфраструктури рідкокристалічних індикаторів, що скоротить час на організацію випуску.

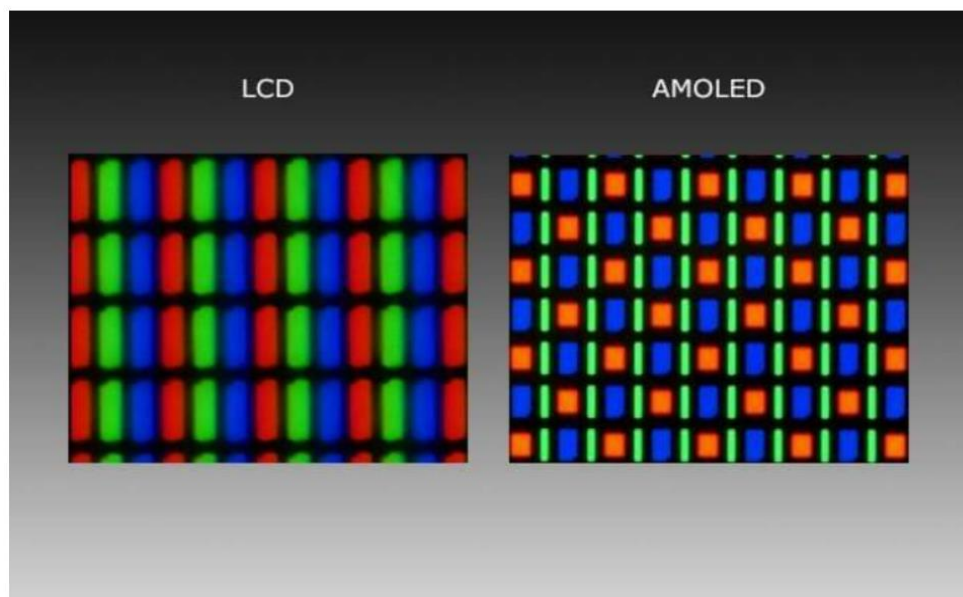


Рисунок 2.3 — Порівняння LCD(зліва) та AMOLED(справа) пікселів [7]

2.1.4 Mini-LED дисплеї

Mini-LED — це більш ефективний і ефективний спосіб підсвічування РК-екрану.

Офіційно діод розміром не більше 0,2 мм можна класифікувати як «міні», але ми маємо справу з індустрією споживчої електроніки, і можна очікувати, що слово «міні» буде використовуватися досить вільно. Однак основний принцип полягає в тому, що менші світлодіоди дозволяють використовувати більше світлодіодів.[22]

Установлення більшої кількості світлодіодів меншого розміру за РК-пікселями означає, що зображення можуть бути яскравішими. Це означає, що керування підсвічуванням може бути більш цілеспрямованим і точним. Це повинно забезпечувати кращий контроль, що має означати менші протікання підсвічування та сильніші контрасти.



Рисунок 2.4 — Побудова Samsung Mini-Led дисплею [8]

Якщо підсвічування з міні-світлодіодами буде ефективно застосовано, РК-панелі мають наблизитися до рівнів продуктивності OLED, ніж це було можливо раніше. Ці теоретичні переваги досить переконливі.

І, звісно, це без видимих проблем OLED: технологія LED/LCD ніколи не була предметом страхітливих історій про вигорання екрана, а також не ставала жертвою можливого, але неминучого зниження продуктивності, що є ціною «органічного» елемент OLED.

Звичайно, успіх міні-світлодіодів залежатиме від способу впровадження технології. Існує багато варіацій у продуктивності ПК-екранів зі світлодіодним підсвічуванням однакової ціни та специфікації – вам достатньо швидко переглянути наші численні огляди телевізорів, щоб переконатися в цьому.



Рисунок 2.5 — Різниця в яскравості між типами матриць [9]

Переваги Mini-LED дисплеїв

- В розробці miniLED використовується нітрид галію, такі матриці не вицвітатимуть з часом, на відміну від OLED.
- Яскравість у матриць miniLED може сягати 4000 нт, тоді як в OLED пікова яскравість становить 1000-1200 нт. Це означає, що miniLED здатний забезпечити найкраще відображення світлих областей на картинках та відео.

2.1.5 Micro-LED дисплеї

Micro-LED (також відомий як mLED або μ LED) — це технологія відображення, яка базується на крихітних (звідси, мікро) світлодіодних

пристроях, які використовуються для безпосереднього створення кольорових пікселів. Дисплеї з мікросвітлодіодами мають потенціал для створення високоефективних і чудових гнучких дисплеїв, щоб кинути виклик поточним OLED-дисплеям високого класу.

Micro-LED проти LED.

Сучасні так звані світлодіодні дисплеї насправді є РК-дисплеями, які використовують світлодіоди як блоки підсвічування, які завжди включені з рідкокристалічним шаром, який використовується для створення фактичного зображення (тобто блокування світла, де це необхідно). Ця складна РК-структура призводить до того, що пристрій має серйозні недоліки якості зображення (головним чином низький час відгуку та відносно низький коефіцієнт контрастності), а також труднощі в досягненні гнучкості та високоякісної прозорості.

Порівняно з РК-дисплеєм мікросвітлодіод набагато простіший, оскільки самі світлодіоди випромінюють світло, і ними можна керувати окремо. Це призводить до того, що дисплеї пропонують набагато кращу якість зображення (контрастність, час відгуку), а також високоефективні, оскільки немає фільтрів, як у РК-дисплеях. На відміну від рідкокристалічних дисплеїв мікросвітлодіоди можна зробити гнучкими.[23]



Рисунок 2.6 — Приклад гнучкого Micro-LED дисплею [10]

Micro-LED проти OLED

OLED використовують крихітні субпікселі, виготовлені з органічних емісійних матеріалів. Мікросвітлодіоди дещо схожі, але з неорганічною світлодіодною структурою. Порівняно з OLED, мікросвітлодіоди обіцяють бути набагато ефективнішими та яскравішими, довговічнішими (більший термін служби) і з ширшою кольоровою гамою. Мікросвітлодіоди базуються на добре відомих світлодіодних пристроях, що означає, що потенційно це може бути технологія, яку відносно легко розширити.

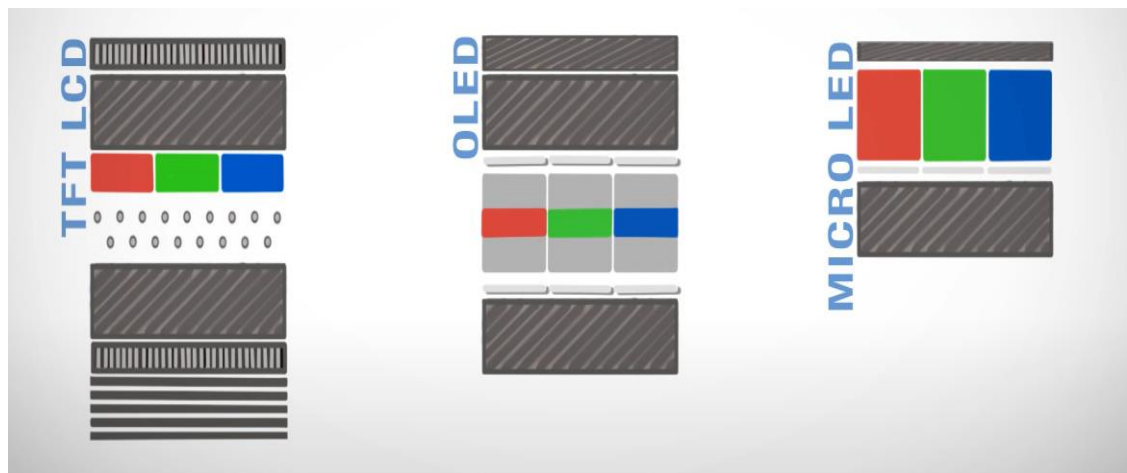


Рисунок 2.7 — Різниця прошарків основних видів дисплеїв [11]

Висновки за розділом

У даному розділі були розглянуті основні види дисплеїв мобільного телефону. На даний момент у виробництві смартфонів або телевізорів використовуються TN TFT дисплеї, основна перевага яких це невисока вартість, час відгуку, невисока споживна потужність, але мають погані кути огляду, та контрастність. Альтернативою їм служать IPS дисплеї який має відміну передачу кольору, тривалий термін експлуатацію, вартість. Більш дорогим дисплеєм є OLED дисплеї, які використовують органічні світлодіоди, мають чудову яскравість, контрастність, за рахунок, електролюмінесцентного світлодіода можуть відображати повний чорний колір, на відміну від LCD

дисплею. Менш популярними видами є micro-LED, та mini-LED, проаналізувавши переваги micro-LED, можна зробити висновок, що в найближчі роки, коли ця технологія стане більш відома, вона може опередити OLED технологію, за рахунок гнучкого дисплею, яскравість, контрастність, час відгуку.

Для дослідження впливу, ультрафіолетового опромінення на екран смартфона, обрано найпопулярніші на даний момент OLED, IPS дисплеї, та mini-LED дисплеї.

3 РОЗРАХУНОК СХЕМИ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Схема для проведення експерименту буде складатись із ультрафіолетових світлодіодів, резисторів, та елементу живлення.

Для вибору загальної потужності випромінювання світлодіодів та часу стерилізації, розглянемо доступні на ринку пристрої для стерилізації мобільного телефону, їх потужність опромінення та час стерилізації.

3.1 Огляд на аналіз існуючих рішень

3.1.1 Стерилізатор для мобільного телефону Gelius Pro UV Desinfection Box GP-UV001



Рисунок 3.1 — Стерилізатор для мобільного телефону Gelius Pro UV Desinfection Box GP-UV001[1]

Основні характеристики:

- Вихідна потужність світлодіодів — 2Вт
- Час стерилізації — 18хв та 30хв

3.1.2 Стерилізатор портативний Portable Phone UV sanitizer

Основні характеристики:

- Вихідна потужність світлодіодів — 2Вт
- Час стерилізації — 4хв



Рисунок 3.2 — Стерилізатор портативний Portable Phone UV Sanitizer [3]

3.1.3 Санітайзер стерилізатор антисептик для мобільного телефону

Основні характеристики:

- Вихідна потужність світлодіодів — 6Вт
- Час стерилізації — 5хв



Рисунок 3.3 — Санітайзер стерилізатор антисептик для мобільного телефону

[4]

Як бачимо з популярних моделей які представлені на ринку, вихідна потужність світлодіодів в основному складає 2Вт або 6Вт в меншій кількості моделей, тому дослід будемо також проводити на цих двох потужностях.

3.1.4 Стерилізатор ультрафіолетовий LED+UV SUN UV S1

Основні характеристики:

- Вихідна потужність світлодіодів — 10Вт
- Час стерилізації — 3хв



Рисунок 3.4 — Стерилізатор ультрафіолетовий LED+UV SUN UV S1[5]

3.2 Розрахунок резисторів для світлодіода

Елементом живлення схеми буде служити крона напругою 9В.

Оскільки обрана потужність випромінювання УФ світлодіодів 2Вт та 6Вт, для схеми візьмемо світлодіоди потужністю 1Вт кожен, та розрахуємо резистори для 2 та 6 світлодіодів.

За напруги живлення 9В та кількості світлодіодів 6 штук, доцільно обрати паралельний тип з'єднання світлодіодів.

Для розрахунку резистора необхідно знати напругу живлення (В), пряму напругу світлодіода (В), струм через світлодіод (мА), та кількість світлодіодів в ланцюгу.

Початкові данні:

- Напруга живлення 9В;
- Прямий струм світлодіода 3.5В;
- Струм через світлодіод 250мА;

Формулу для резистора виведем за законом Ома:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (3.1)$$

де I — сила струму; U — напруга; R — опір.

$$R = \frac{U_{\text{ж}} - U_{\text{с}}}{I_{\text{св}}} = \frac{9 - 3,5}{0.25} = 26 \text{ Ом}$$

де $I_{\text{св}}$ — сила струму через світлодіод; $U_{\text{ж}}$ — напруга живлення; $U_{\text{с}}$ — падіння напруги на світлодіоді.

Виходячи з розрахунків, в схемі з двома світлодіодами потужністю 1 Вт, потрібен резистор потужність 1 Вт та опором 26 Ом.

3.3 Підбір елементної бази

Вся елементна база для пристрою стерилізації із функцією бездротової зарядки підбирається із врахування вартості та доступності на ринку України.

3.3.1 Підбір резисторів

Будемо використовувати резистори серії (CR100SJBТ-22R-НІТANO), з номінальною потужністю 1 Вт, опором 22 Ом.

3.3.2 Підбір ультрафіолетових світлодіодів

В якості світлодіодів будемо використовувати наступні ультрафіолетові світлодіоди SN-UV-395nm-1W

Характеристики:

- Напруга живлення 3,4 В – 3,8 В;
- Довжина хвилі 395нм;
- Потужність 1Вт;
- Розмір 8 мм;

- Кут розсіювання 140°

3.3.3 Підбір елемента живлення

В якості елемента живлення будемо використовувати батарейку літієву.

Характеристики:

- Розмір «крона»;
- Напруга 9 В;
- Ємність 1200мАг;
- Максимальний струм 200мА;
- Вага 43г;

3.3.4 Підбір корпусу

В якості корпусу для проведення експерименту будемо використовувати наступний корпус 11-1 (F1). Корпус обрано так щоб туди можна було помістити смартфон розміром до 7 дюймів

Характеристики:

- Вид корпусу водонепроникний (IP65) пластиковий непрозорий;
- Матеріал пластик;
- Колір світло-сірий;
- Довжина 200мм;
- Ширина 120мм;
- Висота 75мм;
- Загальні габарити 200,0x120,0x75,0 мм;

Висновки за розділом

У цьому розділі проведено огляд існуючих ультрафіолетових стерилізаторів які доступні на ринку, та мають найбільшу популярність. Проаналізовано існуючі рішення, та обрано потужність УФ опромінення для проведення експерименту, розраховано резистори для проведення експерименту, підібрано елементу базу, а саме: світлодіоди, резистори, корпус, та елемент живлення.

4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

4.1 Підготовка до експерименту

Для проведення експерименту будемо використовувати електронний мікроскоп, який дає змогу бачити пікселі екрану мобільного телефону, за допомогою програми АМСар.

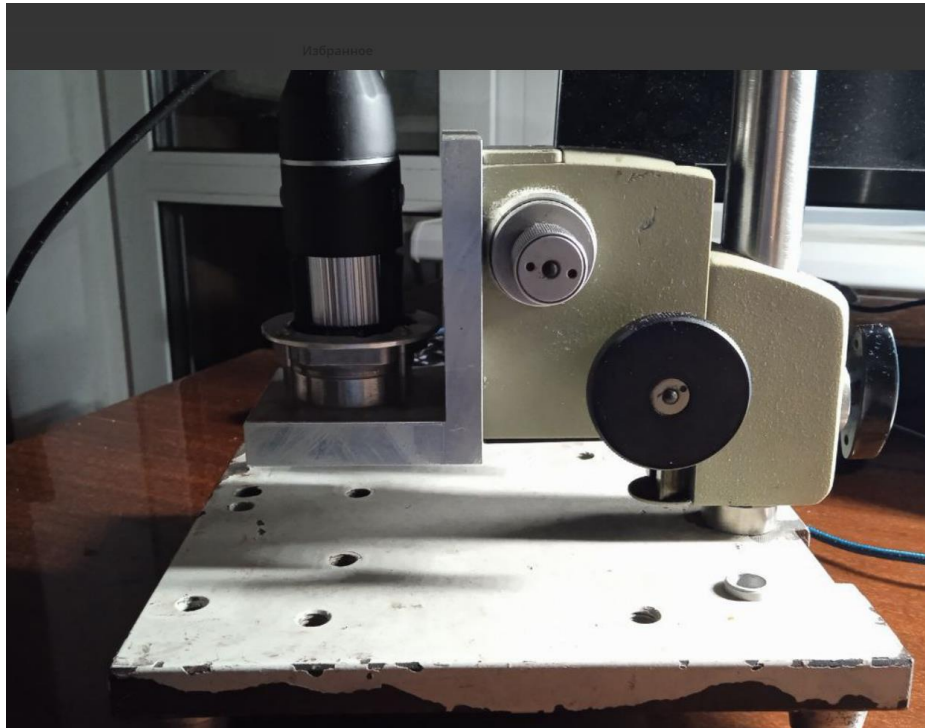


Рисунок 4.1 — Електронний мікроскоп зі штативом

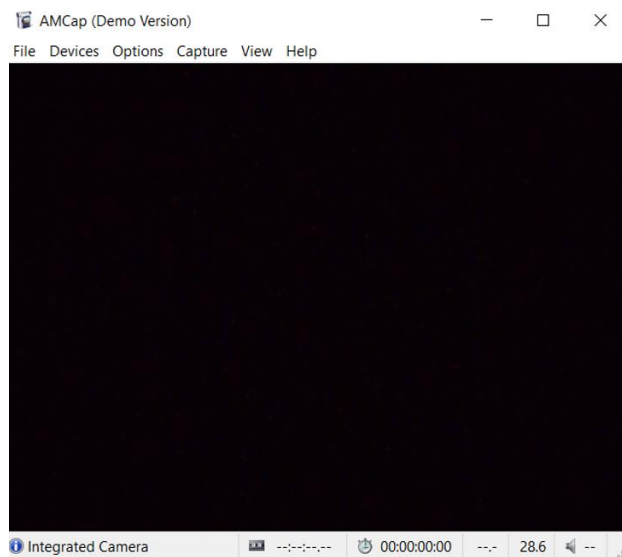


Рисунок 4.2 — Інтерфейс програми АМСар

Результат впливу ультрафіолетового опромінення будемо порівнювати, з зовнішнім видом пікселів екрану смартфона до початку стерилізації та після неї.

Для експерименту було обрано 3 мобільних телефона з різними типами дисплею, LCD, OLED, Mini-LED.

4.2 Моделювання та макет приладу

Моделювання конструкції приладу було здійснено на бакалаврській роботі за допомогою середовища SolidWorks [24]. Пристрій складається з верхньої та нижньої кришки та середньої кришки (заглушки). Мета середньої кришки – приховати плату пристрою та забезпечити місце для телефону.

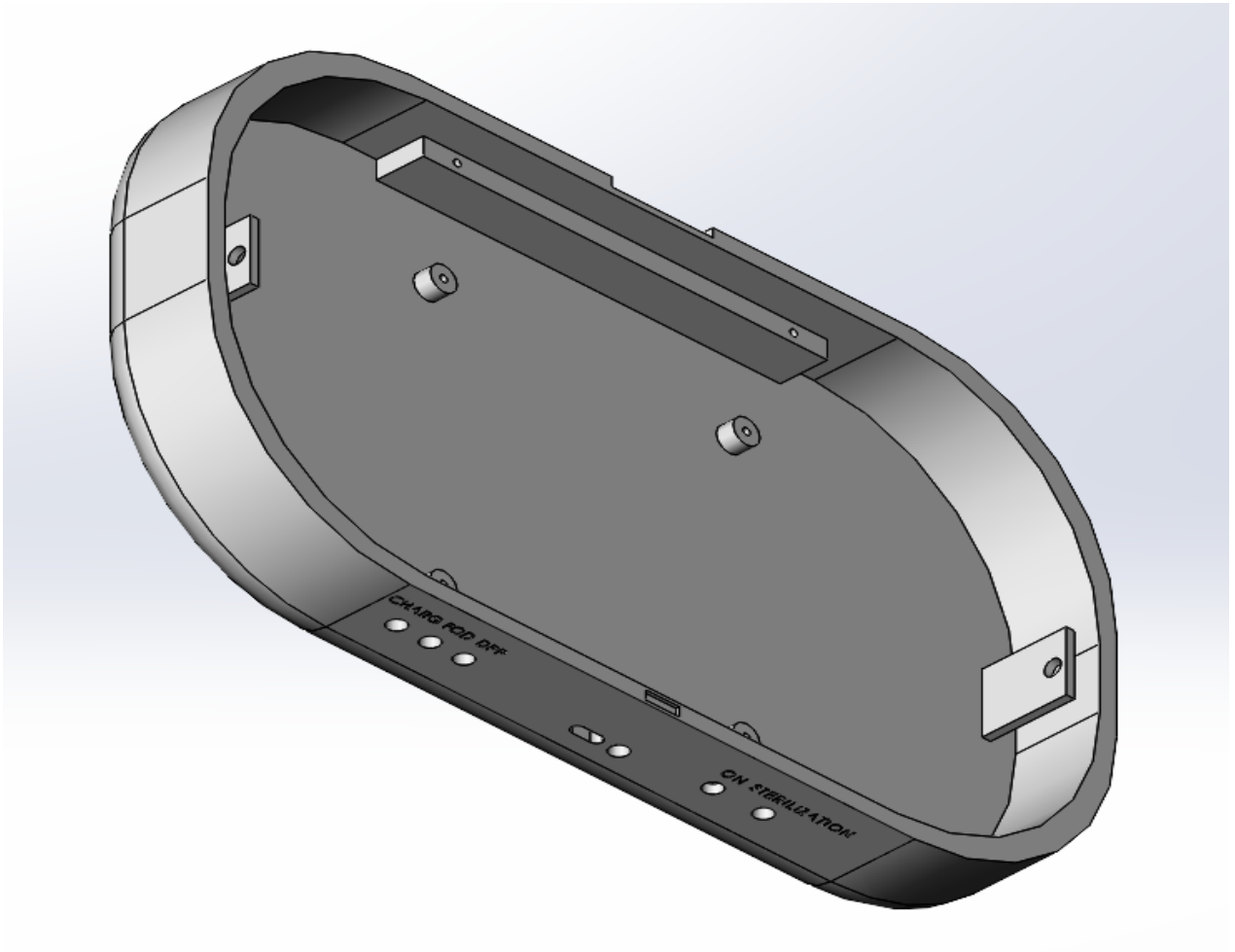


Рисунок 4.3 — Нижня кришка пристрою [24]

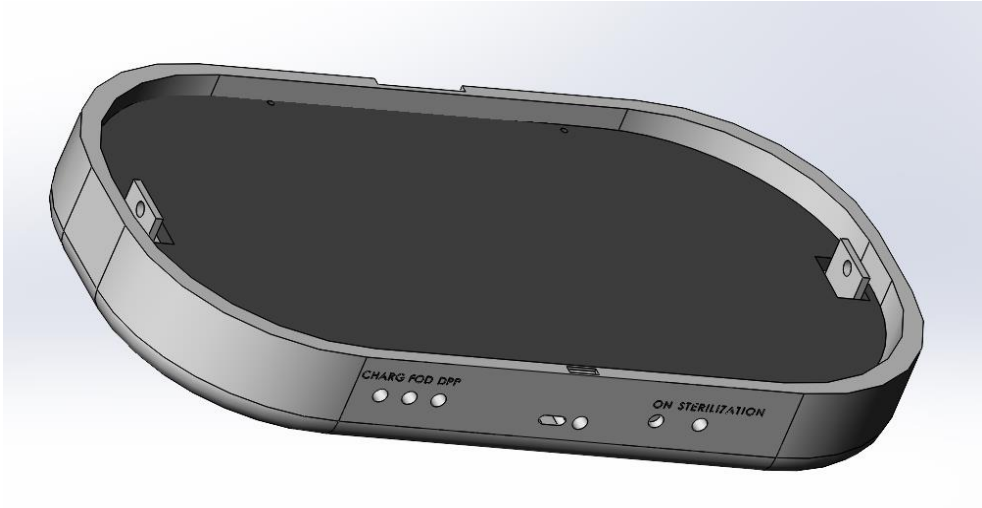


Рисунок 4.4 — Нижня та середня кришки [24]

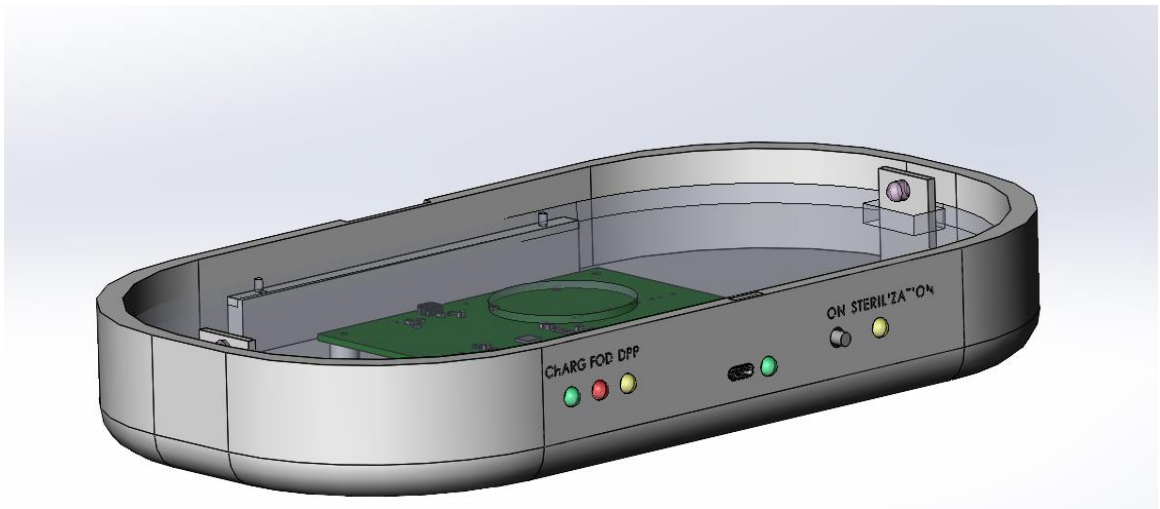


Рисунок 4.5 — Кріплення плати та середня кришка [24]

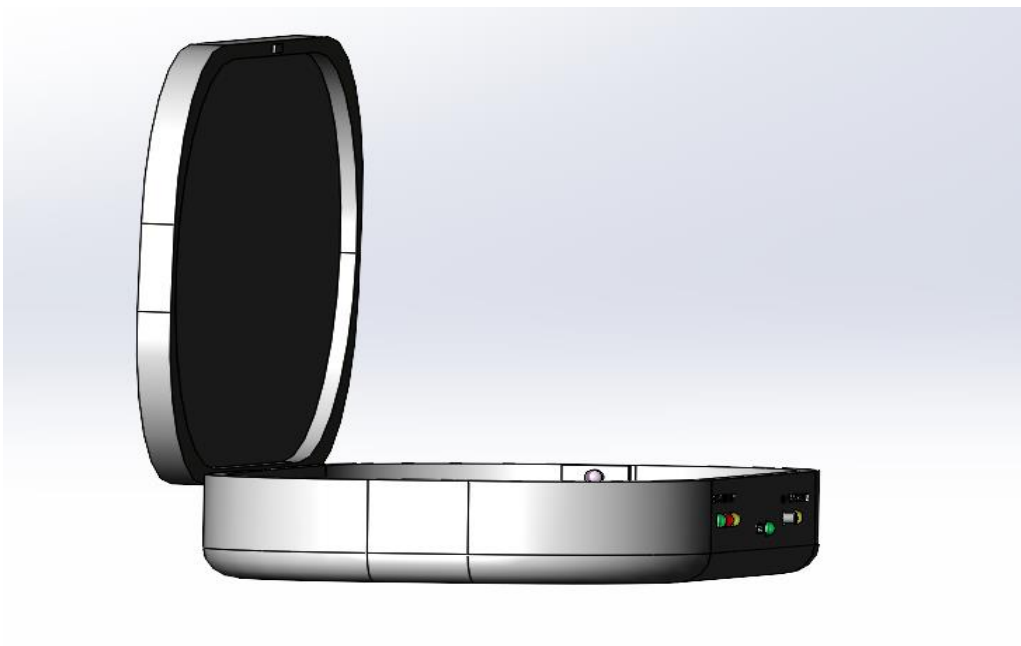


Рисунок 4.6 — Вигляд з боку відкритого пристрою [24]

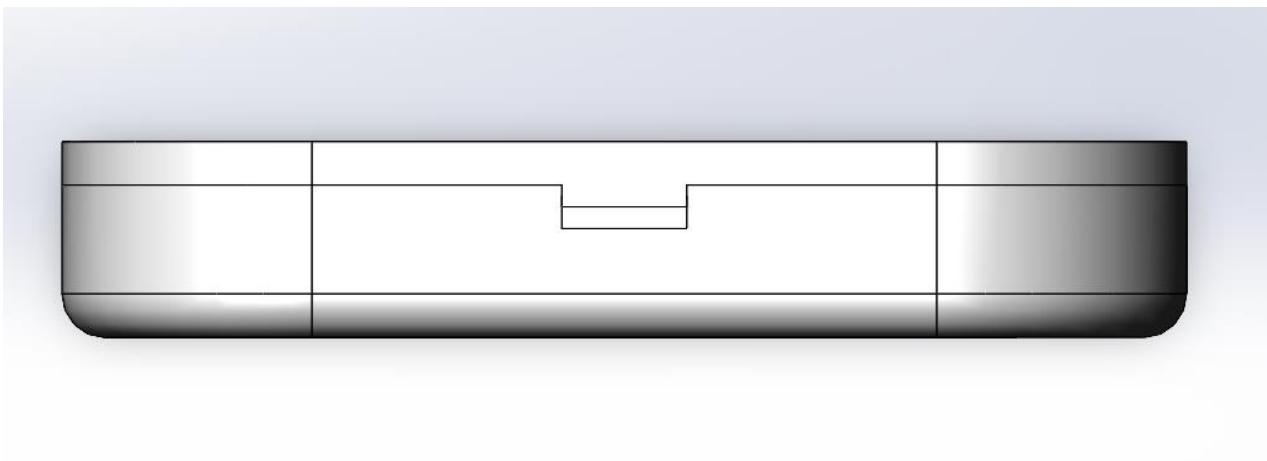


Рисунок 4.7 — Вигляд з тильної сторони [24]

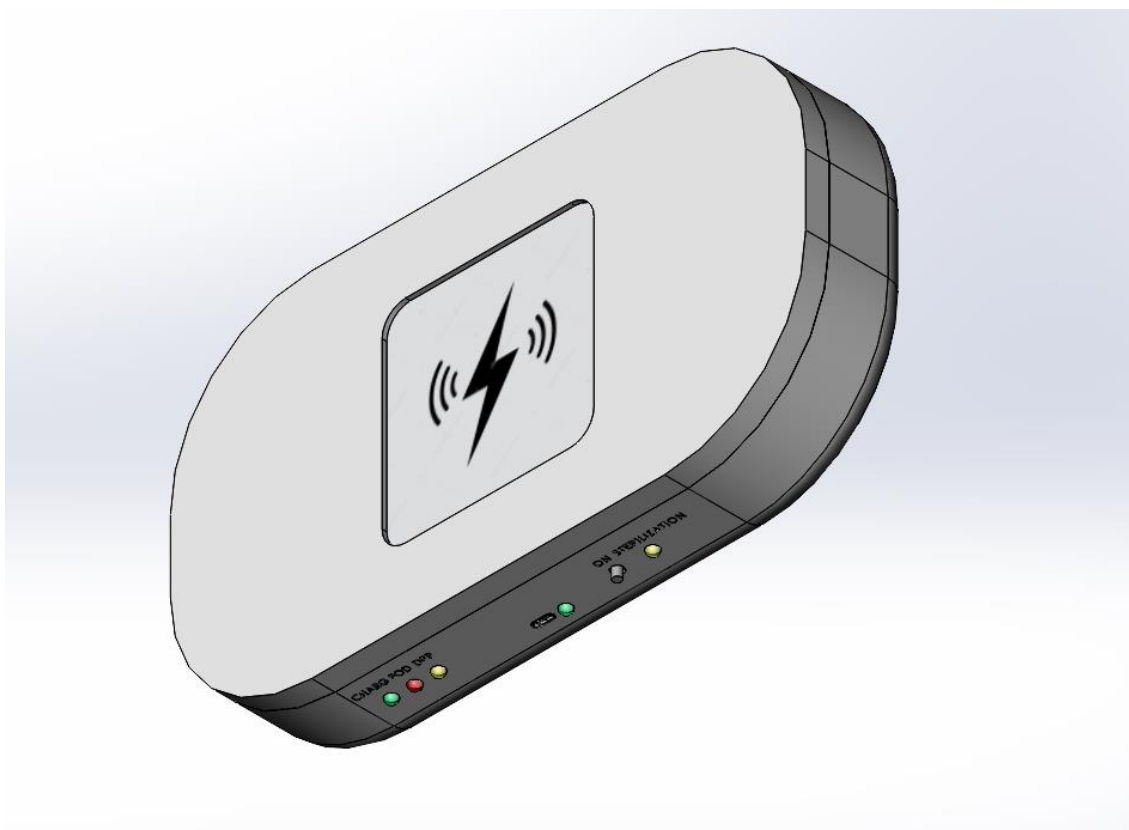


Рисунок 4.8 — Загальний вигляд корпусу [24]

Оскільки для дослідження впливу ультрафіолетового опромінення на екран смартфона, нам не потрібна частина приладу з бездротовою зарядкою як було створено при моделюванні корпусу в SolidWorks, макет для експерименту робимо без неї.



Рисунок 4.9 — Макет пристрою вигляд зверху

Телефон для дослідів потрібно класти всередину корпусу, який зверху накривається кришкою, на якій закріплені ультрафіолетові світлодіоди.

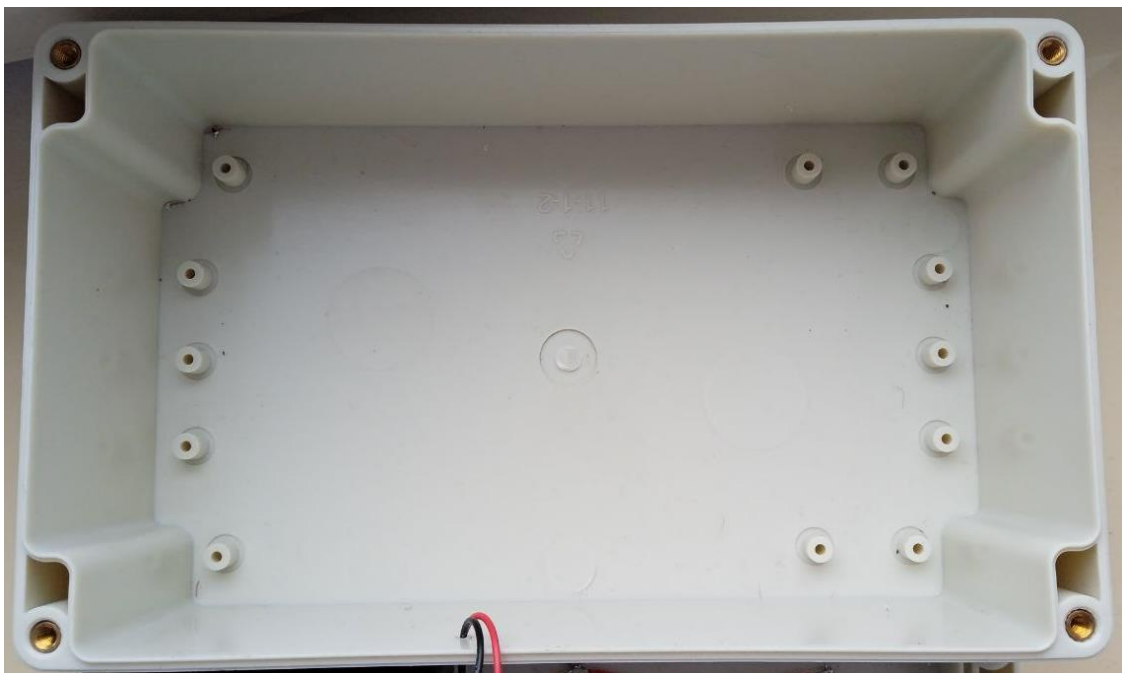


Рисунок 4.10 — Макет пристрою вигляд всередині

Оскільки потрібно буде змінювати кількість світлодіодів для різною потужності випромінювання, зробимо тимчасовий спосіб закріплення світлодіодів на кришці.

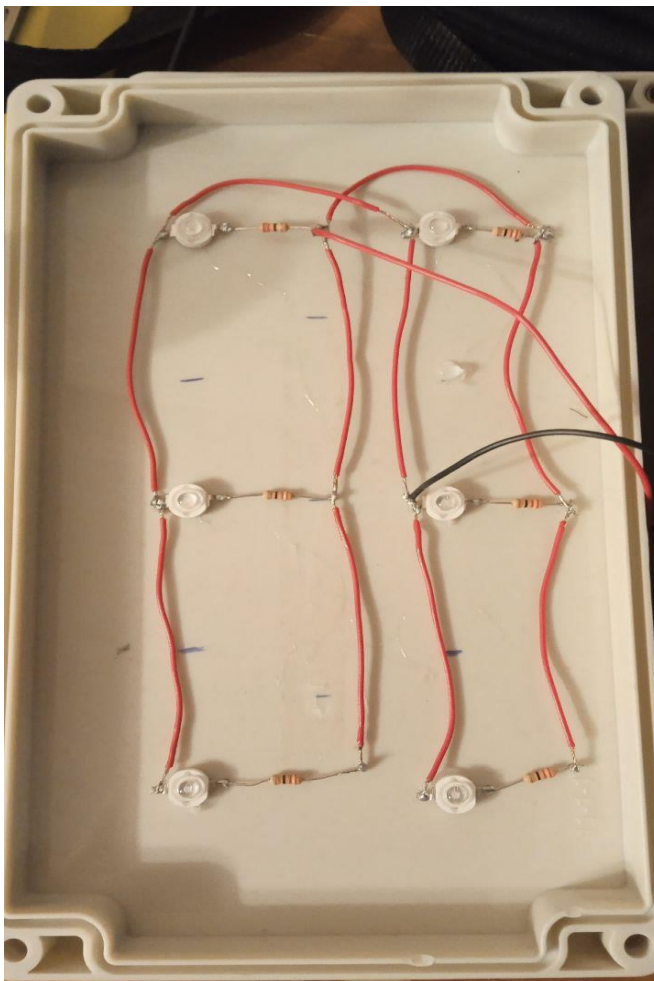


Рисунок 4.11 — Макет пристрою кришка зі світлодіодами



Рисунок 4.12 — Макет пристрою вигляд збоку

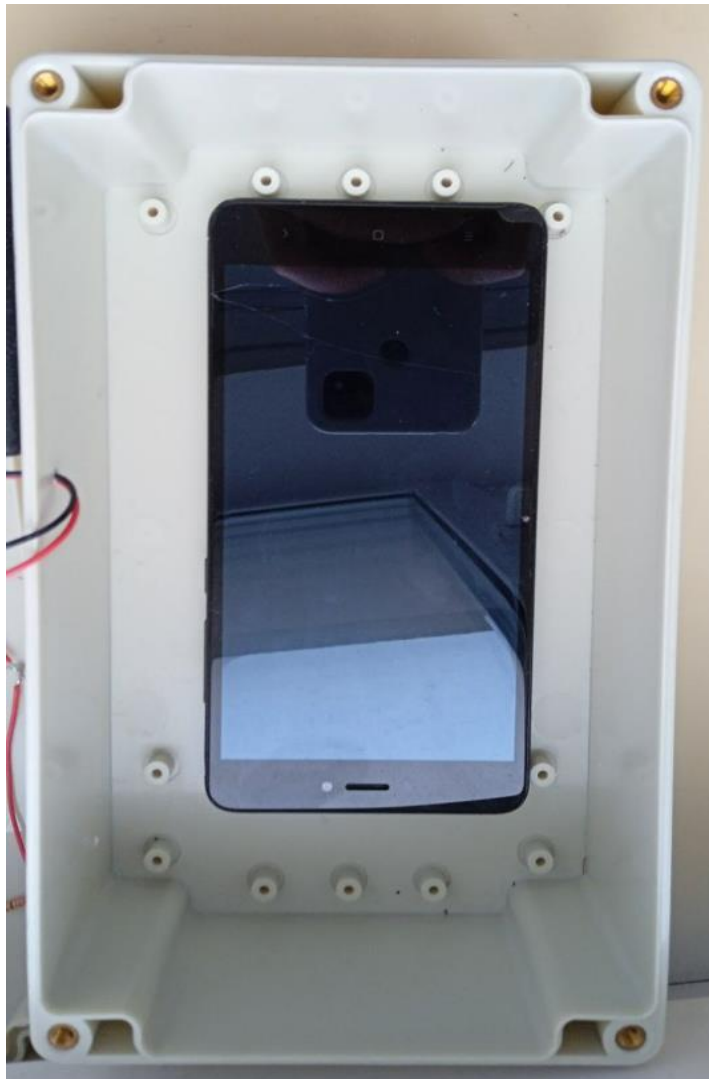


Рисунок 4.13 — Макет пристрою з телефоном всередині

4.3 Експеримент 1

Перший експеримент проведемо на загальній потужності ультрафіолетового опромінення 2 Вт.

Зафіксуємо вигляд пікселів до ультрафіолетового опромінення, телефону з LCD дисплеєм. На телефоні відкриємо білий фон, щоб було видно всі пікселі дисплею.



Рисунок 4.14 — Электронный микроскоп разом з телефоном вид зверху

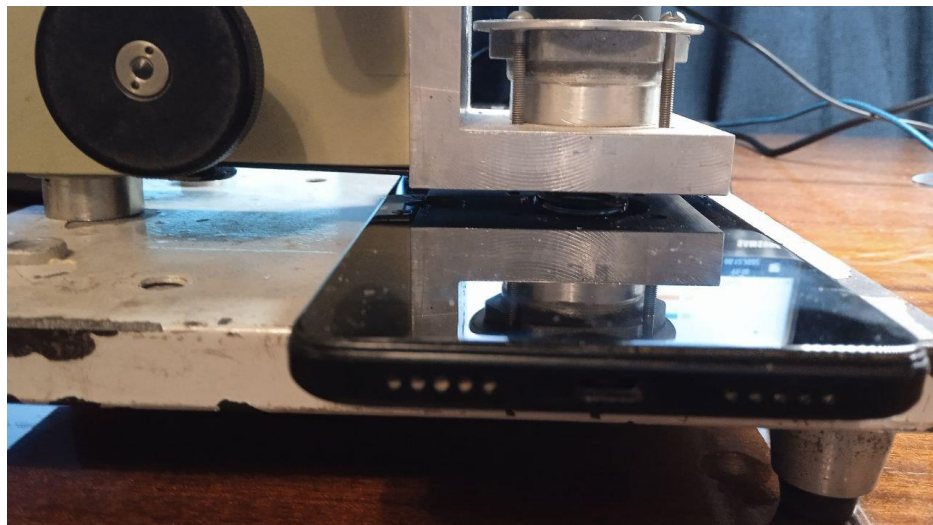


Рисунок 4.15 — Электронный микроскоп разом з телефоном вид збоку

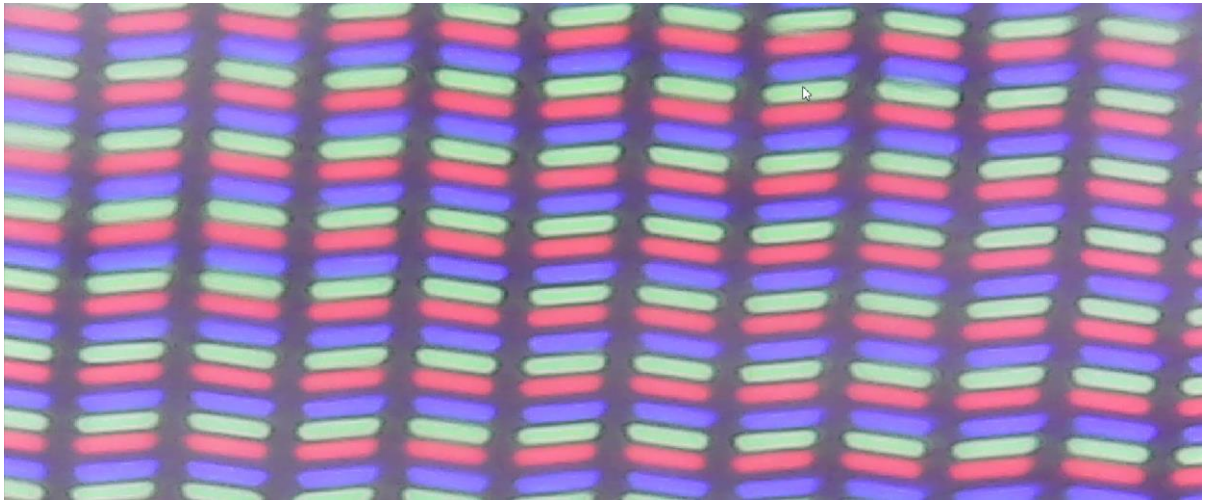


Рисунок 4.16 — Вигляд LCD дисплею до проведення експерименту.

Подамо напругу на схему, та будемо опромінювати телефон на протязі 2 хвилин.

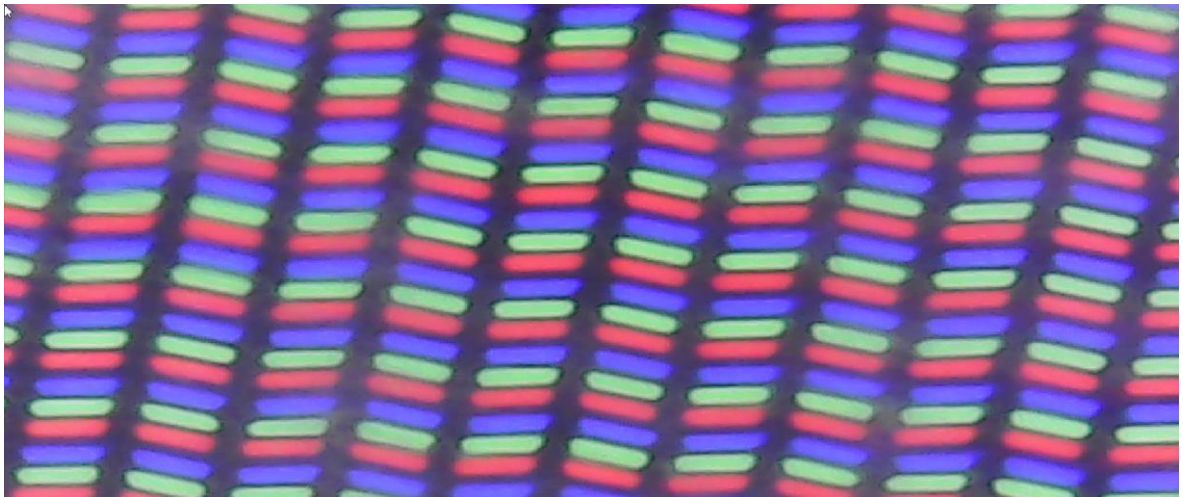


Рисунок 4.17 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 2 хвилини

Зовнішній вигляд пікселів не змінився, не видно «вигорання пікселів».

Продовжимо дослід на цій самій потужності, але збільшим час впливу ультрафіолетового опромінення до 5 хвилин.

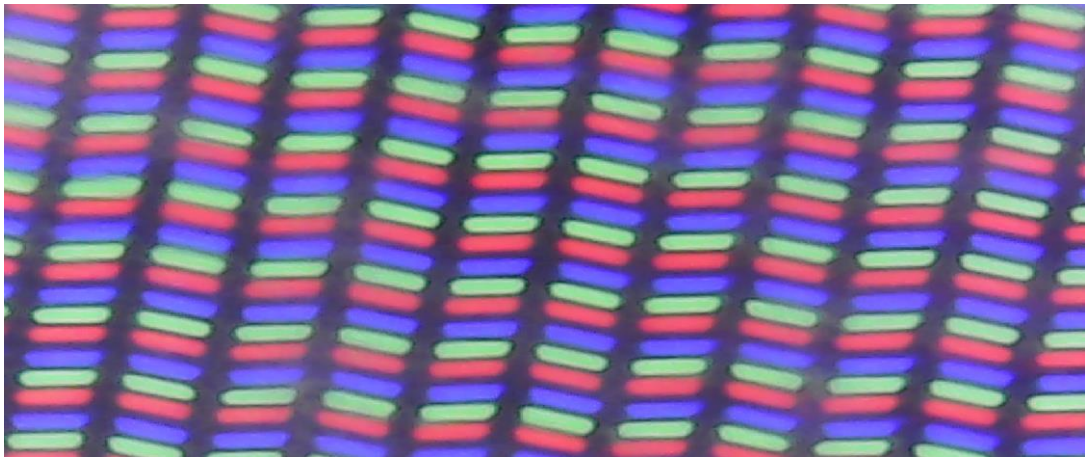


Рисунок 4.18 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2Вт та тривалістю опромінення 5 хвилин

Після збільшення часу опромінення, результат так само не змінився, всі пікселі функціонують, збільшимо час опромінення до 10 хвилин.

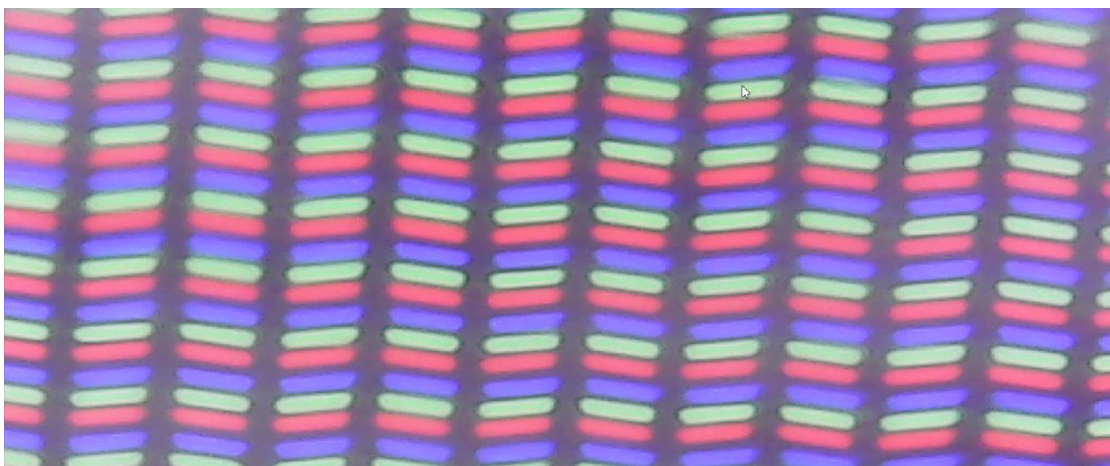


Рисунок 4.19 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2Вт та тривалістю опромінення 10 хвилин

Після опромінення дисплею на протязі 10 хвилин, вигляд пікселів не змінився.

Повторимо дії для мобільного телефону з типом дисплею OLED на цій самій потужності опромінення.

Зафіксуємо вигляд пікселів до ультрафіолетового опромінення, телефону з OLED дисплеєм.

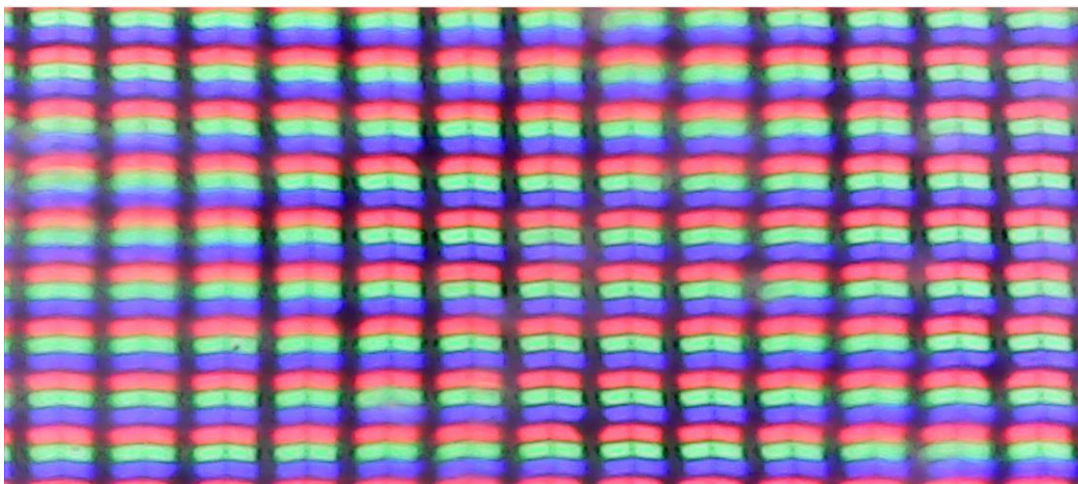


Рисунок 4.20 — Вигляд OLED дисплею до проведення експерименту.

Будемо опромінювати телефон на протязі 2 хвилин та потужністю опромінення 2 Вт.

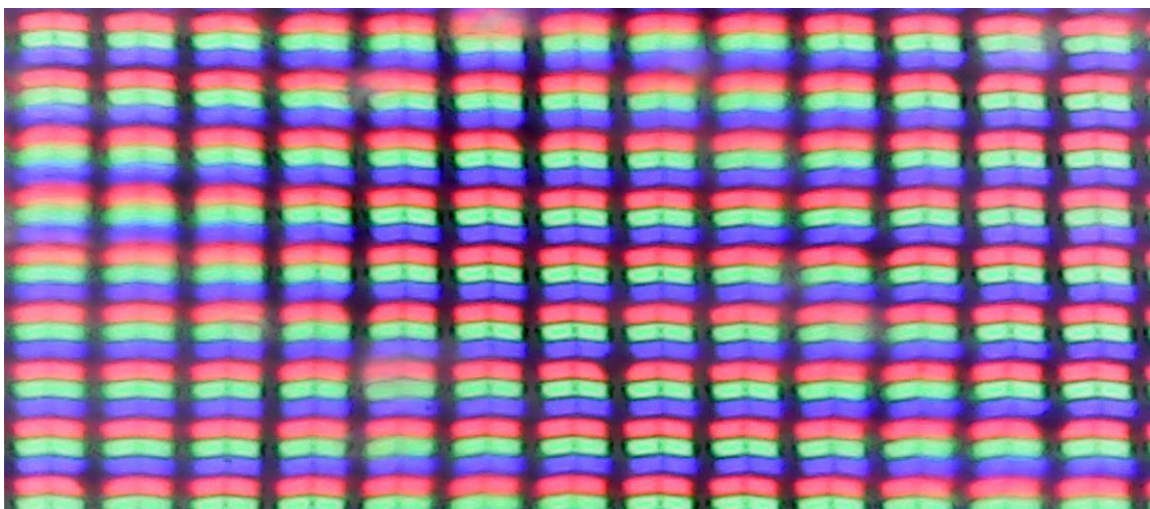


Рисунок 4.21 — Вигляд OLED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 2 хвилини

Зовнішній вигляд пікселів не змінився.

Продовжимо дослід на цій самій потужності, але збільшим час впливу ультрафіолетового опромінення до 5 хвилин.

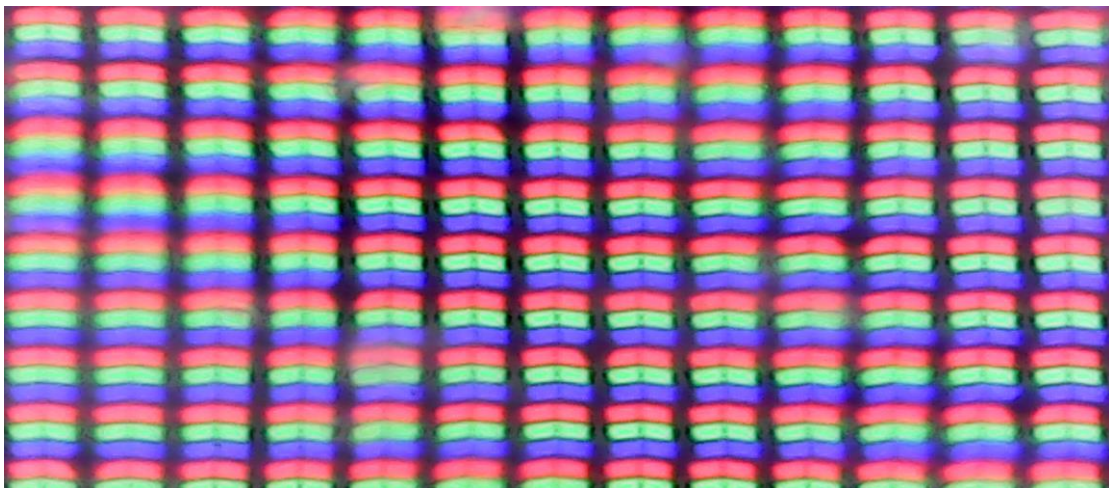


Рисунок 4.22 — Вигляд OLED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 5 хвилин

Після збільшення часу опромінення, результат так само не змінився, всі пікселі функціонують, збільшимо час опромінення до 10 хвилин.

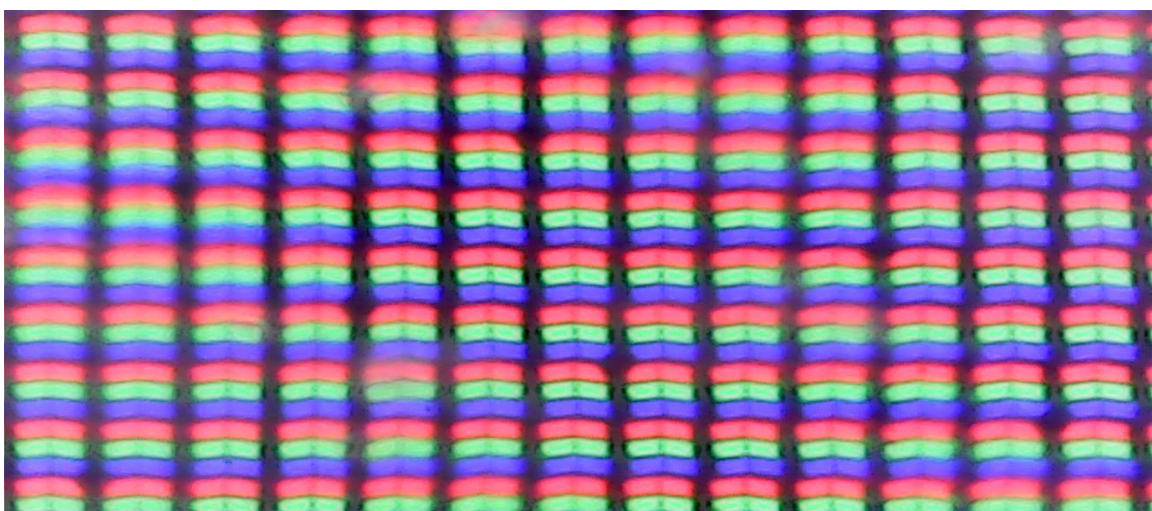


Рисунок 4.23 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 10 хвилин

Повторимо дії для мобільного телефону з типом дисплею Mini-LED на цій самій потужності опромінення.

Зафіксуємо вигляд пікселів до ультрафіолетового опромінення, телефону з Mini-LED дисплеєм.

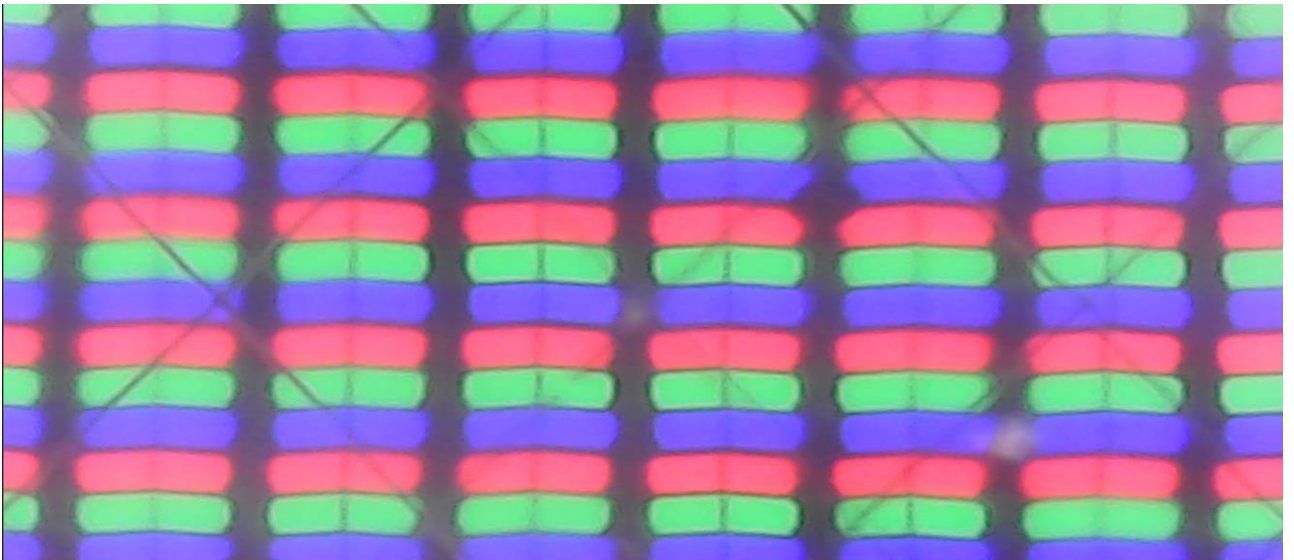


Рисунок 4.24 — Вигляд Mini-LED дисплею до проведення експерименту.

Будемо опромінювати телефон на протязі 2 хвилин та потужністю опромінення 2 Вт.

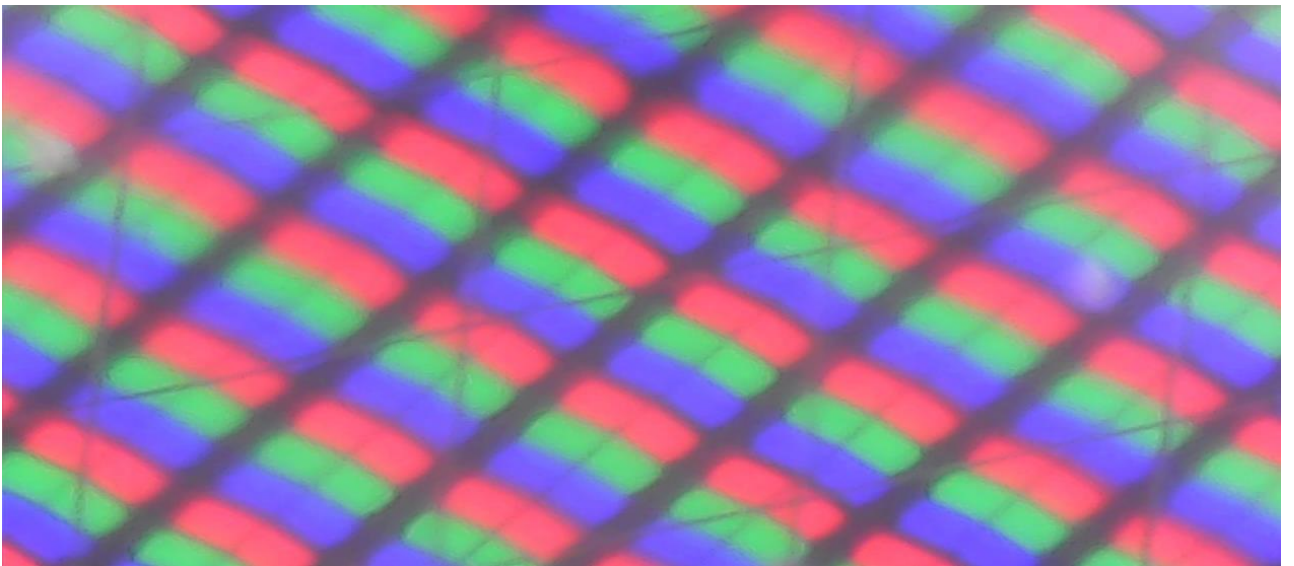


Рисунок 4.25 — Вигляд Mini-LED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 2 хвилини
Зовнішніх змін пікселів не має.

Продовжимо дослід на цій самій потужності, але збільшим час впливу ультрафіолетового опромінення до 5 хвилин.

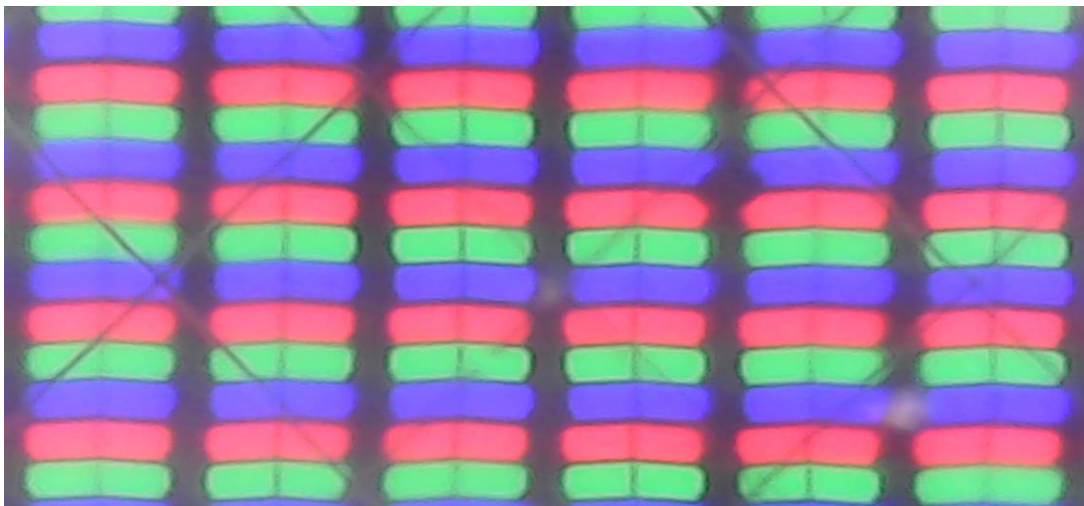


Рисунок 4.26 — Вигляд Mini-LED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 5 хвилин

Після збільшення часу опромінення, результат так само не змінився, всі пікселі функціонують, збільшимо час опромінення до 10 хвилин.

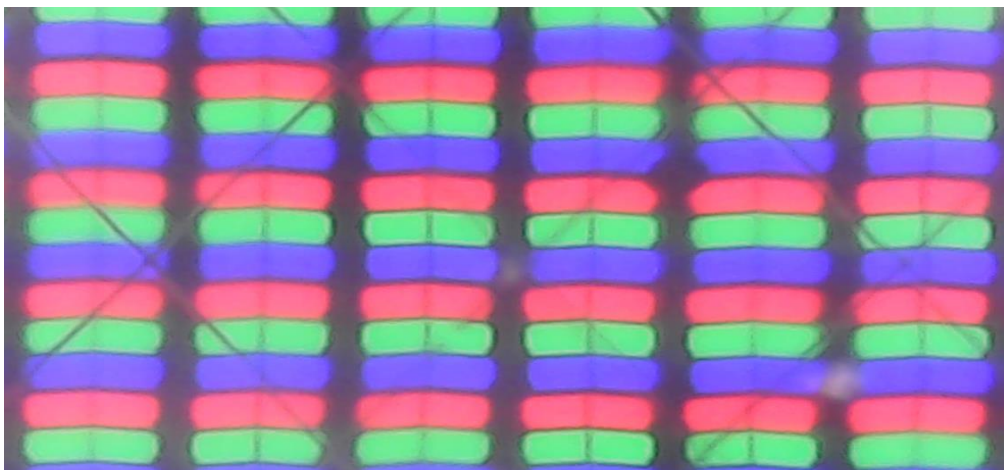


Рисунок 4.27 — Вигляд Mini-LED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 2 Вт та тривалістю опромінення 10 хвилин

Негативного впливу ультрафіолетового опромінення на екран мобільного на даній потужності не має.

За результатами першого дослідження можна зробити висновок, що стерилізація мобільного телефону, на потужності опромінення 2 Вт, цілком безпечна для будь-якого виду дисплею.

4.4 Експеримент 2

Другий експеримент дослід проведемо на загальній потужності ультрафіолетового опромінення 6 Вт.

Зафіксуємо вигляд пікселів до ультрафіолетового опромінення, телефону з LCD дисплеєм.

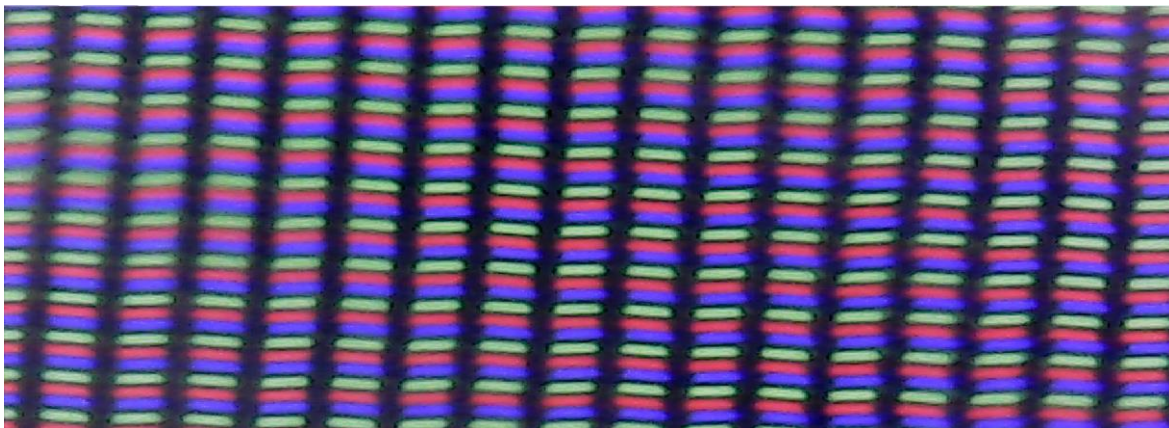


Рисунок 4.28 — Вигляд LCD дисплею до проведення експерименту.

Подамо напругу на схему, та будемо стерилізувати телефон на протязі 2 хвилин.

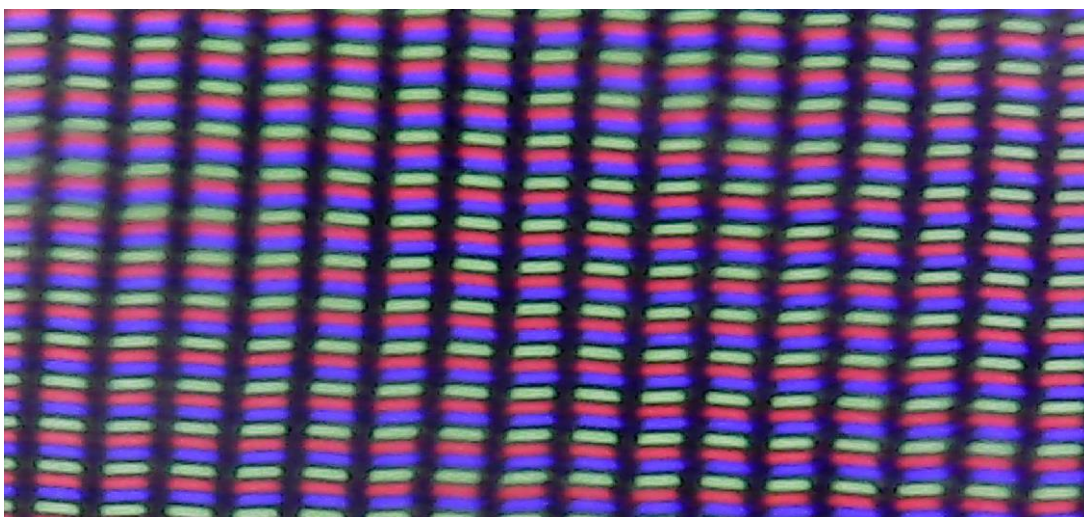


Рисунок 4.29 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 2 хвилини
Зовнішній вигляд пікселів не змінився, не видно «вигорання пікселів».

Продовжимо дослід на цій самій потужності, але збільшим час впливу ультрафіолетового опромінення до 5 хвилин.

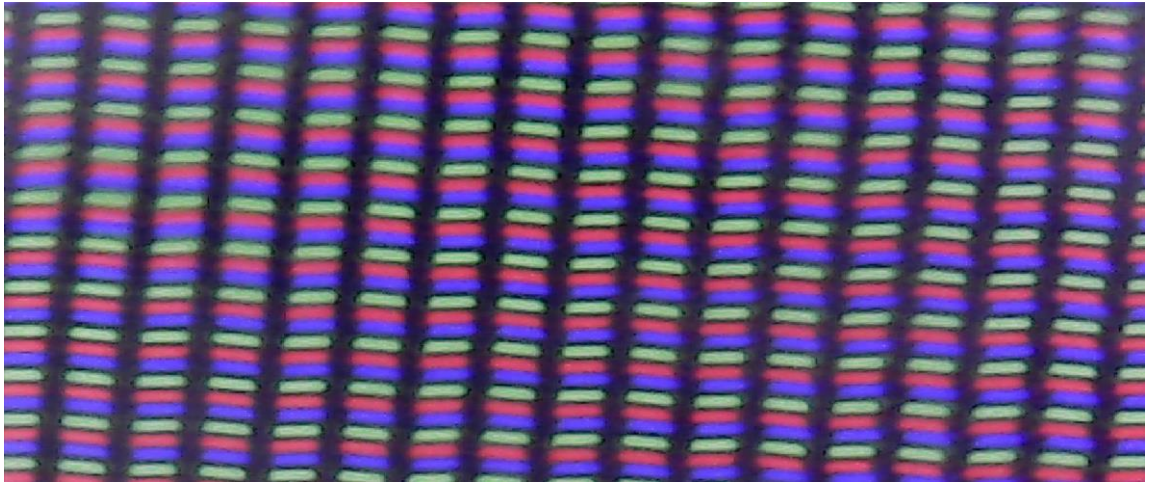


Рисунок 4.30 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 5 хвилин

Після збільшення часу опромінення, результат так само не змінився, всі пікселі функціонують, збільшимо час опромінення до 10 хвилин.

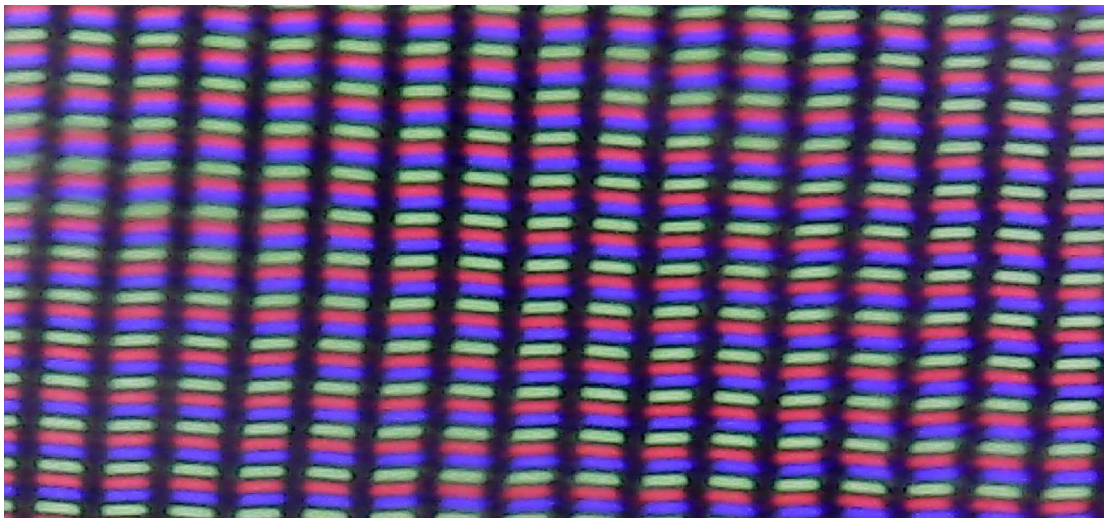


Рисунок 4.31 — Вигляд LCD дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 10 хвилин

Після опромінення дисплею на протязі 10 хвилин, вигляд пікселів не змінився.

Повторимо дії для мобільного телефону з типом дисплею OLED на цій самій потужності опромінення.

Зафіксуємо вигляд пікселів до ультрафіолетового опромінення, телефону з OLED дисплеєм.

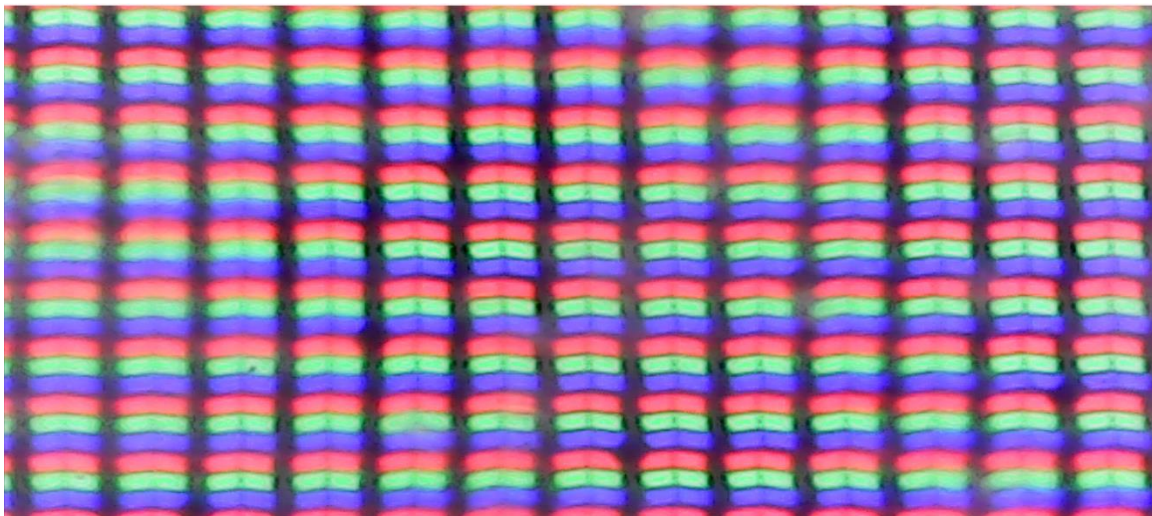


Рисунок 4.32 — Вигляд OLED дисплею до проведення експерименту.

Будемо опромінювати телефон на протязі 2 хвилин та потужністю опромінення 6 Вт.

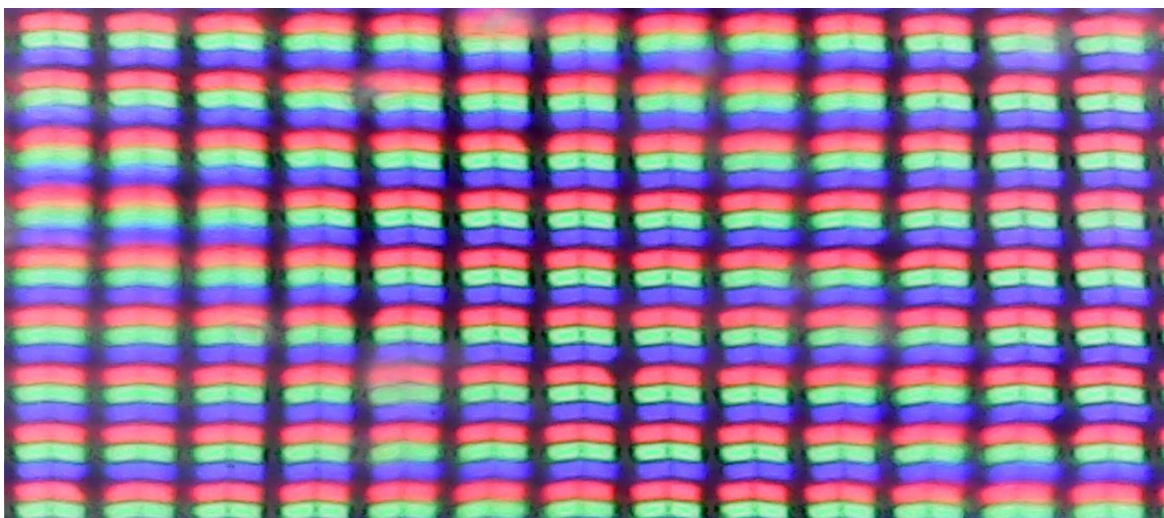


Рисунок 4.33 — Вигляд OLED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 2 хвилини

Зовнішній вигляд пікселів не змінився.

Продовжимо дослід на цій самій потужності, але збільшим час впливу ультрафіолетового опромінення до 5 хвилин.

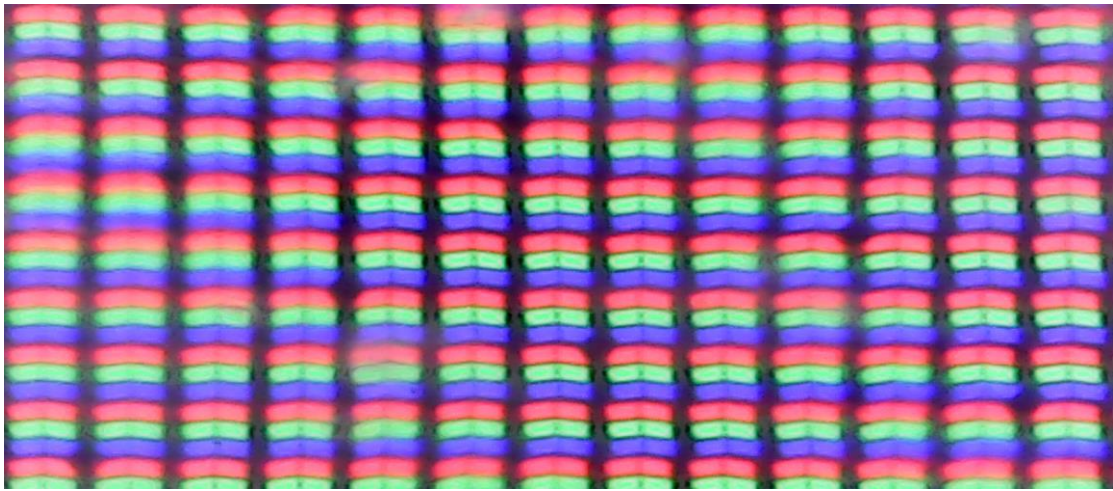


Рисунок 4.34 — Вигляд OLED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 5 хвилин

Після збільшення часу опромінення, результат так само не змінився, всі пікселі функціонують, збільшимо час опромінення до 10 хвилин.

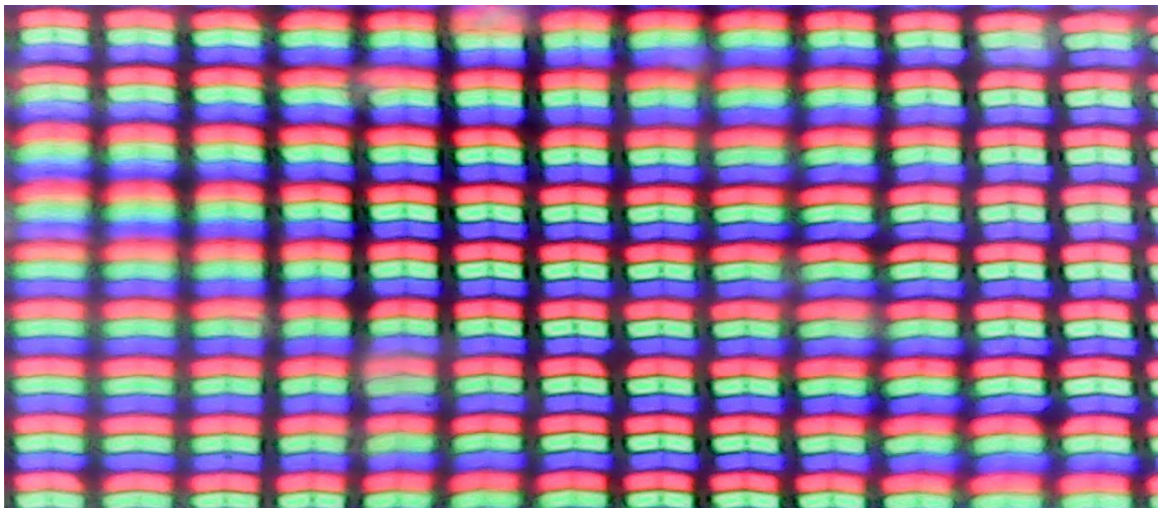


Рисунок 4.35 — Вигляд OLED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 10 хвилин

Повторимо дії для мобільного телефону з типом дисплею Mini-LED на цій самій потужності опромінення.

Зафіксуємо вигляд пікселів до ультрафіолетового опромінення, телефону з Mini-LED дисплеєм.

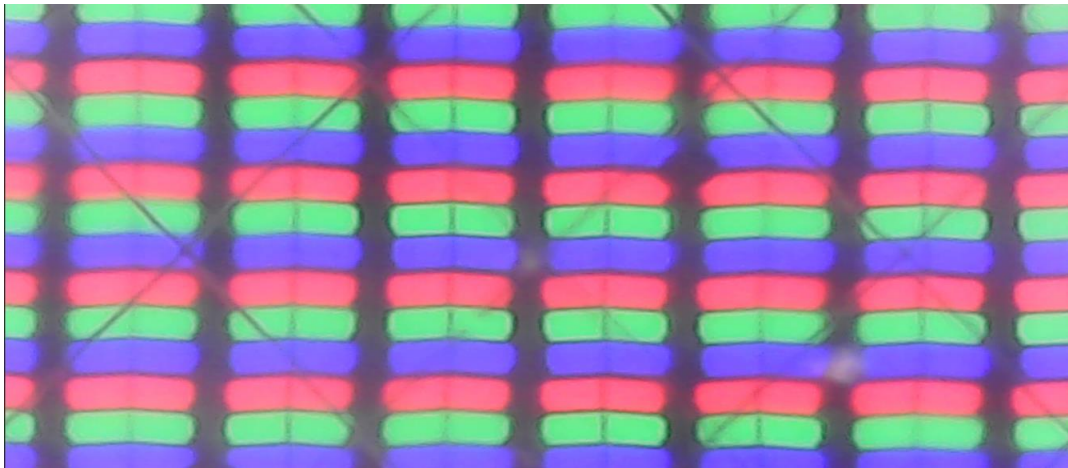


Рисунок 4.36 — Вигляд Mini-LED дисплею до проведення експерименту.

Будемо опромінювати телефон на протязі 2 хвилин та потужністю опромінення 2 Вт.

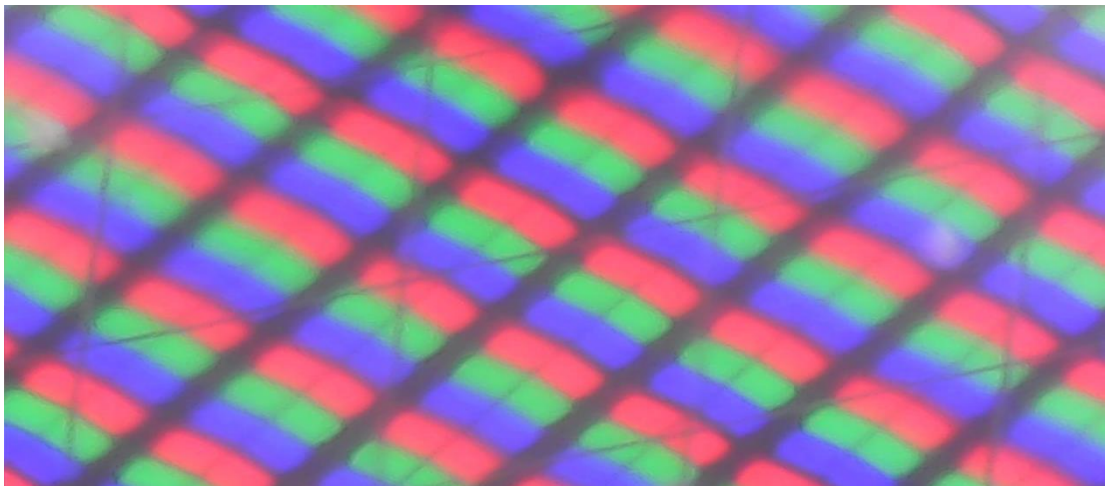


Рисунок 4.37 — Вигляд Mini-LED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 2 хвилини

Зовнішніх змін пікселів не має.

Продовжимо дослід на цій самій потужності, але збільшим час впливу ультрафіолетового опромінення до 5 хвилин.

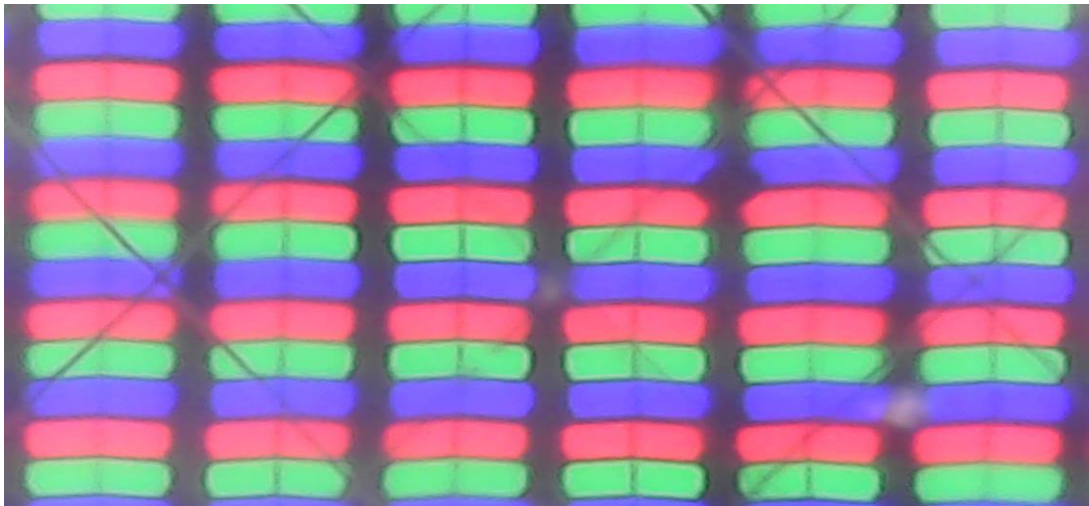


Рисунок 4.38 — Вигляд Mini-LED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 5 хвилин

Після збільшення часу опромінення, результат так само не змінився, всі пікселі функціонують, збільшимо час опромінення до 10 хвилин.

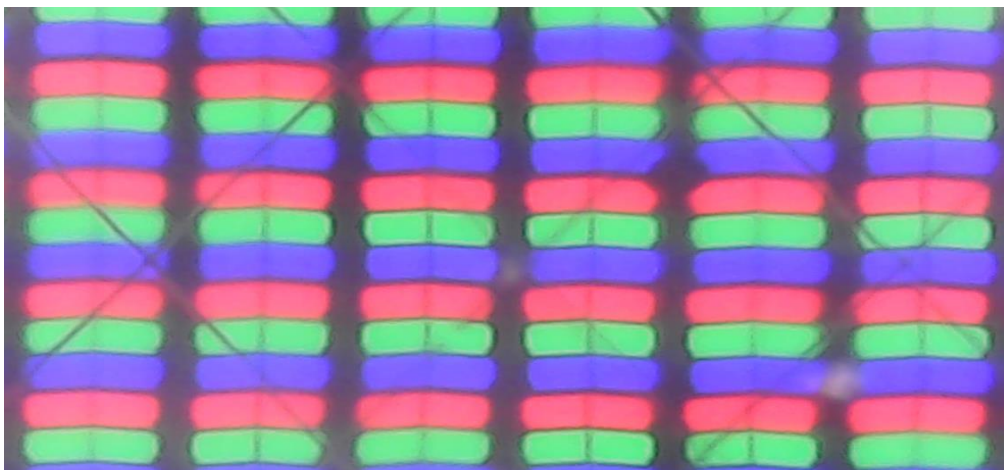


Рисунок 4.39 — Вигляд Mini-LED дисплею після дії УФ-опромінення потужністю 6 Вт та тривалістю опромінення 10 хв

Негативного впливу ультрафіолетового опромінення на екран мобільного на даній потужності не має і за різного часу опромінення.

За результатами другого дослідю робимо висновок, що стерилізація мобільного телефону, на потужності опромінення 6 Вт, також є безпечною для дисплею смартфона.

ВИСНОВКИ

1. Проведення пошук та аналіз досліджень спрямованих на вивчення вплив ультрафіолетового опромінення на екран мобільного телефону. Оглянуто види ультрафіолетових опромінювачів, їх принцип роботи та основні характеристики. Встановлено актуальність теми та необхідність проведення експерименту оскільки наукові статті за темою відсутні.

2. Проведено аналіз існуючих видів дисплеїв мобільного телефону. Встановлено які типи екрану є найпопулярнішими в наші дні, та які технології мають стати більш відомими в найближче майбутнє. Обрано 3 типи екрану мобільного телефону для проведення експерименту.

3. Для проведення досліджу, було знайдено електронний мікроскоп, встановлено, відповідне програмне забезпечення для його роботи та підключення до ноутбуку. Було оглянуто існуючі стерилізатори для мобільного телефону, їх основні характеристики. Проаналізувавши існуючі рішення було обрано потужність ультрафіолетового опромінення для проведення експерименту, 2 Вт та 6 Вт. Розраховано номінал резисторів, для підключення світлодіодів до елемента живлення, для обох вихідних потужностей. Зроблено підбір елементної бази.

4. Проведено два експерименти на дослідження впливу ультрафіолетового опромінення на екран мобільного телефону. Експерименти проведено на вихідній потужності опромінення 2 Вт та 6 Вт, з різним часом опромінення, та на різних типах мобільного дисплею. За допомогою мікроскопу, було зафіксовано вигляд дисплею до початку експерименту, та після кожного опромінення. Під час першого експерименту на вихідній потужності опромінення 2 Вт, та часу опромінення 2 хвилини, негативного впливу не виявлено на екран смартфона, всі пікселі продовжили функціонування, без погіршення своїх властивостей. Збільшено час опромінення до 5 та 10 хвилин, результат не змінився, отже ультрафіолетове опромінення на потужності 2 Вт є повністю безпечним для екрану мобільного

телефону. Під час другого експерименту на вихідній потужності опромінення 6 Вт, та часу опромінення ультрафіолетом 2 хвилини, негативного впливу на екран мобільного телефону не виявлено, всі пікселі продовжили функціонування, без погіршення своїх властивостей. Збільшено час опромінення до 5 та 10 хвилин, результат не змінився, отже ультрафіолетове опромінення на потужності 6 Вт є повністю безпечним для екрану мобільного телефону.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Стерилизатор для мобильного телефона [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу
https://rozetka.com.ua/gelius_2099900794490/p230192197/.
2. Micro-Led диспеї [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://www.microled-info.com/introduction>.
3. Санитайзер стерилизатор антисептик для мобильного телефона и прочей мелочи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://bt.rozetka.com.ua/341414971/p341414971/>.
4. Уф стерилизатор портативный для телефона Portable Phone UV Sanitizer с функцией ароматерапии Белый [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://bt.rozetka.com.ua/341997229/p341997229/>.
5. Стерилизатор ультрафиолетовый LED+UV SUN UV S1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:
<https://bt.rozetka.com.ua/315215545/p315215545/>.
6. Лучишин А. С. Сучасні технології побудови дисплеїв. Diss. ВНТУ (2018) [Електронний ресурс] / А. С. Лучишин, В. С. Белов – Режим доступу до ресурсу:
<http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/20892/4297.pdf?sequence=3>.
7. Мигуцкая Н. А. Эволюция гибких дисплеев [Електронний ресурс] / Н. А. Мигуцкая – Режим доступу до ресурсу:
<https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/62846/121-123.pdf?sequence=1>.
8. Неледва А. О. Технології мікро LED: сучасний стан та перспективи розвитку. MS thesis. Сумський державний університет [Електронний ресурс] / А. О. Неледва – Режим доступу до ресурсу:
<https://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/89288>.
9. Недошитко О. Гнучкі екрани. Матеріали IV Міжнародної студентської науково-технічної конференції Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання [Електронний ресурс] / О. Недошитко – Режим доступу до

ресурсу:

http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/36161/2/MSNTK_2021_Nedoshytko_O-Flexible_screens_54-55.pdf.

10. Павлов С. В. Системи та пристрої відображення інформації [Електронний ресурс] / С. В. Павлов – Режим доступу до ресурсу:

<http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/22480/%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BE%D0%B2%20%D0%A1.%20%D0%92.%20%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

11. Самарин А. Жидкокристаллические дисплеи [Електронний ресурс] / А. Самарин – Режим доступу до ресурсу:

https://books.google.com.ua/books?hl=uk&lr=&id=xe7OBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD,%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80.&ots=ms7IuslfV9&sig=fYKrJs1XhQV48FYgFizhHDbDZG0&redirect_esc=y#v=onepage&q=%D0%A1%D0%B0%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%BD%2C%20%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D1%80.&f=false.

12. Bagher, Askari Mohammad, Quantum Dot Display Technology and Comparison with OLED Display Technology [Електронний ресурс] / Askari Mohammad – Режим доступу до ресурсу: <http://45.113.122.54/pdfs/ijarps/v4-i1/5.pdf>.

13. Dzhurov, Georgi G OLED screens [Електронний ресурс] / Dzhurov – Режим доступу до ресурсу: Quantum Dot Display Technology and Comparison with OLED Display Technology

14. Опромінювач ультрафіолетовий VastoSfera OBB 75S ECO + 100% [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:

<https://epicentrk.ua/ua/shop/obluchatel-bactosfera-obb-75s-eco-100.html>.

15. Екранований бактерицидний опромінювач з жалюзі ОБР-5-Віола Медтехніка h1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://viola.net.ua/ua/екрановані-опромінювачі>
16. Методичні рекомендації щодо використання ультрафіолетового бактерицидного випромінювання [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.slideshare.net/Ukraine_CDC/ss-52417044.
17. Gonzalo Acosta. The ZigBee Protocol — Netguru [Електронний ресурс]. — Режим доступу: Netguru.com — Назва з екрану.
18. Дмитриев В. OLED дисплеи-будущее уже начинается [Електронний ресурс] / Владимир Дмитриев. – 2003. – Режим доступу до ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/oled-displei-buduschee-uzhe-nachinaetsya/viewer>.
19. A Guide to the Measurement of Humidity Published by the Institute of Measurement and Control, 1996, 68 pp, ISBN 0-904457-24-9.
20. Najeeb, M.A.; Ahmad, Z.; Shakoor, R.A. Organic thin-film capacitive and resistive humidity sensors: A focus review. Adv. Mater.Interfaces 2018,5, 1800969.
21. Humidity Sensors Principle, Mechanism, and Fabrication Technologies: A Comprehensive Review [Електронний ресурс] // US National Library of Medicine National Institutes of Health. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4063076/>.
22. PCB Capabilities [Електронний ресурс] // JLCPCB. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://jlcpcb.com/capabilities/Capabilities>.
23. Application Note AN043 [Електронний ресурс] // Texas Instruments. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ti.com/lit/an/swra117d/swra117d.pdf>.
24. Скригонюк А.В. 2021. Дипломний проект на здобуття ступеня бакалавра на тему: Стерилізатор мобільного телефону з функцією бездротової зарядки. НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського. 75с.