

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ПБ-351.1702.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
3	A2	ДП ПБ-351.1702.002 СХ	Класифікація методів дослідження морфологічних особливостей шкіри	1	
4	A1	ДП ПБ-351.1702.002	Загальний вигляд дерматоскопу	1	
5	A2	ДП ПБ-351.1702.003СХ	Структурно-функціональна схема дерматоскопу	1	
6	A1	ДП ПБ-311.1702.004 СХ	Система випромінювачів. Схема електрична	1	
7	A2	ДП ПБ-351.1702.005 СХ	Схема оптична дерматоскопу	1	
8	A1	ДП ПБ-351.1702.006 СК	Складальне креслення дерматоскопу	1	
9	A1	ДП ПБ-351.1702.007 СХ	Схема структурного складу	1	
10	A1	ДП ПБ-351.1702.008 СХ	Технологічна схема складання	1	

				ДП ПБ351.1702.000 ПЗ			
		ПБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Кірута К.М.				Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Безугла Н.В.					1	
Консульт.						КПІ ім. Ігоря Сікорського Каф. ВП Гр. ПБ-351	
Н/контр.							
Зав.каф.	Тимчик Г.С.						

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: _____ Дерматоскоп _____

Київ – 2019 року

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): Класифікація методів дослідження морфологічних особливостей шкіри (A2); Загальний вигляд дерматоскопу (A1); Структурно-функціональна схема (A2); Електрична схема (A1); оптична схема (A2); Складальне креслення (A1); ССС (A1); ТСС (A1); Деталювання (1-1,5 A1).

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Конструкторський			
Технологічний			

7. Дата видачі завдання 13.03.2019

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Огляд та аналіз патологічних морфологічних змін в структурі шкіри	27.03.2019	
2	Розробка класифікації дослідження морфологічних особливостей шкіри	10.04.2019	
3	Опис та особливості епілюмінісцентної дерматоскопії	17.04.2019	
4	Огляд та аналіз засобів інтелектуальної власності та сучасних аналогів	24.04.2019	
5	Розробка структурно-функціональної та оптичної схем	06.05.2019	
6	Розрахунок та розробка електричної схеми	06.05.2019	
7	Розробка конструкції. Деталювання.	22.05.2019	
8	Проведення технологічних розрахунків	29.05.2019	
9	Розробка ССС та ТСС	05.06.2019	
10	Розробка маршрутних карт	05.06.2019	
11	Подача диплому до захисту	10.06.2019	

Студент

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

ЗМІСТ

Анотація.....	7
Перелік умовних скорочень.....	9
Вступ.....	10
1. Конструкторський розділ.....	10
1.1. Особливості зляксісних новоутворень шкіри.....	11
1.1.1. Структура шкіри.....	11
1.1.2. Патоморфологічні зміни в структурі шкіри.....	12
1.2. Класифікація методів дослідження морфологічних особливостей шкіри.....	15
1.3. Основні принципи епілюмінесцентної дерматоскопії.....	18
1.3.1. Особливості відтінку кольору при аналізі дерматоскопічних зображень.....	18
1.3.2. Методи отримання дерматоскопічних зображень.....	20
1.3.3. Базові складові та принцип роботи дерматоскопу.....	22
1.4. Огляд та аналіз методів та засобів інтелектуальної власності.....	23
1.5. Огляд та аналіз сучасних дерматоскопів.....	32
1.6. Вибір типового представника.....	37
1.6.1. Призначення та технічні характеристики.....	37
1.6.2. Розробка структурно-функціональної схеми.....	39
1.6.2.1. Принцип роботи дерматоскопу.....	39
1.6.2.2. Вибір елементної бази.....	40
1.6.3. Розробка електричної схеми.....	44
1.6.3.1. Огляд, аналіз та розрахунок основних елементів системи випромінювачів.....	45
1.6.3.2. Огляд, аналіз та розрахунок основних елементів системи індикації.....	47
1.6.4. Розробка оптичної схеми дерматоскопу.....	49
1.6.4.1. Вибір основних складових та принцип роботи.....	49

1.6.4.2. Габаритний розрахунок.....	50
1.7. Характерні несправності та методи їх усунення.....	54
1.8. Умови експлуатації.....	54
2. Технологічний розділ.....	56
2.1. Аналіз технологічності конструкції дерматоскопу.....	57
2.2. Розрахунок точності складальних робіт.....	64
2.3. Розробка технологічного процесу складання дерматоскопу.....	68
2.4. Розробка маршрутних карт.....	74
2.5. Розробка методики повірки радіусів кривизни оптичних елементів	78
Висновки по роботі	77
Список використаних джерел	78
Додаток А. Графічні матеріали	82
Додаток Б. Технічні характеристики світлодіодів	91
Додаток В. Результати габаритного розрахунку об'єктиву	100
Додаток Г. Маршрутні карти	103

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розглянуто проблему ранньої діагностики морфологічних особливостей шкіри та виділено основні методи їх ранньої діагностики. За основу обрано метод епілюмінісцентної діагностики.

Проект складається з двох розділів – конструкторського та технологічного, а також містить п'ять додатків – графічний матеріал, технічні характеристики світлодіодів, результати габаритного розрахунку об'єктиву та маршрутні карти. Матеріал викладено на 110 сторінках та містить 41 рисунок, 20 таблиць, 10 формул та 37 літературних джерел.

В конструкторському розділі на основі проведеного аналізу морфологічних особливостей шкіри, а також характеру її уражень розроблено класифікацію сучасних методів дослідження шкіри. За основу обрано неінвазивний метод епілюмінісцентної дерматоскопії, що дає змогу проводити дослідження як поверхневих, так і внутрішніх шарів шкіри. Розглянуто основні принципи епілюмінісцентної мікроскопії, а також характер проникнення різних довжин хвилі в структуру шкіри. Запропоновано використання чотирьох випромінювачів, що дасть змогу отримувати зображення на різних шарах шкіри. На основі цього, розроблено структурно-функціональну схему роботи дерматоскопу, розраховано та розроблено оптичну схему, а також електричну схему підключення світлодіодів. За отриманими результатами запропоновано та розроблено конструкцію пристрою.

В технологічному розділі проведено розрахунки запропонованої конструкції на технологічність, а також розроблено структурну схему складання та технологічну схему складання. Наведено маршрутні карти та принцип перевірки об'єктиву.

Ключові слова: епілюмінісцентна дерматоскопія, ураження шкіри.

ANNOTATION

The diploma project considers the problem of early diagnosis of morphological features of the skin and highlights the basic methods of their early diagnosis. The basis of the chosen method is an epiluminescent diagnosis.

The project consists of two sections - design and technological, and also contains five applications - graphic material, technical characteristics of LEDs, the results of the overall dimension of the lens and the route maps. The material is presented in 68 pages and contains 41 figures, 20 tables, 10 formulas and 37 literary sources.

In the design section based on the analysis of morphological features of the skin, as well as the nature of its lesions, a classification of modern skin research methods has been developed. The non-invasive method of epiluminescent dermatoscopy is chosen as the basis, which allows to study both surface and internal layers of the skin. The basic principles of epiluminescent microscopy, as well as the nature of the penetration of different wavelengths into the structure of the skin are considered. The use of four emitters is proposed, which will allow to receive images on different layers of the skin. On the basis of this, a structural and functional scheme of the operation of the dermatoscope was developed, an optical circuit was designed and developed, as well as an electrical circuit for connecting the LEDs. According to the results, the design of the device is proposed and developed.

In the technological section, calculations of the proposed design for the processability have been made, as well as the structural scheme of assembly and the technological scheme of assembly have been developed. The route maps and the principle of verifying the lens are shown.

Key words: epiluminescent dermatoscopy, skin lesions.

ВСТУП

Згідно статистичних даних МОЗ України патологічні ураження шкіри пацієнтів зростають з кожним роком. Особливо небезпечною є меланома шкіри, невчасне виявлення якої призводить в 90% випадків до смерті. Тому рання та вчасна діагностика патологічних захворювань шкіри є досить актуальною задачею. Вона залежить здебільшого від того, як вчасно пацієнт звернувся за допомогою, однак важливим є також інструмент, яким проводиться діагностика.

Діагностика може проводитись інвазивним та неінвазивними методами. Первинна діагностика зазвичай передбачає неінвазивну процедуру, оскільки порушення цілісності шкіри є болісним та спричиняє дискомфорт. Основним завданням первинної діагностики є визначити чи є захворювання патологічним, чи це звичайна родимка. Метастази меланоми проникають в шари шкіри та інші тканини досить швидко. Тому, основним завданням первинної діагностики є визначення не тільки стану поверхневого шару шкіри, а й її глибинних шарів.

В комплексі така задача може бути вирішена методом епілюмінісцентної дерматоскопії, яка базується на принципі мікроскопії. За отриманим збільшеним зображенням шарів досліджуваної ділянки шкіри з характерною плямою ураження робиться аналіз її кольору, форми структури, за яким надається висновок про її стан. Основною проблемою при створенні дерматоскопу є забезпечення глибини проникнення випромінювання, оскільки значна його частина відбивається від рогового шару шкіри та не дає змоги досліджувати глибинні шари.

1. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1. Особливості злоякісних новоутворень шкіри

1.1.1. Структура шкіри

Основною функцією шкіри є захист організму від зовнішніх чинників, тобто вона виконує роль природнього живого бар'єру, що найбільше зазнає впливу шкідливих екологічних факторів. Тому, саме шкірні захворювання у вигляді новоутворень (пухлин) в більшості країн зустрічаються найчастіше [1]. Можна виділити три основні групи пухлин: доброякісні, злоякісні та проміжні. Проте, в деяких випадках під впливом фізичних або фізіологічних чинників доброякісні пухлини можуть перейти у злоякісний стан [2].

Структура шкіри є досить складною (рис.1.1) та містить клітини різних тканин, кожна з яких може піддатися злоякісній трансформації [3]. При цьому відбувається пошкодження та ураження клітин на різних рівнях, а також видозмінюються структурні компоненти шкіри, що можна спостерігати на прикладі atopічної екземи.



Рис.1.1. Основні шари та клітини шкіри [3]

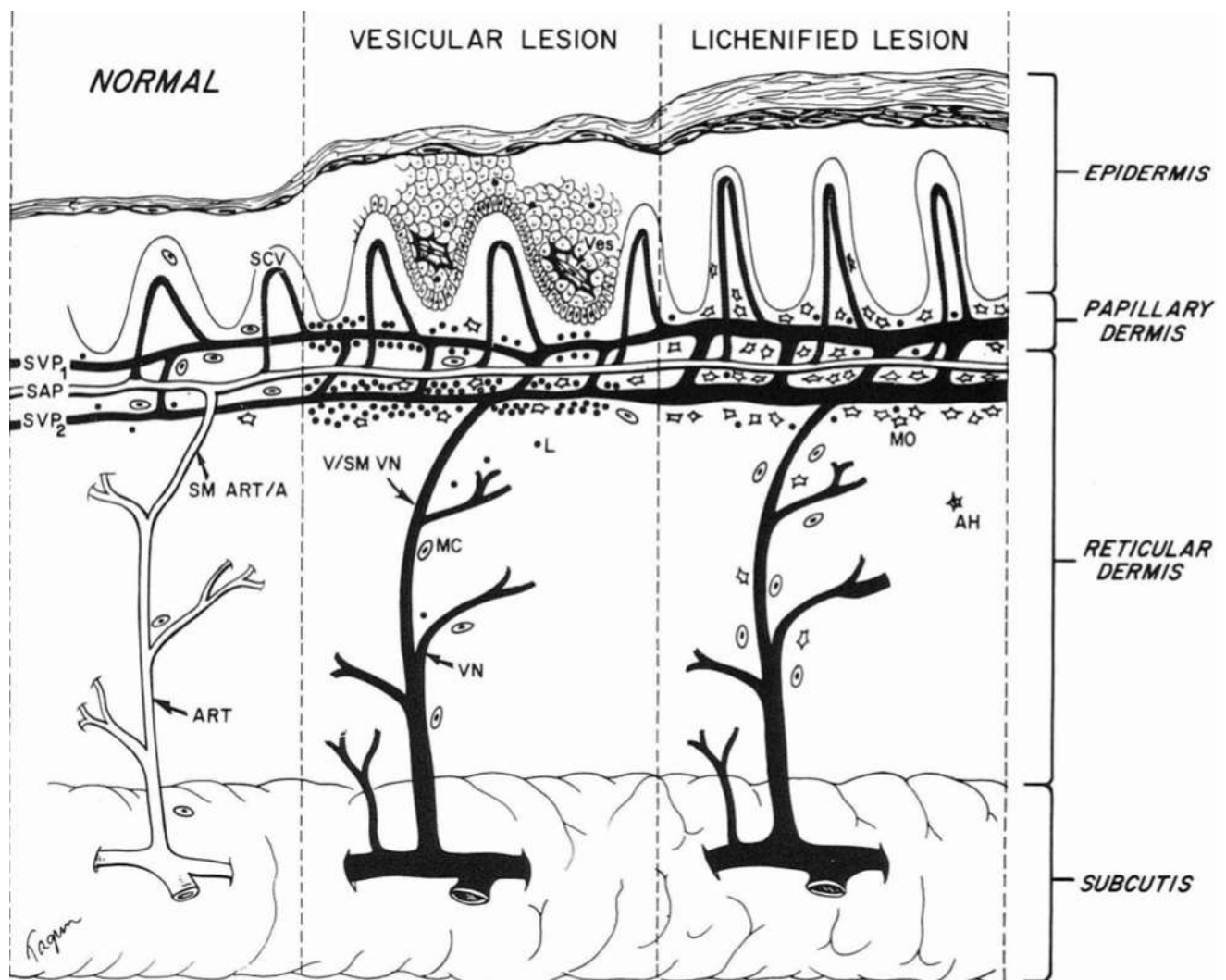


Рис.1.2. Структурні відмінності між нормальною та враженою atopічною екземою шкірою [4]

1.1.2. Патоморфологічні зміни в структурі шкіри

Патоморфологічні зміни в шарах шкіри відрізняються своєрідністю, що залежить від особливостей будови і функцій шкіри як органу. Вони можуть виникати при різних захворюваннях, а різні їх сполучення складають патоморфологічну структуру [5].

Аномальні зміни шкіри можуть спричиняти наступні чинники: інфекції, соціальні фактори, порушення обміну речовин, порушення функцій залоз внутрішньої секреції та ін. Бувають також вроджені захворювання, а також генетично обумовленні [5].

Клінічні ознаки змін структури шкіри можна поділити на три групи [5]:

- симптоми з боку всього організму (підвищення температури, свербіж, слабкість та ін.);
- суб'єктивні ознаки (зниження або підвищення чутливості, свербіж, печіння, оніміння, біль та ін.);
- об'єктивні шкірні симптоми.

Об'єктивні симптоми характеризуються морфологічними змінами шкіри (рис.1.3), що поділяються на первинні (виникають на здоровій шкірі) та вторинні (трансформація первинних).

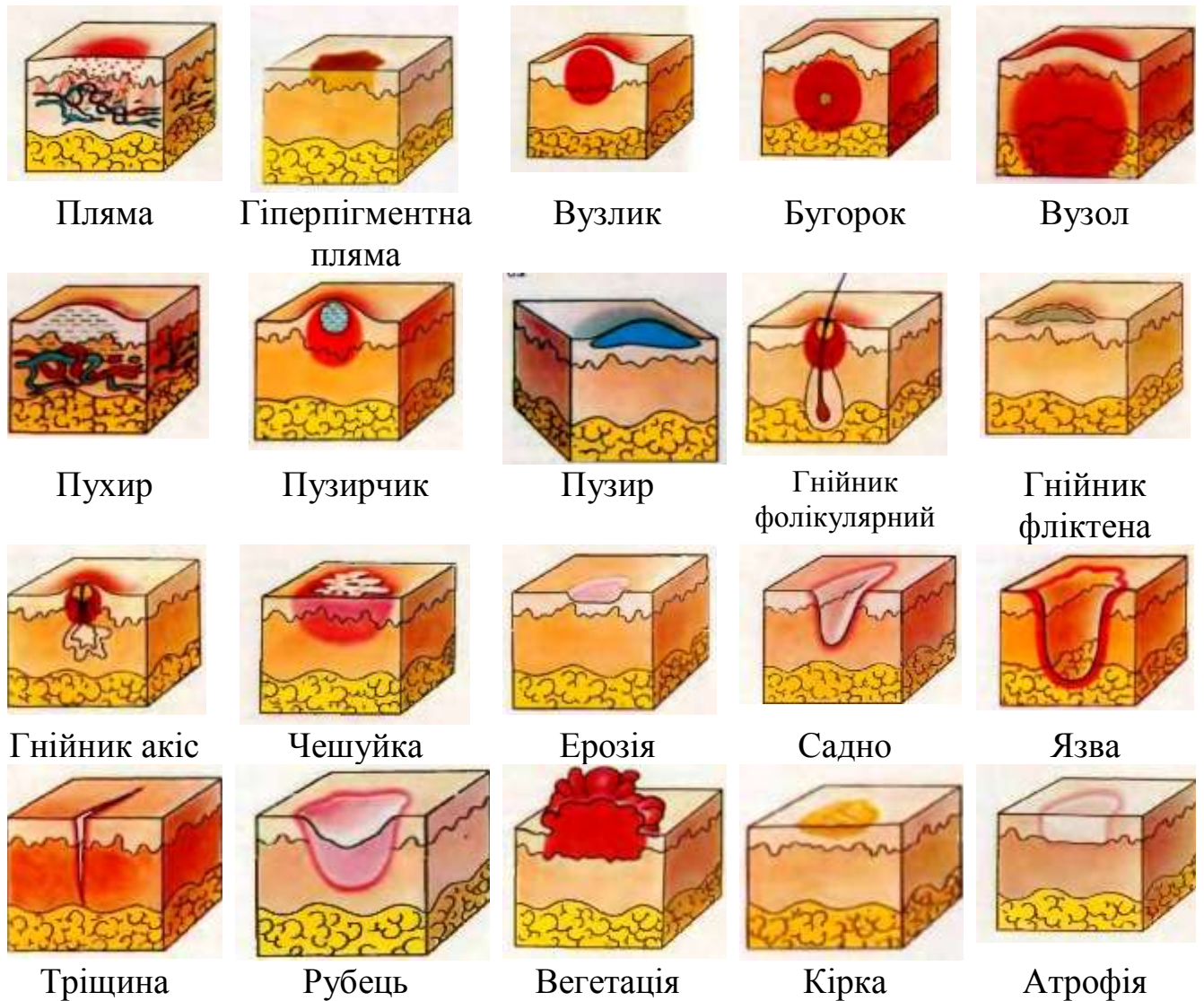


Рис.1.3. Морфологічні зміни структури шкіри [5]

Злоякісні новоутворення з'являються з епітеліальних клітин та меланоцитів. Переважна більшість злоякісних новоутворень представлено трьома видами: меланома, плоскоклітинний рак шкіри і базальноклітинний рак (рис.1.4).

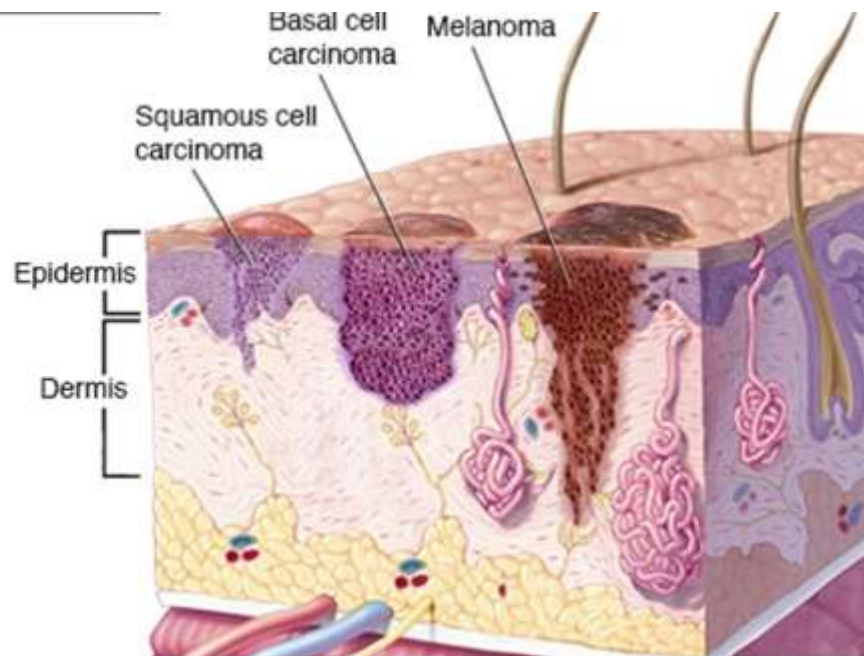


Рис.1.4. Характер проникнення злоякісних новоутворень [6]:
 squamous cell carcinoma – плоскоклітинний рак,
 basal cell carcinoma – базальноклітинний рак, melanoma - меланома

Тип новоутворення можна визначити за суб'єктивними та об'єктивними ознаками, наведеними в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Типи новоутворень [7]

Симптоми	Тип новоутворень		
	Неврус	Меланома	Лінтиго
Пляма з'явилась в дитинстві	+	-	-
Пляма з'явилась після засмаги			+
Неоднорідний колір		+	-
Колір з віком темніє	+		
Колір світло-коричневий			+
Наявні білі та рожеві відтінки	+		
Чіткі межі	+		
Змінюється розмір	-	+	-
Спадковість злоякісних новоутворень	-	+	-
Фототип шкіри 1 або 2		+	+
Наявні кровотечі	-	+	-

1.2. Класифікація методів дослідження морфологічних особливостей шкіри

В даному розділі на основі огляду та аналізу літературних джерел розроблено класифікацію методів дослідження морфологічних особливостей шкіри, що представлена на рис.1.5 та в додатку А на кресленні ДП.ПБ-з51.1702.001.



Рис.1.5. Класифікація методів дослідження морфології шкіри

Методи дослідження та діагностики морфологічних змін шкіри можна розділити на дві великі групи: інвазивні та неінвазивні.

Інвазивні методи полягають у взятті матеріалу шкіри *біопсійними* методами, які в залежності від способу отримання біоптату поділяються наступні види [8].

Екцизійна біопсія полягає у видаленні цілого органу або патології, що здійснюється під час хірургічного втручання [8].

Інцизійна біопсія полягає у видалення тільки ділянки ураженого органу або тканини та може здійснюватися під час хірургічного втручання при лікуванні або діагностиці [8].

Пункційна біопсія полягає у вилученні окремих фрагментів або шарів тканини під час проколу спеціальною тонкою порожнистою голкою [8].

Аспіраційна біопсія полягає в аспірації певних тканин за допомогою звичайного медичного шприца [8].

Інвазивні методи є більш точними, однак потребують втручання та пошкодження цілісності організму. Тому при первинному огляді зазвичай використовують *неінвазивні*, що залежно від фізичних чинників поділяються на радіоізотропні, оптичні та акустичні.

До радіоізотропних методів відносять *позитронну-емісійну томографію* (ПЕТ), що полягає у введенні в кров спеціальних радіофарматичних препаратів, до складу яких входять радіонукліди. Властивість цих препаратів полягає в тому, що в пухлинних клітинах він починає накопичуватись. Реєстрація «гама-квантів» відбувається ПЕ-томографом [7].

Акустичні методи дослідження дають змогу проводити діагностику патологічних морфологічних змін шкіри неінвазивно та в реальному часі. При цьому використовується частота від 20 Гц і вище, А-сканування (амплітуди) та В-сканування (яскравості). Це дозволяє проводити дослідження ехоструктури шкіри та підшкірно-жирової клітковини з визначенням товщини та особливостей будови кожного шару [9]. В залежності від способу проведення поділяються на соноеластографію, доплірівське картування та ехоскопію.

Ехоскопія використовується для проведення вимірювань глибини та товщин новоутворень (базально-клітинний рак, меланома та ін.). При традиційній ехографії застосовують конвексний датчик з частотою сканування 3-10 МГц, що забезпечує глибину проникнення до 100-150 мм [10]. Компресія тканин датчиком дозволяє оцінити їх щільність, яка більш точно може бути встановлена за допомогою *соноеластографії* [11].

Соноеластографія дозволяє з високою точністю встановити контури пухлини на основі підвищення контрасту м'яких тканин [11].

Доплерівське картування дозволяє за отриманим візуальним зображенням судин, робити висновок про наявність новоутворень [11].

Найбільш великою групою є методи *оптичної діагностики*, що базуються на аналізі взаємодії *випромінювання з біологічними тканинами*.

Мексаметрія визначає ступінь еритеми за визначеною кількістю меланіну в шкірі, який залежить від кількості поглиненого випромінювання на різних довжинах хвилі. [12].

Хромаметрія дозволяє визначити активність радикальних процесів та антиоксидантний ефект і є частковим випадком спектрометричного або колориметричного методу [12].

Оптична когерентна томографія (ОКТ) використовує низькоінтенсивне випромінювання ближнього інфрачервоного діапазону з потужністю 1-1,5 мВт для отримання двовірних зображень поперечного перетину шкіри, за якими дозволяють зробити оцінку її характеристик (висота шарів, структура і ступінь однорідності досліджуваних зон, контраст шарів і зон, параметри кордонів розподілу оптичних шарів і зон [9].

Епілюмінісцентна мікроскопія (дерматоскопія) полягає в нанесенні спеціального розчину (масла, спиртового розчину, гелю або води) на досліджувану ділянку шкіри з наступним вивченням її складу за допомогою спеціальних засобів (дерматоскопу, стереомікроскопу, цифрових фіксуючих пристроїв), що дозволяють збільшити зображення від 6 до 40 разів. Найбільш поширені моделі дерматоскопів забезпечують 10-кратне збільшення [13].

Спектрофотометричний аналіз (сіаскопія) базується на використанні оптичного випромінювання різної довжини хвилі для взаємодії з пігментом меланіну, колагену та гемоглобіну. Проникаюча здатність становить до 2 мм, тому може використовуватись для діагностики глибоких шарів шкіри. Сіаскоп дозволяє отримувати тривимірні зображення шарів шкіри та її новоутворень (структуру, колір), визначати при цьому концентрацію меланіну та гемоглобіну, а також дає можливість детально можна побачити всі кровоносні судини [9].

До основних методів дослідження, що розглянуті вище, можна віднести когерентну томографію, епілюмінісцентну мікроскопію та високочастотну ультрасонографію. Переваги цих методів наведено в таблиці 1.2 [14].

Таблиця 1.2. Основні методи дослідження шкіри [14]

Назва методу	Глибина проникнення	Роздільна здатність	Відтворення результатів
Епілюмінісцентна мікроскопія	Епідерміс та верхня частина	до 7-10 мкм	90-95%
Когерентна томографія	сосочкового шару дерми	до 8-10 мкм	
Високочастотна ультрасонографія	Епідерміс, дерма та підшкірна клітковина до 10мм	до 72, 31, 21, 16 мкм	

В даній роботі за основу обрано метод епілюмінісцентної мікроскопії (дерматоскопії).

1.3. Основні принципи епілюмінесцентної дерматоскопії

1.3.1. Особливості відтінку кольору при аналізі дерматоскопічних зображень

Аналіз отриманих зображень при дерматоскопії полягає у визначенні відтінку кольору за який відповідає певний пігмент (рис.1.6). Наприклад, найтемніший колір (чорний) відповідає поверхневому пігменту у верхніх шарах епідермісу (роговий шар, дерма), тоді як помірно коричневий колір зазвичай можна спостерігати в тому випадку, коли меланін знаходиться у верхньому епідермальному або нижньому епідермальному шарах. Коли пігмент розміщений ще глибше (папілярна дерма), то колір починає наближатись до сірого, причому найглибше розміщений шар (ретикулярна дерма) має сталевий блакитний колір (синій невус).

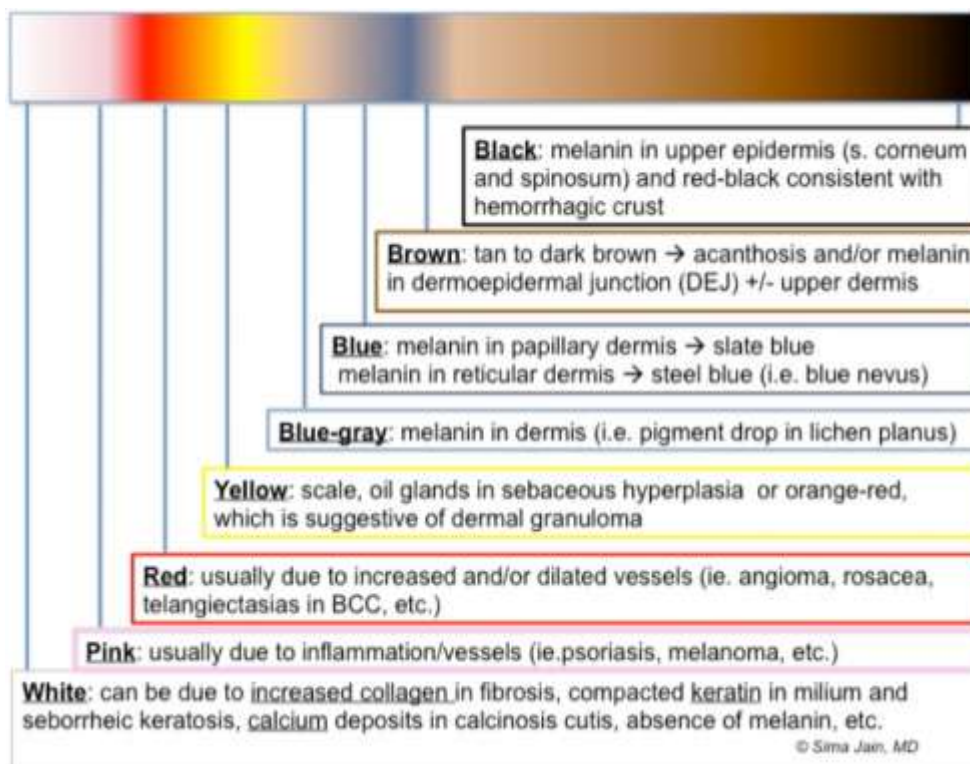


Рис.1.6. Відмінності відтінку кольору при дерматоскопічних дослідженнях [15]

Глибина розміщення пігментних компонентів має вигляд, показаний на рис.1.7.

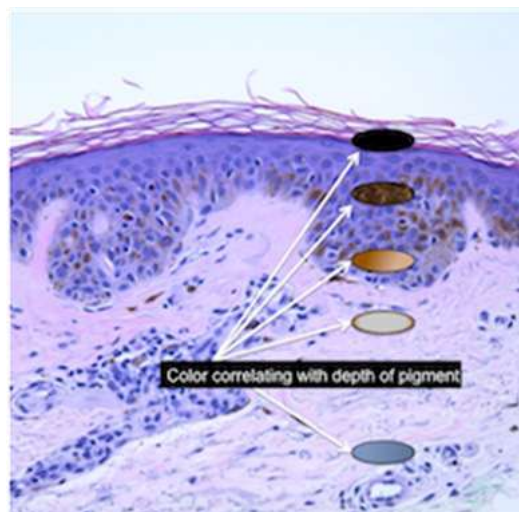


Рис.1.7. Глибина пігментних компонентів [15]

Для оцінки дерматоскопічних зображень пігментованих уражень існують чотири основні методи діагностики: аналіз структури, правило ABCD, метод Мензіса та контрольний список за 7-ма точками.

1.3.2. Методи отримання дерматоскопічних зображень

Дерматоскопія використовується для візуалізації пігментації у внутрішніх шарах шкіри при використанні випромінювання оптичного діапазону [16]. Випромінювання при взаємодії з біологічним середовищем відбивається, розсіюється або поглинається роговим шаром через різницю показника заломлення та оптичної щільності повітря [17]. Це спричиняє мутність отриманого зображення, а також не дає змогу отримувати зображення глибинних структур (Рис.1.8).

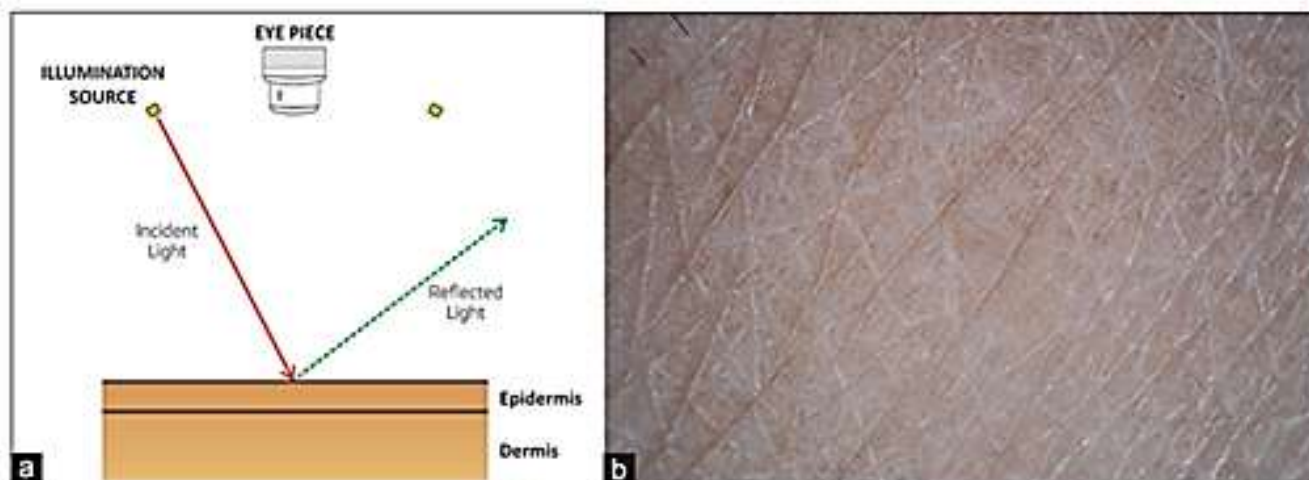


Рис.1.8. Взаємодія випромінювання з шкірою без застосування додаткових методів (а) та отримане зображення (б) [17]

Така проблема може бути усунута шляхом оптичного зв'язування – епілюмінісцентна візуалізація – різними методами. Отже, для зменшення поверхневого відбивання використовують наступні епілюмінісцентні методики: імерсійні речовини, крос-поляризація та транслюмінаційна візуалізація [16].

Імерсійні рідини. В процесі вимірювання імерсійну речовину (олія, вода, спирт, водо-розчинний гель та ін.) розміщують між шкірою та скляною плоско-паралельною пластинкою, що зменшує кількість відбитого випромінювання за рахунок зменшення різниці показників заломлення (рис.1.9). При цьому збільшується глибина візуалізації основної структури шкіри [18].

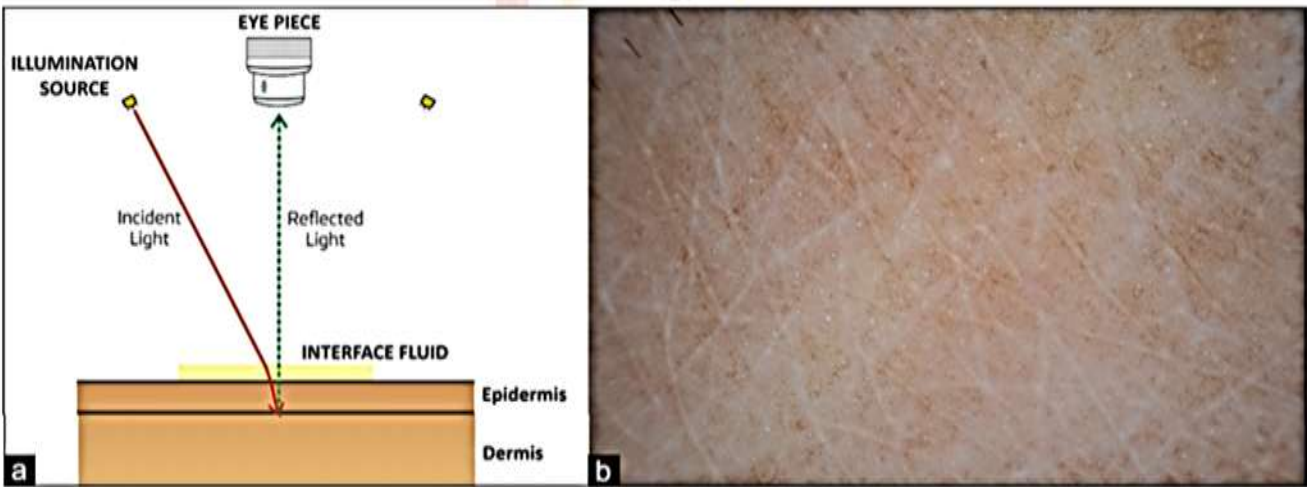


Рис.1.9. Взаємодія випромінювання з шкірою при використанні імерсійної речовини (а) та отримане зображення (б) [17]

Крос-поляризація. В даному випадку зменшується вплив відбитого світла за рахунок використання двох поляризаційних фільтрів, решітки яких розмішені під кутом 90^0 . Перший фільтр забезпечує лінійно-поляризоване світло, яке змінює свою поляризацію при вході в шари шкіри. А другий фільтр – не пропускає відбите випромінювання від рогового шару, поляризація якого не змінилась. Таким чином, збільшується глибина проникнення випромінювання в шарах шкіри до 60-100 мкм, тобто отримуємо зображення більш глибоких структур (Рис.1.10).

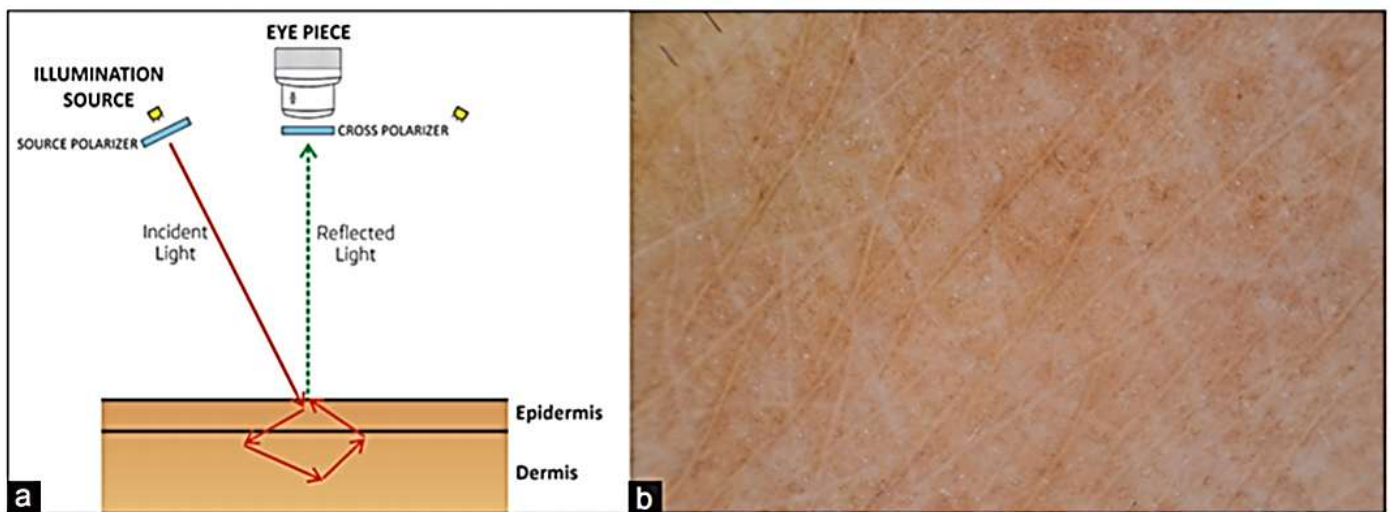


Рис. 1.10. Взаємодія випромінювання з шкірою при використанні крос-поляризації (а) та отримане зображення (б) [17]

Трансляційна візуалізація. Попередні методи дають інформацію про відтінки пігментованих плям, за яким роблять висновок про характер новоутворення. Оскільки при їх застосуванні відбувається контакт з натиском на поверхню, то інформація про судини при цьому втрачається. Дана проблема вирішується за рахунок трансляційної візуалізації. Даний метод базується на поляризаційній безконтактній методиці (рис.1.11), що дає змогу отримати інформацію про об'єм крові з поверхневих і глибоких судинних структур уражень шкіри [19].

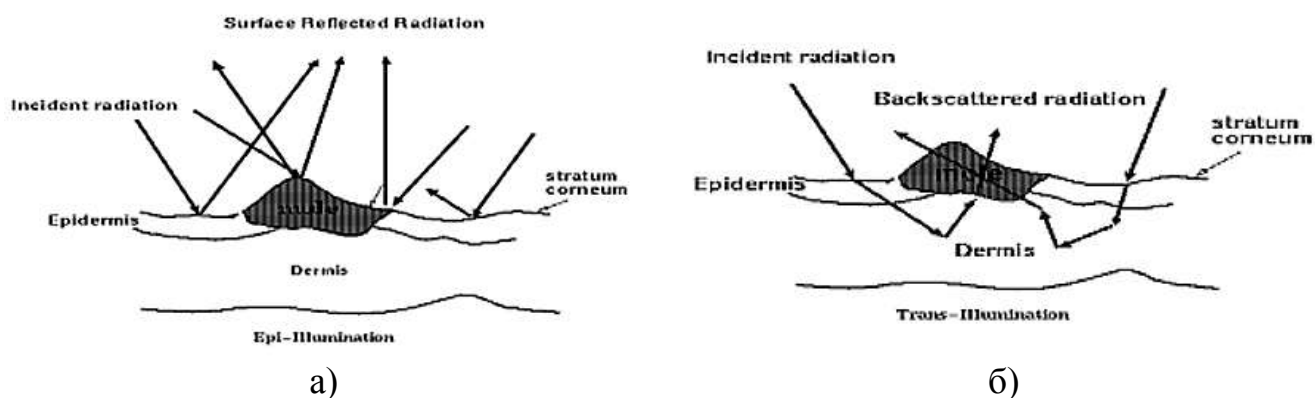


Рис.1.11. Схематичне пояснення методів епілюмінісцентної (а) та трансляційної візуалізації (б) [19]

1.3.3. Базові складові та принцип роботи дерматоскопу

До основних складових дерматоскопу належать наступні компоненти [17]: система освітлення, ахроматична лінза, контактна лінза та блок живлення.

В перших мікроскопах для освітлення використовувалась галогенна лампа, яка надавала зображенням жовтого відтінку та споживала досить багато енергії. З розвитком технологій, в сучасних дерматоскопах використовують набір білих світлодіодів, які не тільки дають змогу отримати зображення без додаткового забарвлення, але й зменшили розміри самого пристрою та зробили його більш мобільним.

Джерелом живлення в даному випадку може бути літєва акумуляторна батарея типу АА або і літій-іонний акумулятор.

У стандартних дерматоскопах використовується ахроматична лінза або система лінз, що повинна забезпечувати збільшення зображення у 10 крат.

Контактна лінза (пластина) є багатошаровим силіконовим склом зі шкалою.

Узагальнена принципова схема наведена на рис.1.12 на прикладі поляризаційного дерматоскопу [20].

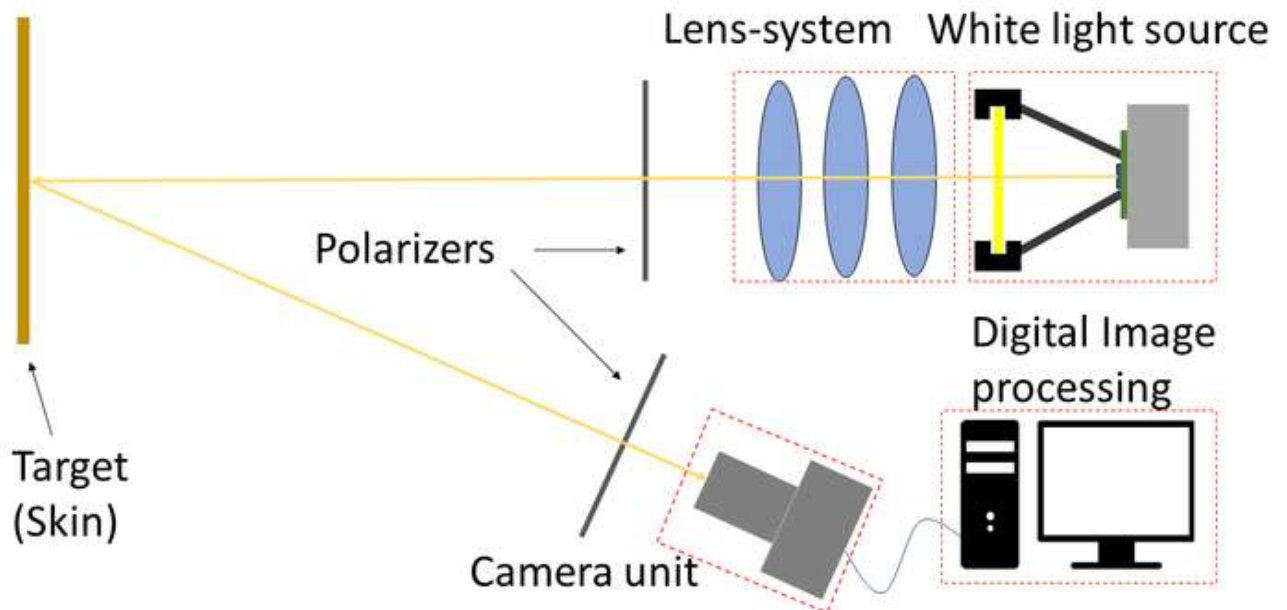


Рис.1.12. Узагальнена принципова схема на прикладі дерматоскопу [20]

Принци роботи базується на безконтактному методі та має досить велике поле зору, що дає змогу проводити дослідження внутрішній судинних структур, а також великих уражених ділянок, наприклад псоріазом чи лишаєм [20].

1.4. Огляд та аналіз методів та засобів інтелектуальної власності

В даному розділі проведено огляд та аналіз методів та засобів інтелектуальної власності, що можуть бути використані при розробці або вдосконаленні оптичного дерматоскопу.

Першим розглянемо поляризаційний дерматоскоп, запропонований авторами [21]. Структурно-функціональна схема, наведена на рис.1.13, пояснює принцип роботи запропонованого винаходу [21].

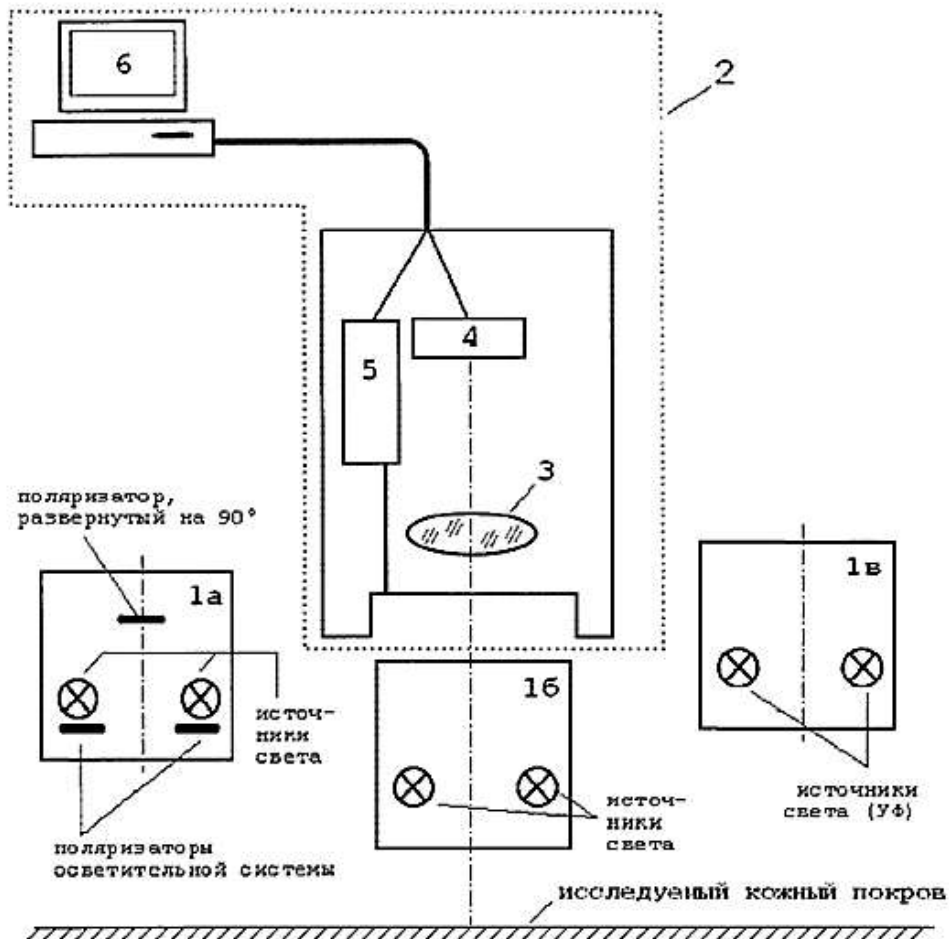


Рис.1.13. Структурно-функціональна схема поляризаційного дерматоскопу [21]:
 1 – змінні насадки освітлювача (а – з крос-поляризатором, б – без поляризації у видимому діапазоні, в – без поляризації в ультрафіолетовому діапазоні),
 2 – система реєстрації, 3 – об’єктив, 4 – ПЗЗ-матриця,
 5 – плата керування, 6 – комп’ютер

Принцип роботи полягає у наступному. Процедура проведення дослідження поділяється на три етапи. Першим етапом є використання насадки з крос-поляризатором 1а та випромінювання видимого спектрального діапазону. Дерматоскоп торцем освітлювальної системи притискають до досліджуваної ділянки шкіри, зображення якої відображається на екрані монітора комп’ютера 6. Після вибору необхідної ділянки зображення фіксують та зберігають в пам’яті

комп'ютера 6. Наступні два етапи полягають в отриманні зображень тієї ж ділянки, але з використанням неполяризованого випромінювання видимого 1б та ультрафіолетового 1в діапазонів, відповідно [21].

Отримані зображення проходять математичну обробку, яка полягає в обчисленні градієнтів яскравості кольорів на зображеннях, виділення замкнених областей та аналізі кожного зображення окремо за відомим медичними критеріям та ознаками, а також в порівняльному аналізі зображень, отриманих з використанням різних освітлювальних систем [21].

Наступним розглянемо пристрій та метод для дослідження уражень шкіри, запропонований авторами [22]. Принци роботи пояснюється структурною схемою, наведеною на рис.1.14, а схематичний вигляд конструкції – рис.1.5.

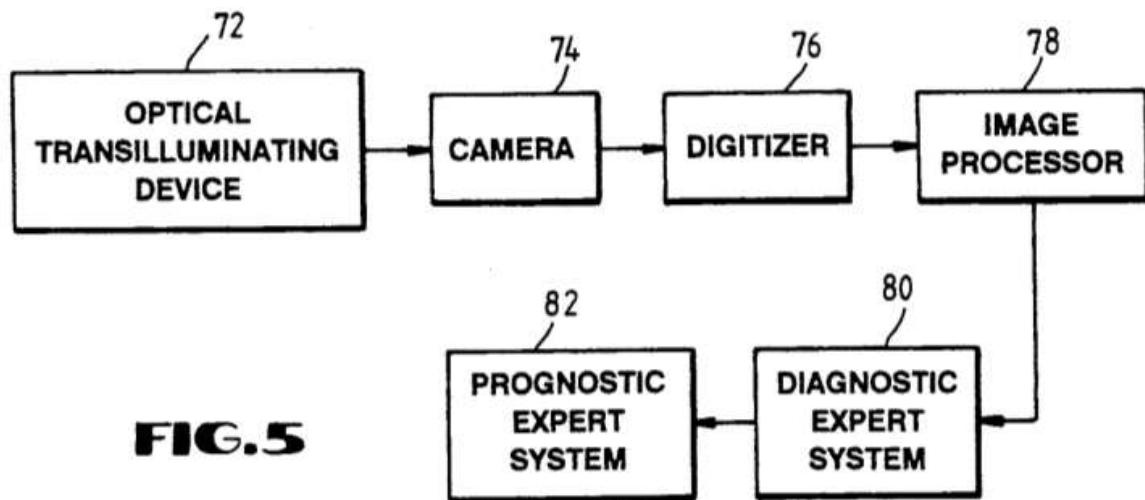


Рис.1.14. Структурна схема пристрою для дослідження уражень шкіри [22]:
72 – транслюмінесцентний освітлювач, 74 – камера, 76 – блок цифрової обробки,
78 – процесор обробки зображень, 80 – діагностично-експертна система,
82 – аналізуюча система

Принцип роботи полягає у наступному. Транслюмінесцентний освітлювач 72 дає змогу формувати зображення уражень шкіри на певній глибині в камері 74, в якій знаходиться набір кольорових фільтрів (рис.1.15, поз.8). Отримані зображення піддаються цифровій обробці в блоці 76 та аналізуються процесором обробки зображень 78. Отримані значення розміру, товщини, меж, кольору,

текстури та пігментації ураженої ділянки шкіри порівнюються за статистичним даними в блоці діагностично-експертної системи 80 та за допомогою аналізуючої системи 82 робиться висновок.

Конструктивні особливості запропонованого пристрою (рис.1.15) дають змогу проводити оцінку зони ураження в різних площинах. Це забезпечується мульти-дзеркалами 33-38, що розміщують навколо зони ураження, що знаходиться в циліндричній чаші 44.

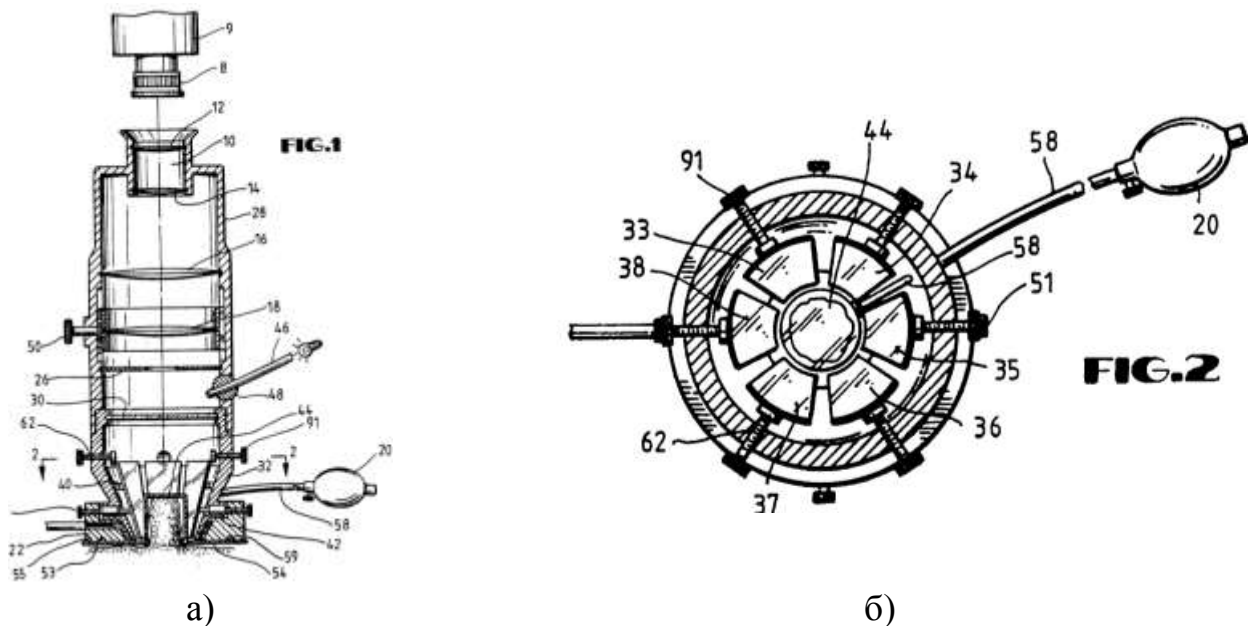


Рис.1.15. Схематичне зображення конструкції пристрою для дослідження уражень шкіри [22]: а – розріз збоку, б – розріз 2-2; 8 – кольоровий фільтр, 9 – камера, 10 – об’єктив, 12 та 14 – лінзи об’єктиву, 16 та 18 – фокусуючі лінзи, 20 – груша, 22 – кільце освітлювача, 24 – оптичне волокно, 26 – вихідна зіниця, 28 – портативний корпус об’єктиву, 30 – плоско-паралельна пластинка, 32 – вузол дзеркал, 33 – 38 – дзеркала, 40 – конус, 42 – фіксатор, 44 – циліндрична чаша, 46 – освітлювач, 48 – шарнірний елемент, 50 – механізм позиціонування, 54 – хвилевід, 51, 62, 91 – регулюючі гвинти, 58 – трубка для подачі повітря, 59 – робоча площина

Конструкція виконана таким чином, що робоча площина прикладається до ураженої ділянки, яка під впливом зміни тиску, що викачується за допомогою груші 20 через трубку 58, всмоктується в циліндричну чашу 44.

Навколо прозорої чаші розміщено шість конусних дзеркал 33-38, які передають зображення досліджуваної ділянки за допомогою лінз 16 та 18, на об'єктив 10. Збільшене об'єктивом 10 зображення сприймається камерою 9. Лінза 18 може переміщуватись позиційним механізмом 50, що дає змогу отримувати чітке зображення. Освітлення зразку відбувається за рахунок волоконної системи 22 – 24. В свою чергу, для створення рівномірного поверхневого освітлення, в конструкції використано освітлювач 46, який за допомогою шарніру 48 та пластинки 30 створює рівномірне освітлення на поверхні чаші 44. В результаті такого рівномірного транслюмінесцентного освітлення зони ураження зі всіх сторін можна отримати точні зображення досліджуваної ділянки.

Наступним розглянемо пристрій для дерматологічного лікування та візуалізації, запропонований авторами [23]. В дані роботі розглянемо тільки процес зворотного зв'язку, тобто візуалізації, варіанти освітлення при якій наведені на рис.1.16.

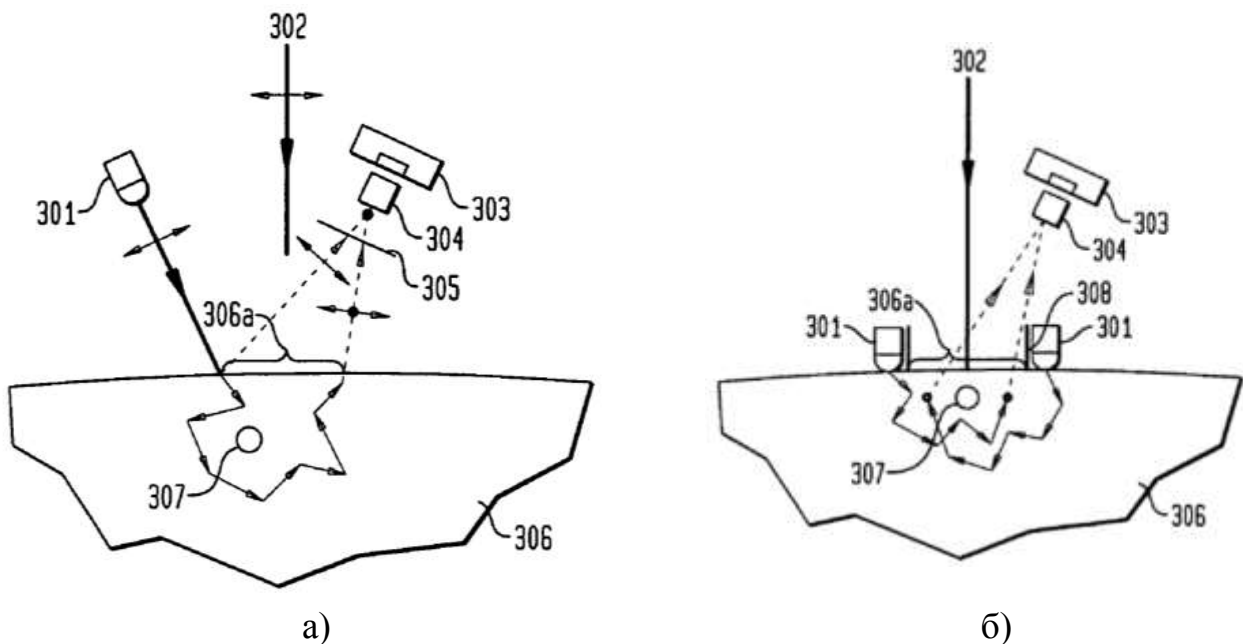


Рис.1.16. Варіанти освітлення при дерматоскопії [23]:

- а – поляризоване випромінювання, б – мультиджерельний освітлювач
 301 – освітлювач, 302 – терапевтичне освітлення, 303 – приймач, 304 – оптична система, 305 – поляризатор, 306 – шкіра пацієнта, 306а – ділянка освітлення, 307 – цільова зона, 308 – оптичний екран

Одним з варіантів візуалізації є використання поляризованого випромінювання, що генерується джерелом 301 (рис.1.16, б). Лінійно-поляризований промінь освітлює ділянку 306а на шкірі пацієнта 306, та проникає в середину шкіри до цільової зони 307. Крім того, для освітлення може бути використаний також і лікувальний промінь 302. Частина падаючого випромінювання відбивається поверхнею шкіри, а частина – проникає всередину та відбивається від цільової зони 307. Відбите від поверхні шкіри випромінювання не пропускається поляризаційним фільтром 305, а відбите від цільової зони 307 – передається оптичною системою 304 на приймач 303.

В іншому варіанті, наведеному на рис.1.16,б цільова зона 307 освітлюється набором світлодіодів 301. Для захисту від потрапляння падаючого випромінювання в зону спостереження використовується оптичний екран 308, що розташований між джерелами світла 301 та частиною поверхні шкіри, нижче якої знаходиться цільова область 307.

Схематично реалізація конструкції пристрою, запропонованого авторами [23], наведена на рис.1.17. Елементи пристрою змонтовані в одному корпусі 412. В передній частині 412а знаходиться набір джерел випромінювання 411, що можуть бути розміщені по колу або за іншою конфігурацією (п'ятикутник, шестикутник та ін.). В іншій частині корпусу розміщений терапевтичний лазер 413 (Nd:YAG), що генерує випромінювання на довжині хвилі близько 1064 нм.

Випромінювання від світлодіодів 411 направляється на досліджувану ділянку та, відбиваючись від неї, за допомогою напівпрозорого елемента 415 і лінзи 416 направляється в ПЗЗ камеру 414. Для запобігання попадання падаючого випромінювання на ПЗЗ камеру, в голівці корпусу 412 всередині між освітлювачами встановлений оптичний екран 418, що закритий сапфіровим елементом 417.

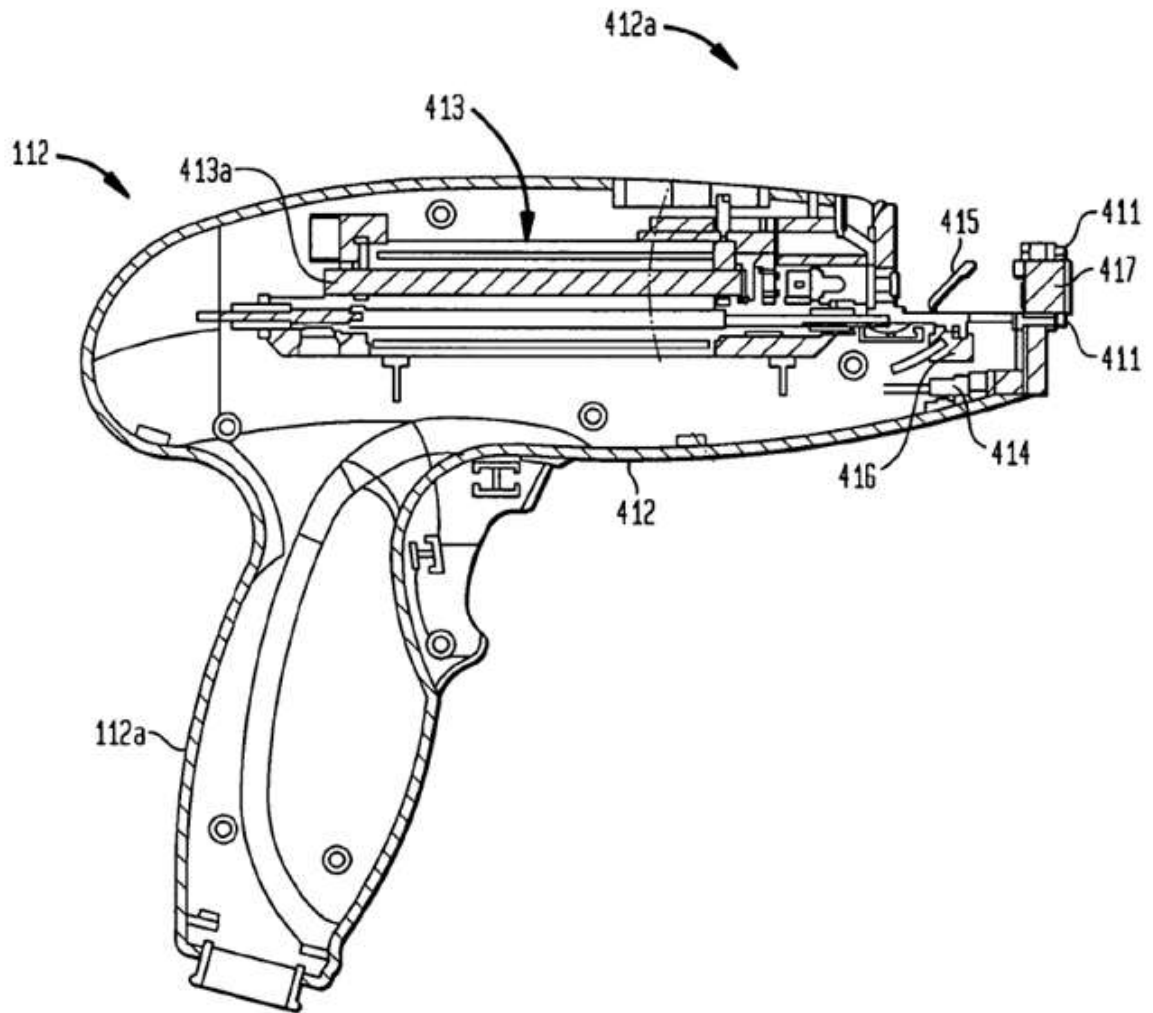


Рис.1.17. Схематична конструкція пристрою для дерматологічного лікування та візуалізації [23]: 112 – дерматологічний пристрій, 112а – рукоятка, 411 – набір джерел випромінювання, 412 – корпус, 412а – головна частина, 413 – терапевтичний освітлювач, 413а – резонатор Nd:YAG-лазера, 414 – ПЗЗ, 415 – напівпрозорий елемент, 416 – лінза, 417 – вхідне вікно, 418 – оптичний екран,

Елемент 418 виконаний з такого матеріалу, що не пропускає падаюче випромінювання в середину обмеженого кола. Крім того, він захищає шкіру від перегрівання, що може виникнути під час опромінення.

Далі розглянемо дерматологічний пристрій, запропонований авторами [24], принцип роботи якого пояснюється рис.1.18. В даному патенті досить детально розглянута оптична система (наведена на рис.1.19), що забезпечує збільшення досліджуваної зони.

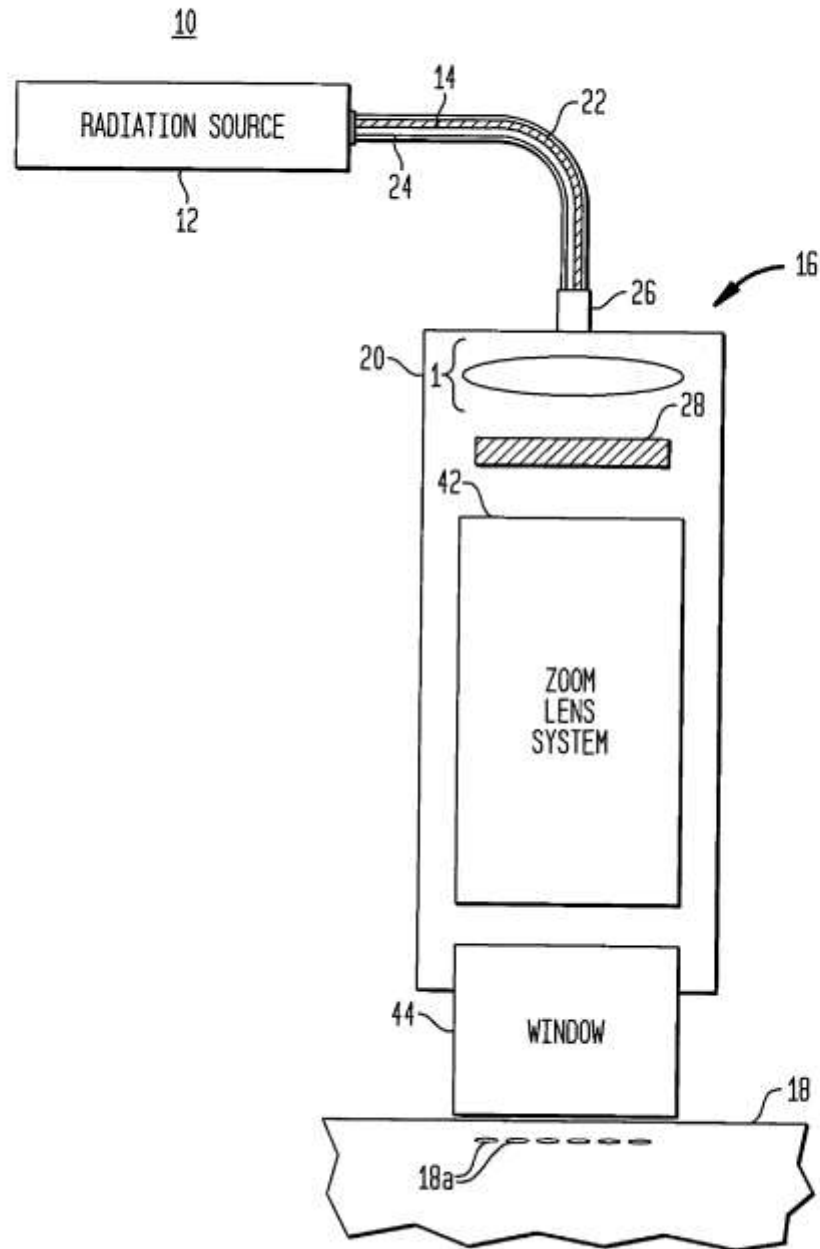


Рис.1.18. Схематичне зображення дерматологічного пристрою [24]:
 1 – об’єктив, 12 – джерело випромінювання, 14 – оптичне волокно, 16 – портативний пристрій, 18 – шкіра, 20 – корпус, 22 – кожух, 24 – електрична провідка, 26 – вхідний порт, 42 – система збільшення, 44 – вихідне вікно

Пристрій складається трьох основних частин: лазерного джерела 12, системи передачі, розміщеної в кожусі 22, що сполучена з корпусом системи збільшення. На схемі не показані елементи прийому та обробки зображення, оскільки основна увага приділена системі збільшення, оптична схема якої наведена на рис.1.19.

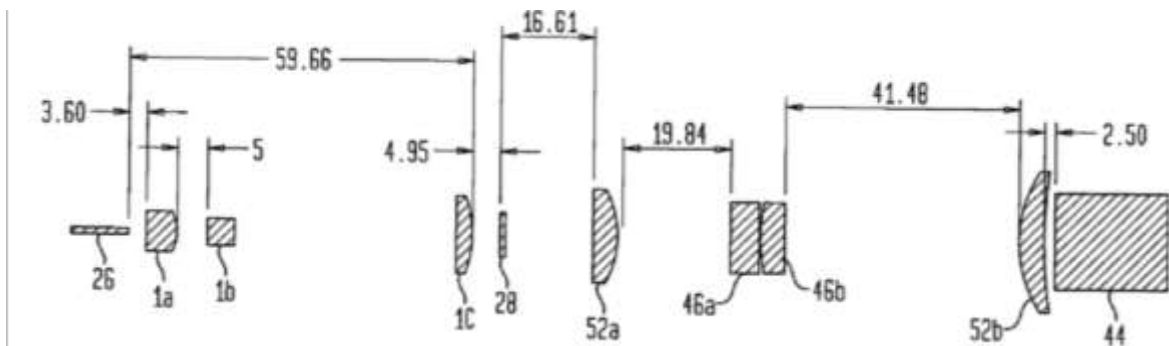


Рис.1.19. Оптична система збільшення дерматологічного пристрою [24]:
 1 – об’єктив, 26 – оптичне волокно, 28 – оптична маска, 46 та 52 – оптична система передачі випромінювання, 44 – вихідне вікно

Об’єктив, що виконаний з лінз 1a, 1b і 1c, колімує вихідне випромінювання з волокна 26 та направляє його на оптичну маску 28. Оптична маска 28 перетворює пучок випромінювання в безліч окремих пучків, що мають менші площі поперечного перерізу (субпроменями або мікропромені). Оптична маска 28 може складатися з одного або декількох оптичних елементів заломлення та/або відбиття. Для прикладу, на рис.1.20 наведено виконання оптичної маски 28 у вигляді набору мікролінз 30, які на виході формують безліч пучків 34. Промінь випромінювання 32 проходить через мікролінзи 30, кожна з яких викликає збіжність частини пучка, що потрапляє в неї, в окремий пучок 34. Таким чином, пучок 32 перетворюється в безліч пучків 34

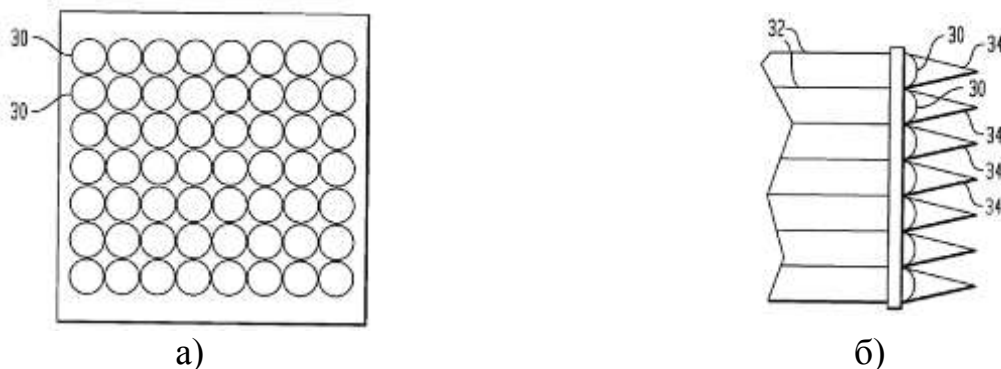


Рис.1.20. Схематичний вигляд оптичної маски [24]:
 30 – мікролінзи, 32 – падаючий промінь, 34 - мікропучки

Дві пари лінз 46 та 52 забезпечують передачу розбитого на мікрочастки випромінювання 34 на вихідне вікно 44, а далі на об’єкт дослідження.

1.5. Огляд та аналіз сучасних дерматоскопів

В даному розділі проведено аналіз та розглянуто технічні характеристики сучасних дерматоскопів.

Першим розглянемо цифровий епілюмінесцентний дерматоскоп «DermDOC» (Австрія) [25], загальний вигляд якого наведений на рис.1.21, а технічні характеристики в таблиці 1.3.

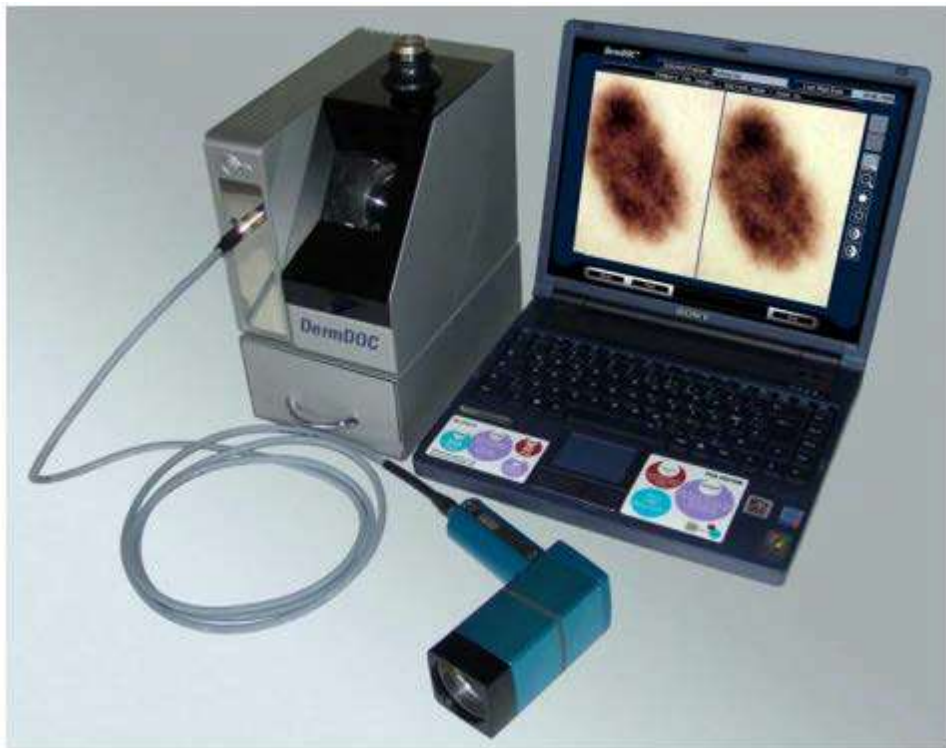


Рис.1.21. Загальний вигляд дерматоскопу DermDOC [25]

Система «DermDOC» дозволяє проводити дослідження не тільки поверхні шкіри, але й також підшкірних шарів. Вона дозволяє розрізнити як доброякісні, так і злоякісні плями на ранніх стадіях за особливостями морфологічної структури, кольором та зразками, які неможливо побачити при дослідженні поверхні шкіри із застосуванням традиційної мікроскопії. Дерматоскоп також може бути використаний для дослідження ефективності лазерного лікування, процесу лікування псоріазу. Дану систему також можна використовувати для зв'язку з експертним центром для отримання допомоги при діагностиці [25].

Таблиця 1.3. Технічні характеристики дерматоскопу DermoDOC [25]

Параметр	Значення
Камера	
ПЗЗ	1/3 – дюймовий сенсор, 9-и лінзовий елемент
Механічне приближення	12 ^x
Мінімальна відстань до об'єкту	10 мм
Мінімальне освітлення	6 люкс
Комп'ютер IntelPentiumCPU	
Частота	не менше 800 МГц
Вільна пам'ять	не менше 300 МВ
Робочий стіл	800 на 600 пікселів
Загальні	
Номінальна напруга	90 - 240 В
Максимальна споживча потужність	50 Вт
Габарити	17x25x20 см
Вага	7 кг

Наступними розглянемо дерматоскопи виробника «HEINE DELTA» [26], що можуть працювати на поляризаційному випромінюванні, імерсійній рідині, а також бути цифровими.

Дерматоскоп «HEINE DELTA 20», загальний вигляд якого наведений на рис.1.22, працює на світлодіодному освітленні [26] та призначений для діагностики пігментних плям та ранньої стадії меланому. Він може працювати з використанням імерсійної речовини, а також використовувати поляризаційні насадки (модель «HEINE DELTA 20 PLUS»). Додаткові пристосування наведені на рис.1.23, а технічні характеристики в таблиці 1.4.



Рис.1.22. Загальний вигляд дерматоскопу «HEINE DELTA 20» [26]

	Контактная плата для DELTA 20 Plus
	Поляризационная Ø 23 мм со шкалой [01] K-000.34.212
	Поляризационная Ø 23 мм без шкалы [01] K-000.34.213
	Иммерсионная Ø 23 мм со шкалой [02] K-000.34.214
	Иммерсионная Ø 23 мм без шкалы [02] K-000.34.215
	Малая, Ø 8 мм [03] для исследования в труднодоступных местах K-000.34.205
	Контактная плата для DELTA 20
	Ø 23 мм без шкалы [01] K-000.34.203
	Ø 23 мм со шкалой [01] K-000.34.204
	Малая, Ø 8 мм [02] для исследования в труднодоступных местах K-000.34.205
	Масло для дерматоскопии
	Упаковка 6x10 мл. Наносится на верхние слои кожи, чтобы сделать их прозрачными. K-000.34.005
	SLR-фотоадаптер
	для дерматоскопа DELTA 20 и цифровых SLR (зеркальных) фотокамер: широкое поле зрения, четкое изображение и превосходное качество фотодокументации
	Для Canon K-000.34.185
	Для Nikon K-000.34.186
	Для Olympus K-000.34.187
	Адаптер-кабель
	Для инструмента/рукоятки (1,3 м) X-000.99.231
	Чехол для рукоятки BETA
	С клипсой на пояс BETA X-000.99.008
	Набор для фотодерматоскопии
	включает: SLR-фотоадаптер, адаптер-кабель для инструмента/рукоятки, чехол для рукоятки с клипсой на пояс BETA
	Для Canon K-000.34.190
	Для Nikon K-000.34.191
	Для Olympus K-000.34.192

Рис.1.23. Додаткові пристосування дерматоскопу «HEINE DELTA 20» [26]

Таблица 1.4. Технічні характеристики дерматоскопу «HEINE DELTA 20» [26]

Параметр	Забезпечення
Оптика з високою роздільною здатністю та системою ахроматичних лінз	- збільшення в 10 крат; - відсутність спотворення зображення та чіткість по всьому полю зору;
Світлодіодна освітленість наближається до денного світла	- шість світлодіодів з бічним освітленням
Окуляр	- індивідуальне фокусування; - рівень корекції від -6 до +6 діоптрій
Цифрове зображення	- Nikon Coolpix та відеоадаптер

Ще одним різновидом дерматоскопів «HEINE DELTA» [26] є цифрова система «VISION DERMA», загальний вигляд якої наведено на рис.1.24.



Рис.1.24. Загальний вигляд дерматоскопу з відеокамерою «VISION DERMA» [26]

Система «VISION DERMA» забезпечує автоматичний безпроводний зв'язок всіх компонентів. Елементна база містить інформацію про великий набір новоутворень, що можуть бути виявленні на різних ділянках тіла людини (лице, груди, спина та ін.), а також дерматоскопічний атлас з довідковими даними про морфологічні особливості новоутворень.

Ще один популярний виробник на сучасному ринку – «DERMLITE» [27]. Особливістю дерматоскопів даного виробника є компактність та точність, а також можливість бездротового з'єднання з будь яким смартфоном чи iPad (крім моделей DermLite 100 і Carbon. У дерматоскопах DermLite використовуються лінзи діаметром 15, 25 і 30 мм з широким полем зору. Вони можуть проводити дослідження в поляризованому світлі, а також білому з використанням імерсійної рідини. Відмінності та особливості модельного ряду «DERMLITE» наведено в таблиці 1.5 [27].

Таблиця 1.5. Дерматоскопи «DERMLITE» [27]

Вигляд									
Модель	Lumio	DL1	DL100	Carbon	2 Pro	2 Pro HR	2 Pro Hybrid	DL3	Multi-Spectral
LEDs	40 white	4 white	8 white	8+8 white	16+16 white	32 white	24+8 white	21+7 white	4 по 8 white
Поляризація	Крос-поляризація	3 крос-та без поляризації	Крос-поляризація	Крос-та лінійна поляризація	Крос-та лінійна поляризація	Крос-поляризація	3 крос-та без поляризації	3 крос-та без поляризації	Червоний, голубий, оранжевий та крос-поляризація
Лінза	75 мм, 2x	15 мм, 10x	15 мм, 10x	15 мм, 10x	Три елементи 25 мм, 10x	Три елементи 25 мм, 10x	Три елементи 25 мм, 10x	Три елементи 25 мм, 10x	Три елементи 25 мм, 10x
Сумісність з камерою	-	+	-	-	+	+	+	+	+
Зображення без імерсійної рідини	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Зображення з імерсійною рідиною	-	+	-	-	-	-	+	+	-
Поверхнєве зображення	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Кольорове зображення шкіри	-	-	-	-	-	--	-	-	+
Шкала вимірювання	-	10 мм	-	-	10 мм	10 мм	10 мм	10 мм	10 мм

1.6. Вибір типового представника

1.6.1. Призначення та технічні характеристики

Пристрій призначений для аналізу уражень шкіри та працює за методом епілюмінесцентної мікроскопії. Дослідження можуть бути здійснені в поляризованому світлі та білому з використанням спеціального імерсійного розчину. Загальний вигляд дерматоскопу показаний на рис.1.25 та в додатку А на кресленні ДП.ПБ-з51.1702.002, а його технічні характеристики в таблиці 1.6.

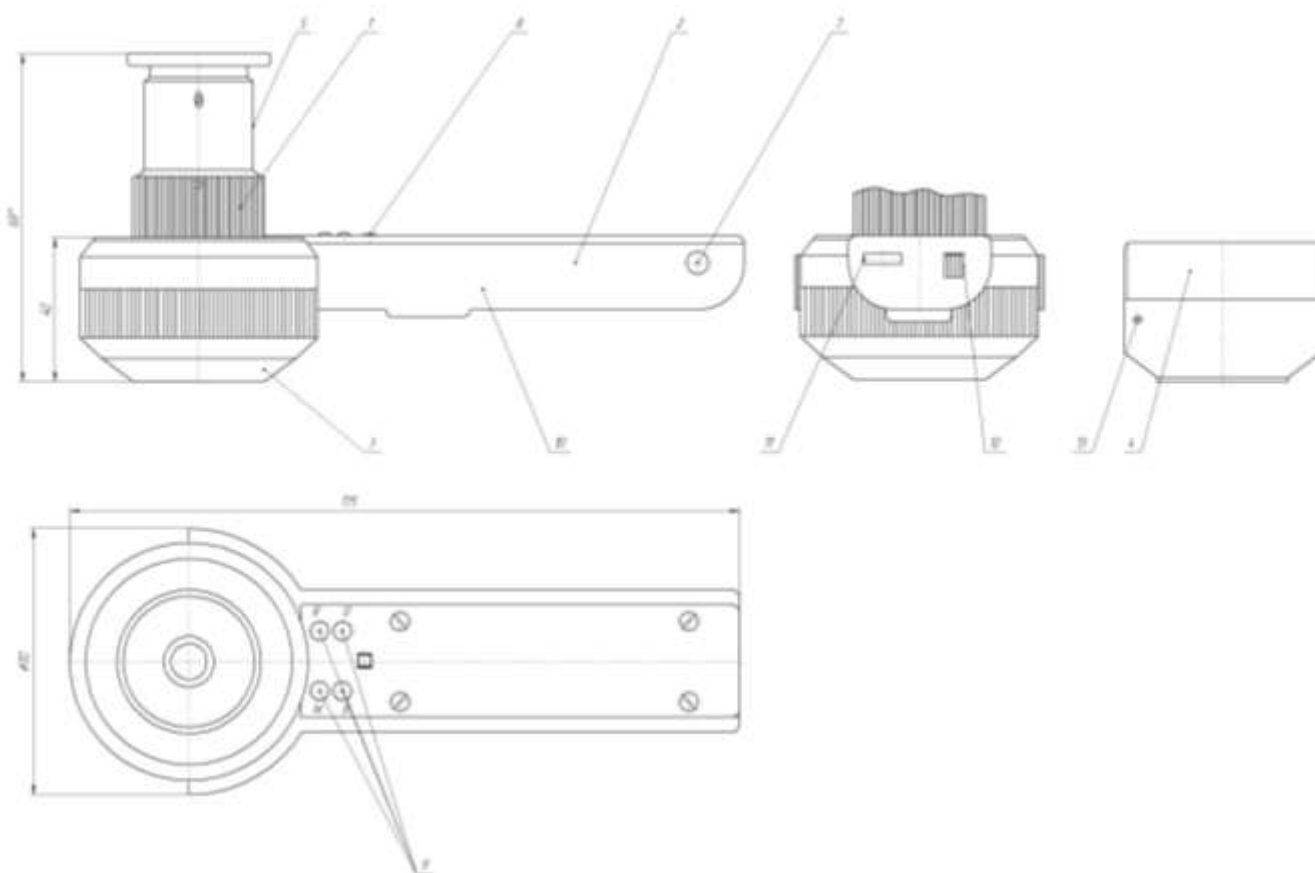


Рис.1.25. Загальний вигляд дерматоскопу:

1 – головка, 2 – рукоятка, 3 – насадка для проведення в поляризованому світлі, 4 – насадка для проведення в білому світлі, 5 – окуляр, 6 – відеоокуляр, 7 – кнопка, 8 – перемикач, 9 – індикані лампи, 10 – батарейний відсік, 11 – USB-порт, 12 – вихід для зарядки, 13 – отвір для імерсійної рідини

За допомогою дерматоскопу можна проводити дослідження як глибинних, так і поверхневих шарів шкіри. Для проведення поверхневої візуалізації

використовується голубе (УФ) світло (470 Нм), глибинної – оранжеве (603 нм), та червоне (625 нм), а також біле – для звичайної імерсійної дерматоскопії. Для освітлення використовуються LED-діоди, що розміщені в головці пристрою. Вибір кольору здійснюється за допомогою перемикача 8.

Візуалізація починається після натиснення кнопки 7 та вибору необхідного режиму перемикачем 8. Зображення можуть передаватись на ПК за допомогою USB – порт або по Bluetooth при підключенні відеоокуляру 6. Фокусування здійснюється окуляром 5 (або відеоокуляром 6).

При здійсненні дослідження в червону, синьому або оранжевому світлі використовується насадка-1 3, а в білому – насадка-2 4, що забезпечує утримання імерсійної рідини.

Насадка 4 має отвір 13, через який заливаються імерсійна рідина. На контактну основу одягається прокладка у вигляді присоски, що унеможливорює витікання рідини під час проведення дослідження.

Таблиця 1.6. Технічні характеристики дерматоскопу

Параметр	Значення
Збільшення, крати	10
Фокус (корекція), діоптрії	±6
Джерело випромінювання	
LED, нм	470
LED, нм	604
LED, нм	625
LED, нм	Біле світло
Напруга, В	5
Живлення	
Батарея	Li-Pol
Габарити	
ВхШхГ, мм	40x70x175
Вага, гр	250

1.6.2. Розробка структурно-функціональної схеми

1.6.2.1. Принцип роботи дерматоскопу

Принцип роботи дерматоскопу пояснюється структурно-функціональною схемою, наведеною на рис.1.26 та в додатку А на кресленні ДП.ПБ-з51.1702.003СХ.

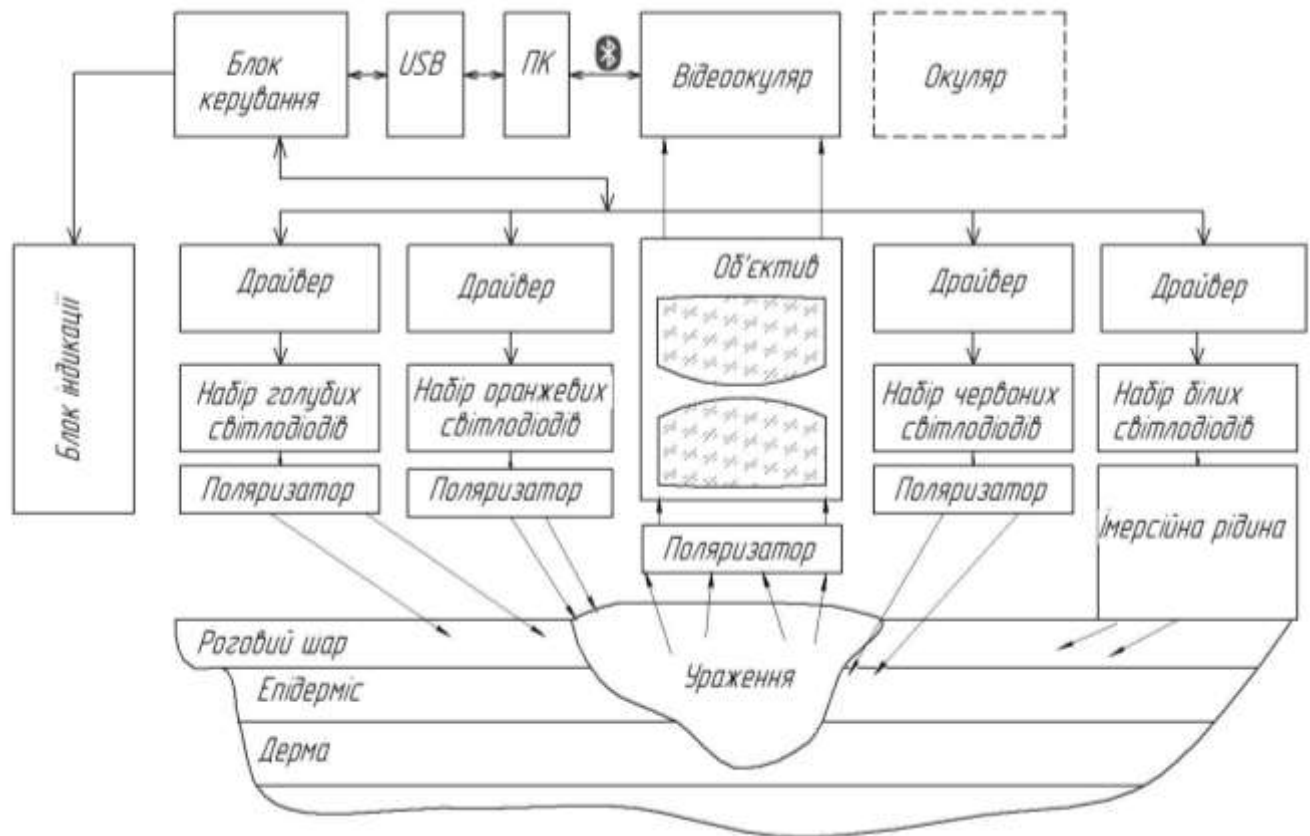


Рис.1.26. Структурно-функціональна схема дерматоскопу

Початок роботи починається з увімкнення пристрою за допомогою кнопки, що знаходиться у блоці керування. Далі перемикачем обирається необхідний вид дослідження, характер якого залежить від обраного набору світлодіодів, а також відображається у блоці індикації світлодіодом відповідного кольору. Пристрій містить 32 світлодіоди, тобто по 8 штук кожного, що розташовані по колу навколо об'єктиву. При впливі голубим, оранжевим або червоним кольором використовується пара поляризаторів, що забезпечують більш глибоку візуалізацію шарів. Оскільки, поляризатор, що знаходиться перед об'єктивом, не пропускає світло, що не зазнало зміни поляризації (відбите від поверхні), то об'єктив передає зображення на камеру розсіяння з внутрішніх шарів шкіри. в

даному випадку метод безконтактний та дає змогу також аналізувати стан судин. При контактному методі використовується звичайне біле світло та імерсійна рідина для зменшення різниці показника заломлення між шкірою та об'єктивом. Зазвичай її показник заломлення 1.5, що відповідає показнику заломлення лінзи об'єктиву. Об'єктив ахроматичний, оскільки з рис.1.6 видно, що відтінок кольору описує характер ураженої ділянки. Він також дає змогу збільшувати зображення в 10 крат.

Зображення може передаватись на відеоокуляр або спостерігатись неозброєним оком через лінзовий окуляр Гюйгенса. При цьому, відеоокуляр через Bluetooth передає зображення на ПК, де воно проходить обробку за допомогою спеціального програмного забезпечення. Звичайний окуляр використовується для початкового огляду.

1.6.2.2. Вибір елементної бази

Для функціонування запропонованого принципу роботи дерматоскопу відповідно до технічних характеристик необхідно здійснити вибір основних елементів, а саме: світлодіодів, USB – порту, а також відеоокуляр, що забезпечить передачу зображення по Bluetooth для подальшої обробки та аналізу.

Світлодіоди. В пристрої використовують дві групи світлодіодів – випромінюючі та індикаторні. Для початку розглянемо випромінюючі. Основною вимогою до них є забезпечення роботи в голубому, оранжевому, червоному та білому світлі. Також, бажано щоб вони мали однакову потужність, розміри та вимоги до живлення. З огляду на це було обрано світлодіоди одного виробника [28], загальний вигляд яких представлений на рис.1.27, основні технічні характеристики в таблиці 1.7, габаритні розміри на рис.1.28 (голубий світлодіод), а більш детальна інформація – в додатку Б.

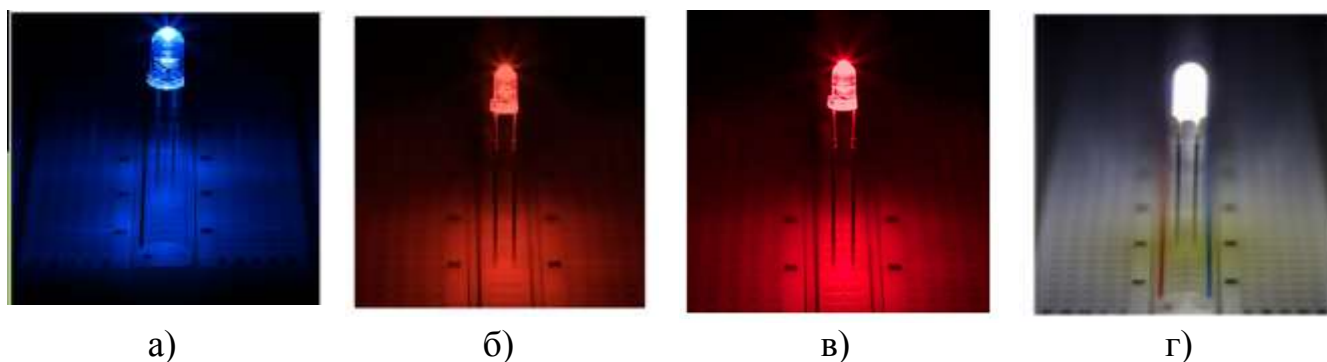


Рис.1.27. Загальний вигляд світлодіодів:

а - голубий RL3-B5515 (470 нм), б – оранжевий RL3-O3214 (604 нм), в – червоний RL3-R812 (625 нм), г – білий RL3-W45-360

Таблиця 1.7. Технічні характеристики світлодіодів [28]

Параметр	Значення			
	Синій	Оранжевий	Червоний	Білий
Оптико-електронні				
Кут розсіяння, градуси	15	14	20	360
Напруга, В	3,5	2.2	2	3,2
Довжина хвилі, нм	470	604	625	
Інтенсивність, Lm	0,55	0,32	0,8	4,5
Габаритні				
Діаметр, мм	3	3	3	3
Основні				
Постійний струм, мА	20			
Робоча температура, °С	від -40 до +85			від -20 до +85
Зворотна напруга, В	5			

Основні габаритні розміри для обраних світлодіодів наведені на на кресленні (рис.1.28). Світлодіод має діаметр освітлювального елемента 3 мм та дві ніжки для підключення. Загальна кількість світлодіодів становить 32 штуки, по 8 кожного кольору. Вони розміщені на спеціальній круглій платі та підключені по 8 штук одного кольору до відповідного драйвера, який забезпечує їхню роботу та контроль. Більш детально це розглянуто в п.1.6.3.1.

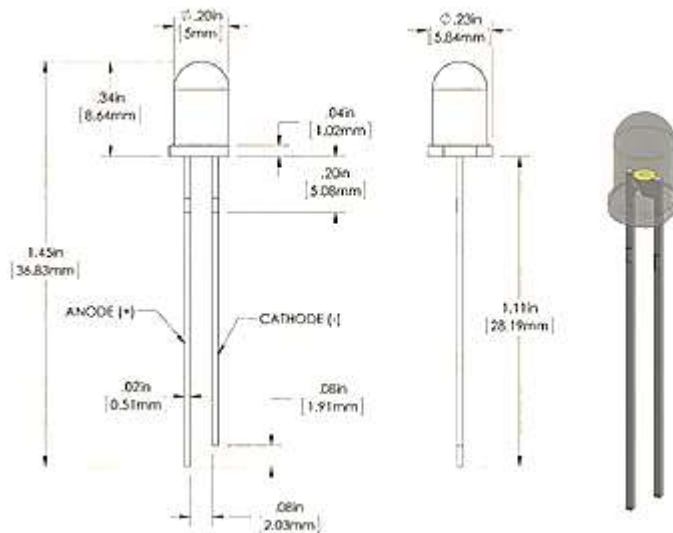


Рис.1.28. Схематичне зображення та габаритні розміри синього світлодіоду [28]

В пристрої також використовується чотири індикаторні світлодіоди, колір яких відповідає відповідному випромінюючому світлодіоду. Загальний вигляд обраних світлодіодів [29] наведено на рис.1.29, а технічні характеристики в таблиці 1.8.

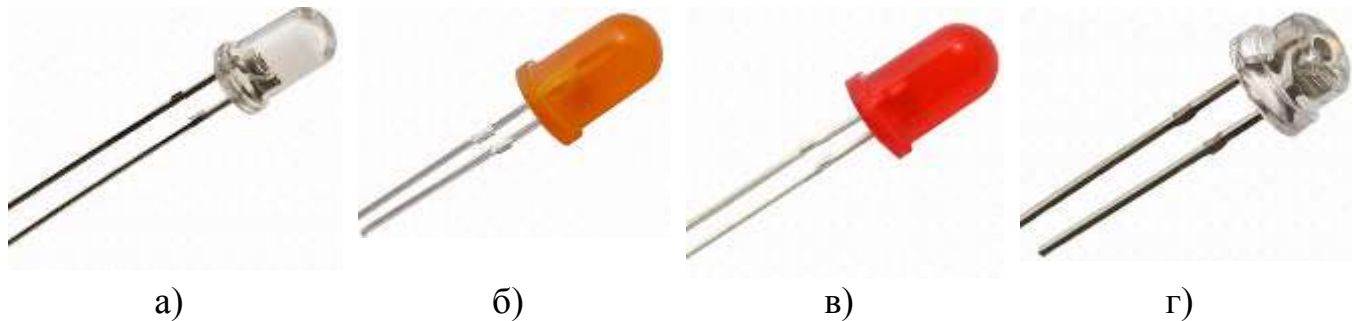


Рис.1.29. Загальний вигляд індикаторних світлодіодів [29]:
 а - голубий (5RBWC 8000mcd 3,4V 15d), б – оранжевий (5 mm orange 30mcd 20),
 в – червоний (5 mm red 30mcd 20), г – білий (5RHWWC 2200mcd 6500K 3,4V 70d)

Таблиця 1.8. Технічні характеристики індикаторних світлодіодів [29]

Параметр	Значення			
	Синій	Оранжевий	Червоний	Білий
Сила світла, мкд	800	30	30	2200
Робоча напруга, В	3,4	2 – 2,2	1,9 – 2,1	3,4
Сила струму, мА	20	20	20	20
Кут розсіяння, градус	15	20	20	70
Діаметр, мм	5	5	5	5

Рекомендована виробником схема підключення [29] таких світлодіодів наведена на рис.1.30.

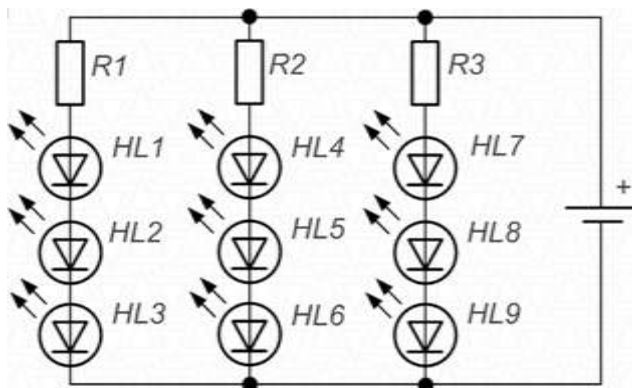


Рис.1.30. Рекомендована схема підключення індикаторних світлодіодів [29]

Для забезпечення оптимальної роботи світлодіодів виробник рекомендує підключати їх послідовно до номінального опору. При монтажі використовують струмообмежувальний резистор для забезпечення довготривалості роботи. При чому, при підключенні світлодіодів одного типу можна використати паралельне підключення з одним резистором. Особливості підключення чотирьох світлодіодів у нашому випадку наведено в пункті 1.6.3.

Відеоокуляр. Для отримання знімків можна використати наступні типи відеокамер з відповідними адаптерами, що наведені в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9. Типи відеокамер для дерматоскопії [26]

Виробник	Тип	Адаптер
Canon	EOS 7D / 50D / 60D	K-000.34.185
	EOS 350D* / 400D*	
	EOS 450D / 500D / 550D	
	EOS 600D / 1000D / 1100D	
Nikon	D 40* / D 80* / D 40 x	K-000/34/168
	D 60 / D90	
	D 200 / D 300 S	
	D 700 / D7000	
	D 3000 / D 3100	
	D 5000 / D 5100	
Olympus	E-450 / E-510	K-000.34.187
	E-520 / E-620	

Загальна схема підключення камери на прикладі дерматоскопу DELTA 20 виробника «HEINE DELTA» до голівки дерматоскопу виглядає наступним чином (рис.1.31) [26].

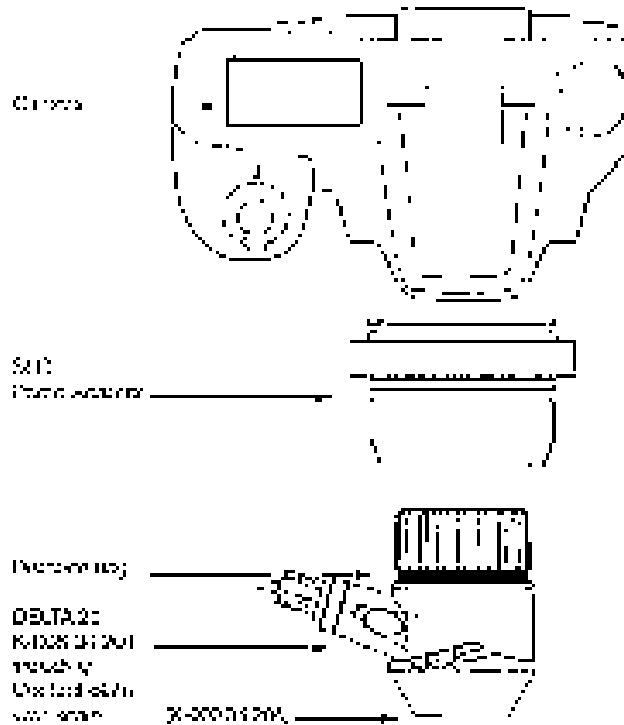


Рис.1.31. Загальний вигляд підключення відеокамери через адаптер до дерматоскопу [26]

USB-порт. Для підключення дерматоскопу до ПК в пристрій вмонтовано USB-порт USB-A-1J (KLS1-181A-W) типу A. Загальний вигляд порту наведено на рис.1.32. Даний тип передбачає горизонтальне розміщення [30].

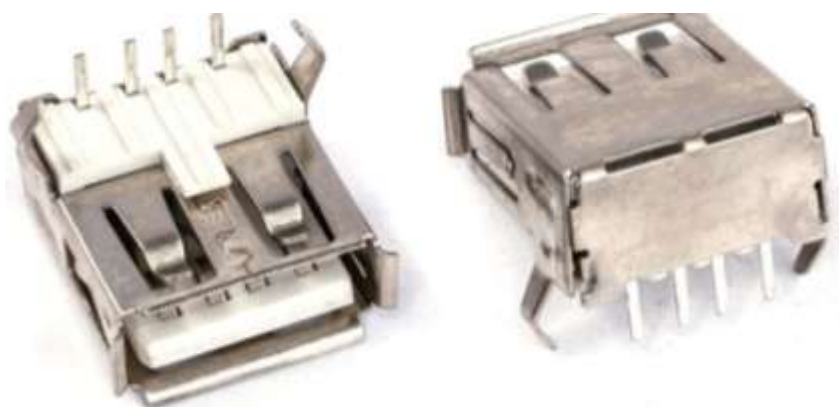


Рис.1.32. Загальний вигляд USB - порту [30]

1.6.3. Розробка електричної схеми

1.6.3.1. Огляд, аналіз та розрахунок основних елементів системи випромінювачів

В роботі розроблено електричну схему підключення системи випромінювачів та індикаторів, що наведені на рис.1.33 та 1.34 відповідно. Крім того, електрична схема підключення випромінювачів наведена в додатку А на кресленні ДП.ПБ-352.1702.004 СХ.

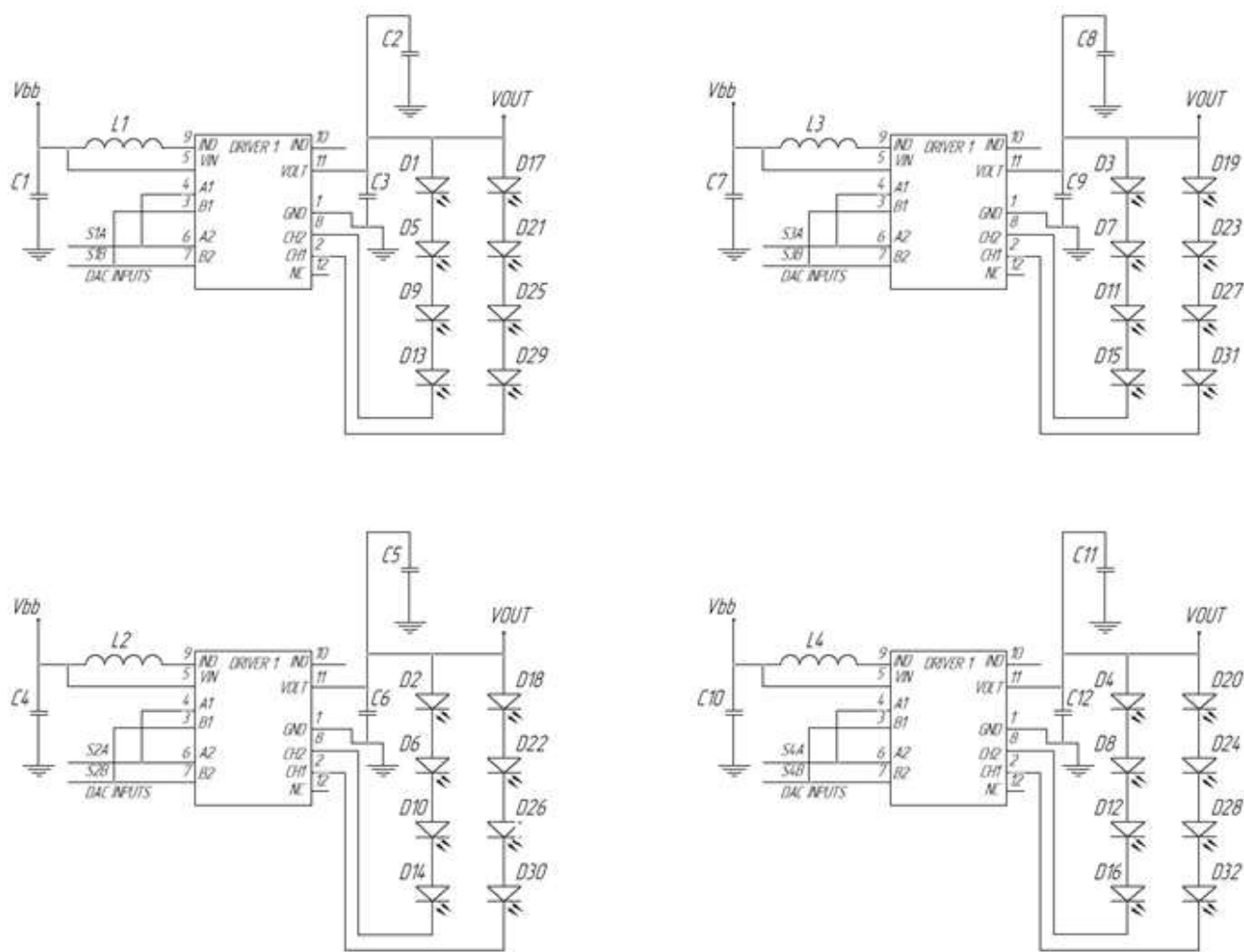


Рис.1.33. Схема електрична системи випромінювачів

Для забезпечення роботи дерматоскопу використано чотири типи світлодіодів по 8 позицій кожного. Тому загальна кількість світлодіодів становить 32 шт. Оскільки світлодіоди на платі розміщені через один, а для підключення

кожної групи використано драйвер, то відповідно до електричної схеми – D1, D5, D9, D13, D17, D21, D25, D29 – голубі світлодіоди, D2, D6, D10, D14, D18, D22, D26, D30 – оранжеві світлодіоди, D3, D7, D11, D15, D19, D23, D27, D31 – червоні світлодіоди, D4, D8, D12, D16, D20, D24, D28, D32 – білі світлодіоди. Для їх підключення та роботи може бути використано драйвер FAN5608DHMPX [31], характеристики якого наведені в додатку В.

Коли вхідна напруга підключено до VIN-контакту, система вмикається та починається цикл м'якого запуску. Після досягнення «потужності» (0,5 мА в діодах) циклічний старт припиняється і напруга збільшується, щоб генерувати потрібний струм, вибраний вхідними контактами керування. Всі типи драйверів FAN5608 автоматично налаштовують свій внутрішній цикл для досягнення високої ефективності. Вони забезпечують жорстко регульовані вихідні струми для світлодіодів. Внутрішня схема визначає, який рядок світлодіоду вимагає найвищої напруги, щоб підтримувати попередньо встановлені рівні струму, і відповідно регулює їх зміну.

Контрольними входами є А1, В1 для СН1 і А2, В2 для СН2. В1 і В2 є цифровими входами, тому вони потребують сигналів керування GND і напруги. В аналоговому режимі А1 і А2 підключаються до зовнішнього стабільного джерела напруги через зовнішній резистор, а входи В1 і В2 підключаються до заземлення. Струм, що протікає через резистор, масштабується приблизно в 1000 разів.

Для підключення світлодіодів до драйверу необхідно обрати наступні елементи: конденсатори С1 – С12 та котушки L1 – L4. Відповідно до технічних характеристик драйверу (додаток В), необхідно щоб конденсатори С1, С2, С4, С5, С7, С8, С10 та С11 мали ємність 0,1 мкФ, С3, С6, С9 та С12 – 4,7 мФ, а котушки індуктивності - L1 – L4 – 4,7 мкГн. З огляду на це обрано керамічні конденсатори ємністю 0,1мкФ типу К10-17А Н50 0.1, 4,7 мкФ – К10-17А Н50 0.47мкФ та котушку індуктивності КИП-212 4.7 [32]. Елементи електричної схеми з відповідними позначеннями наведені у специфікації (Додаток А).

1.6.3.2. Огляд, аналіз та розрахунок основних елементів системи індикації

Для роботи індикаторних світлодіодів необхідно визначити опір резистору, який буде захищати індикатор від стрибків напруги, а також забезпечить оптимальну яскравість. Схема підключення має наступний вигляд, наведений на рис.1.34.

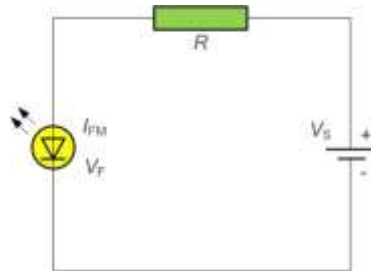


Рис.1.34. Електрична схема підключення індикаторного світлодіоду [29]

Для вибору параметрів резистору, а саме мінімального опору та потужності, що залежить від технічних характеристик світлодіодів-індикаторів (таблиця 1.8) і типу з'єднання, скористаємось програмним забезпеченням [29], інтерфейс якого наведено на рис.1.35.

The screenshot shows a web-based form for calculating resistor parameters. The fields are as follows:

- Тип соединения:
- Напряжение источника питания V_S , В:
- Прямое напряжение светодиода V_F , В:
- Прямой ток светодиода I_{FM} , мА:
- Количество светодиодов шт.:
- Минимальное сопротивление R , Ом:
- Минимальная мощность резистора, Вт:

At the bottom, there are two buttons: "Рассчитать резистор" (Calculate resistor) and "Сброс" (Reset).

Рис.1.35. Загальний вигляд інтерфейсу ПЗ, що використовується для розрахунку параметрів резистору [29]

В нашому випадку використовується чотири світло діоди з відповідними опорами загрузки, з'єднані між собою паралельно. Тоді, ввівши відповідні параметри світлодіодів, отримаємо наступні параметри резисторів, що наведені в таблиці 1.10, де R1 – для голубого індикатору, R2 – для оранжевого індикатору, R3 – для червоного індикатору, R4 – для білого індикатору,

Таблиця 1.10. Розраховані значення параметрів резисторів

Резистор	Опір, Ом	Потужність, Вт
R1	80	0,032
R2	150	0,06
R3	150	0,06
R4	80	0,032

Виходячи з отриманих даних, було обрано керамічні резистори двох типів, що мають однакову потужність 0,25 Вт та різний опір – 150 Ом та 100 Ом), загальний вигляд та технічні характеристики яких наведені в таблиці 1.11 [32].

Таблиця 1.11. Технічні характеристики та загальний вигляд резисторів [32]

	Резистор 150 Ом 0,25 Вт ± 1	Резистор 100 Ом 0,25 Вт ± 1
Загальний вигляд		
Тип	металоплівочний	металоплівочний
Довжина, мм	6,8	6,8
Діаметр, мм	2,5	2,5
Опір, Ом	150	100
Точність, %	± 1	± 1
Номінальна потужність, Вт	0,25	0,25

1.6.4. Розробка оптичної схеми дерматоскопу

1.6.4.1. Вибір основних складових та принцип роботи

Дерматоскоп працює за принципом мікроскопу, тому його основними складовими елементами є ахроматичний об'єктив та окуляр. Для ахроматичних об'єктивів найбільш доцільно використовувати окуляр Гюйгенса [34], в якому виправлена хроматична аберация. Вимоги до об'єктиву: ахроматичний, діаметр 25 мм, збільшення 10 крат, до окуляру: переміщення на ± 6 діоптрій. В роботі запропоновано наступну оптичну схему, наведену на рис.1.36.

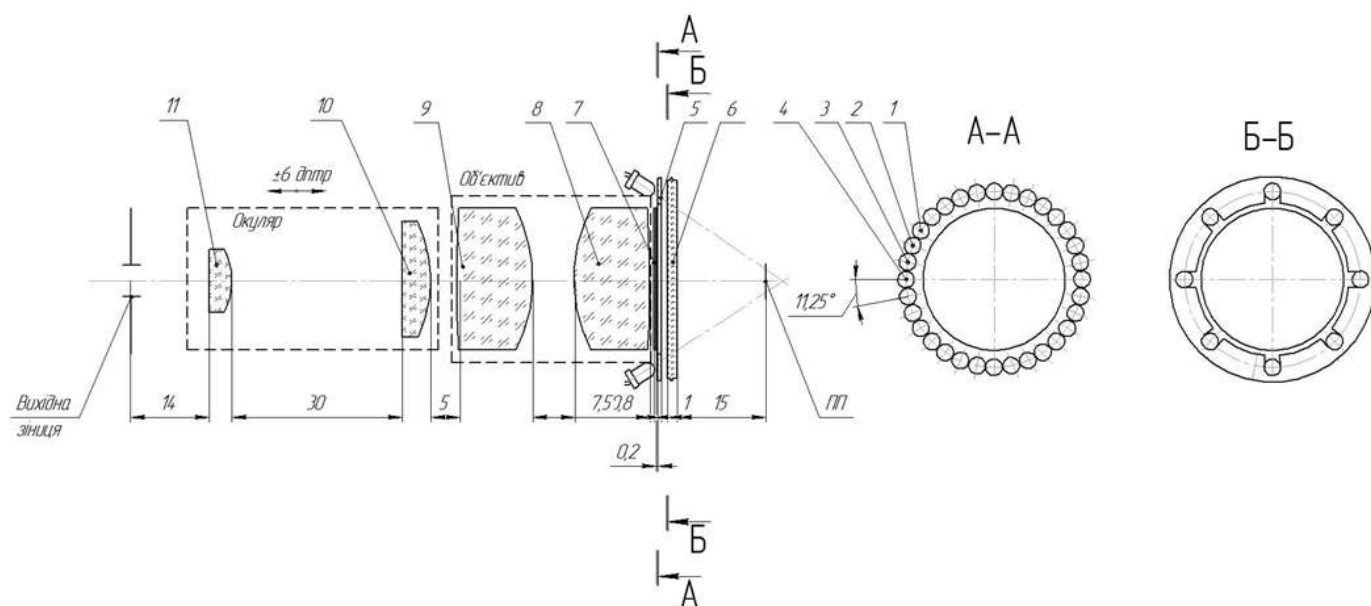


Рис.1.36. Схема оптична дерматоскопу:

- 1 – голубий світлодіод, 2 – оранжевий світло діод, 3 – червоний світло діод, 4 – білий світло діод, 5 – поляризатор 1, 6 – захисне скло, 7 – поляризатор 2, 8,9 – об'єктив, 10, 11 – окуляр, ПП – площина предметів

Оптичне випромінювання від обраного типу світлодіодів (1, 2, 3 або 4) через поляризатор 5 та захисне скло 6 потрапляє на досліджувану ділянку шкіри (ПП). При чому поляризатор виконай таким чином, що він закриває світлодіоди 1, 2 та 3 (червоний, оранжевий та голубий) (рис.1.36, розріз Б-Б). При використанні білого світла 4 між склом та ПП розміщується імерсійна величина, показник заломлення якої відповідає показнику заломлення захисної пластинки 6.

Розсіяне назад випромінювання пропускається поляризатором 7 в тому випадку, якщо його поляризація відмінна від тієї, яку задав поляризатор 5. Тобто розсіяне чи відбите від поверхні шкіри випромінювання при кольоровому освітленні в об'єктив В1, що складається з лінз 8 та 9, не попадає.

Об'єктив В1 збільшує зображення в 10 разів. Він оптично спряжений з окуляром В2, що складається з лінз 10 та 11, або відео окуляром (на рисунку не показано). Окуляр має збільшення 8 крат.

1.6.4.2. Габаритний розрахунок

В даному пункті проведено вибір і розрахунок об'єктиву та окуляру, а також розміщення світлодіодів.

Об'єктив. Основними вимогами до об'єктиву є збільшення в 10 разів, діаметр 25 мм та ахроматичне покриття. Об'єктив було розраховано в програмі АСОК [35]. Вхідними параметрами є фокусна відстань – 20 мм, діаметр – 25 мм, а також тип об'єктиву – двухлінзовий не склеєний. Після синтезу отримано наступний вигляд об'єктиву (рис.1.37) та його основні параметри (таблиця 1.12). Більш детально з результатами можна ознайомитись з додатку В.

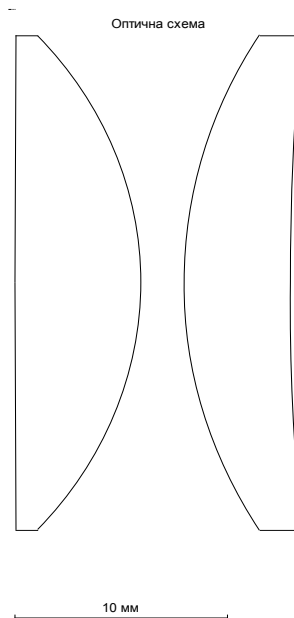


Рис.1.37. Оптическая схема об'єктиву

Таблиця 1.12. Основні параметри об'єктиву

Параметр	Значення
Радіус кривизни першої поверхні (R1), мм	1271,134
Радіус кривизни другої поверхні (R2), мм	-18,46631
Радіус кривизни третьої поверхні (R3), мм	23,62073
Радіус кривизни четвертої поверхні (R4), мм	138,4746
Осьова товщина лінзи 1 (d1), мм	6
Осьова товщина лінзи 2 (d2), мм	5
Показник заломлення лінзи 1	1,51
Показник заломлення лінзи 2	1,62

Для забезпечення ахроматизму використано багатошарове (3 шари) просвітлююче покриття – для першої MgF_2 , для другої - ZrO_2 фізичним методом випаровування у вакуумі.

Окуляр. Для роботи з ахроматичним об'єктивом найчастіше використовують окуляр Гюйгенса, загальний вигляд якого наведений на рис.1.38. Поле зору такого окуляру близько 30° .

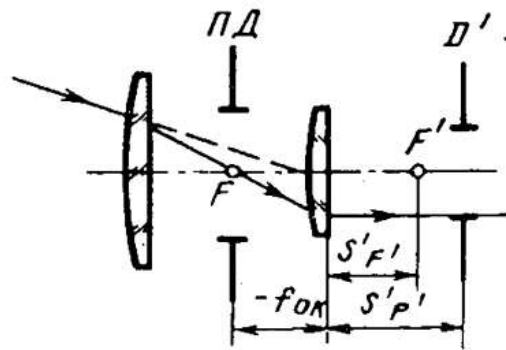


Рис.1.38. Оптична схема окуляру Гюйгенса [34]

Провівши аналіз літературних джерел обрано окуляр Гюйгенса АМ-8, параметри якого наведені в таблиці 1.13.

Таблиця 1.13. Параметри окуляру [36]

Збільшення, крат	R1, мм	R2=R4, мм	R3, мм	d1, мм	d2, мм	d3, мм	Марка скла		Світловий діаметр, мм	
							1	2	1	2
8	22,96	∞	11,86	5	31,6	2	K8	K8	20	10

Фокусну відстань окуляру можна розрахувати за формулою 1.1 [34]:

$$f_{OK} = \frac{f_1 \cdot f_2}{f_1 + f_2 + \Delta}, \quad (1.1)$$

де f_1 та f_2 – фокусні відстані лінз, що можна розрахувати за формулою 1.2, Δ – відстань між першою та другою лінзою, що в даному випадку позначається як d_2 в таблиці 1.13.

$$f_{1,2} = \frac{1}{(n-1) \cdot \left(\frac{1}{r_{1(3)}} - \frac{1}{r_{2(4)}} \right)}, \quad (1.2)$$

де n – показник заломлення скла (в даному випадку 1,5), а r – радіуси відповідних поверхонь.

Виходячи з даних в таблиці 1.13 розрахуємо фокусні відстані лінз окулярів за формулою 1.2, а потім фокусну відстань окуляру за формулою 1.1.

Фокусна відстань колекторної лінзи 1:

$$f_1 = \frac{1}{(1.51-1) \cdot \left(\frac{1}{22.96} - \frac{1}{\infty} \right)} = 50 \text{ мм}$$

Фокусна відстань очної лінзи 2:

$$f_2 = \frac{1}{(1.51-1) \cdot \left(\frac{1}{11.86} - \frac{1}{\infty} \right)} = 23 \text{ мм}$$

Загальна фокусна відстань окуляру:

$$f_{OK} = \frac{50 \cdot 23}{50 + 23 + 31,6} = 27 \text{ мм}$$

Розміщення світлодіодів. Для розміщення світлодіодів необхідно розрахувати радіус кола за формулою (1.3), на якому можна розмістити 32 світлодіоди діаметром 3 мм, а також кут, який буде між ними.

$$R = \frac{C}{2 \cdot \pi}, \quad (1.3)$$

де C – довжина кола.

Довжина кола можна приблизно визначити як $C = d \cdot 32$, де d – діаметр світлодіодів. Тоді $C = 96$. Розрахуємо радіус кола:

$$R = \frac{96}{2 \cdot 3.14} = 15,3 \text{ мм},$$

Щоб між світлодіодами був деякий зазор – візьмемо $R=16$ мм. Більший радіус брати не обов'язково, оскільки світлодіоди, що знаходяться один біля одного, працювати разом не будуть. Тому перегрівання не можливе.

Знайдемо кут між світлодіодами – $360:32=11,25^\circ$.

Отже, для розміщення 32 світлодіодів внутрішній діаметр плати повинен становити 32 мм, а зовнішній – приблизно 37 мм. Кут між світлодіодами – $11,25^\circ$. Схематичне представлення наведено на рис.1.39

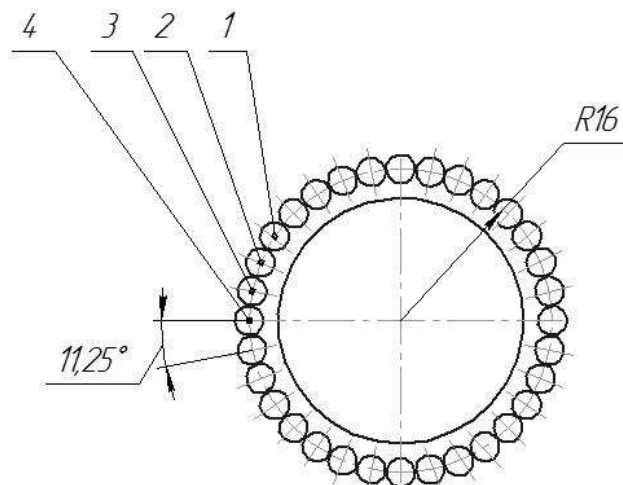


Рис.1.39. Розміщення світлодіодів:
1 – голубий, 2 – оранжевий, 3 – червоний, 4 - білий

1.7. Характерні несправності та методи їх усунення

В даному пункті розглянемо характерні несправності, що можуть виникнути при експлуатації дерматоскопу. Вони можуть бути пов'язані з виходом зі строю основних складових. Основні з них наведені в таблиці 1.14.

Таблиця 1.14. Характерні несправності та методи їх усунення

Несправність	Метод усунення
Низька яскравість	Замінити або зарядити акумулятор
Вийшов з ладу один із світлодіодів	Звернутися в сервісний центр та замінити освітлювальну головку.
При перемиканні режиму роботи не світиться індикаторний світлодіод	Замінити індикаторний світлодіод
При ввімкненні пристрою випромінюючі світлодіоди не світять	Перевірити наявність батареї або її заряд

1.8. Умови експлуатації

Оскільки пристрій призначений для використання електромагнітного випромінювання, то для користування необхідно витримати вимоги, а також провести відповідні тести, наведені в таблиці 1.15.

Таблиця 1.15. Основні вимоги до експлуатації

Тест на стійкість шумових перешкод	Контрольний рівень відповідно до ІЕС 60601	Електромагнітне середовище – рекомендації
1	2	3
Електро-статичний розряд	±6кВ – контактний спосіб ±8кВ – повітряний спосіб	Підлога в приміщенні має бути дерев'яна, бетонна або з керамічною плиткою. При синтетичному покритті вологість повинна становити не менше 30%

1	2	3
Нано-секундні імпульсні перешкоди	±2 кВ для мережевого кабелю ±1 кВ для вхідної та вихідної лінії	Якість напруги повинна бути на рівні, що є типовим для комерційних та лікарняних установ
Імпульсна напруга	±1 кВ міжфазна напруга, ±2 кВ напруга відносно землі	Якість напруги повинна бути на рівні, що є типовим для комерційних та лікарняних установ
Падіння напруги, короткочасне переривання та перепади напруги на лінії електромережі	<5% UT, (>95% dip in UT) за ½ циклу роботи 40 % UT, (>60% dip in UT) за 5 циклів 70% UT, (>30% dip in UT) за 25 циклів <5% UT, (>95% dip in UT) за 5 секунд	Якість мережевого кабелю повинна бути на рівні, що є типовим для комерційних та лікарняних установ. При наявності деяких перепадів напруги, бажано працювати з пристроєм через безперебійний блок живлення або батарею.
Частота мережі (50/60 Гц) магнітного поля	3 А/м	Частота мережі магнетичного поля повинна відповідати вимогам для комерційних або лікарняних установ
UT – змінного струму перед застосуванням контрольного рівня		

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Аналіз технологічності конструкції дерматоскопу

Технологічністю конструкції називається властивість окремих деталей, складальних одиниць та приладів в цілому, при якій для даних умов, даній програмі випуску та даних технічних вимогах до приладу забезпечується найбільш швидке та економічне освоєння його виробництва, а також найбільш раціональне його виготовлення. Технологічність конструкції приладу та його деталей треба розглядати як функцію програми випуску й серійності, а також треба розуміти як комплексне рішення задачі, що враховує вимоги технологічних процесів всіх стадій виробництва [36].

Конструкція буде технологічною, якщо вона має найменшу трудомісткість і найбільш короткий виробничий цикл; найбільшу уніфікацію й нормалізацію складальних одиниць і деталей; широку можливість використання найбільш простих і раціональних операцій, а також можливість автоматизації складання при найменшій кількості матеріалів і обладнання. Треба, щоб для складальних одиниць забезпечувалась простота складання всіх деталей і складальних одиниць без пригонки та доробки, без селективної підгонки, що забезпечується економічно придатними допусками в розмірних, кінематичних й електричних ланцюгах; можливість паралельного складання, що скорочує виробничий цикл; можливість найбільшої диференціації складання [36].

Для всіх виробів при відпрацюванні конструкції приладу на технологічність виставляють наступні задачі: зниження трудомісткості виготовлення; використання стандартних складових частин; використання уніфікованих складових частин; використання уніфікованих елементів конструкцій деталей; можливість використання типових технологічних процесів.

В даній роботі було розроблено дерматоскоп, складальне креслення якого наведено на кресленні рис.2.1, а також більш детально кресленні ДП.ПБ-351.1702.006 СК (додаток А).

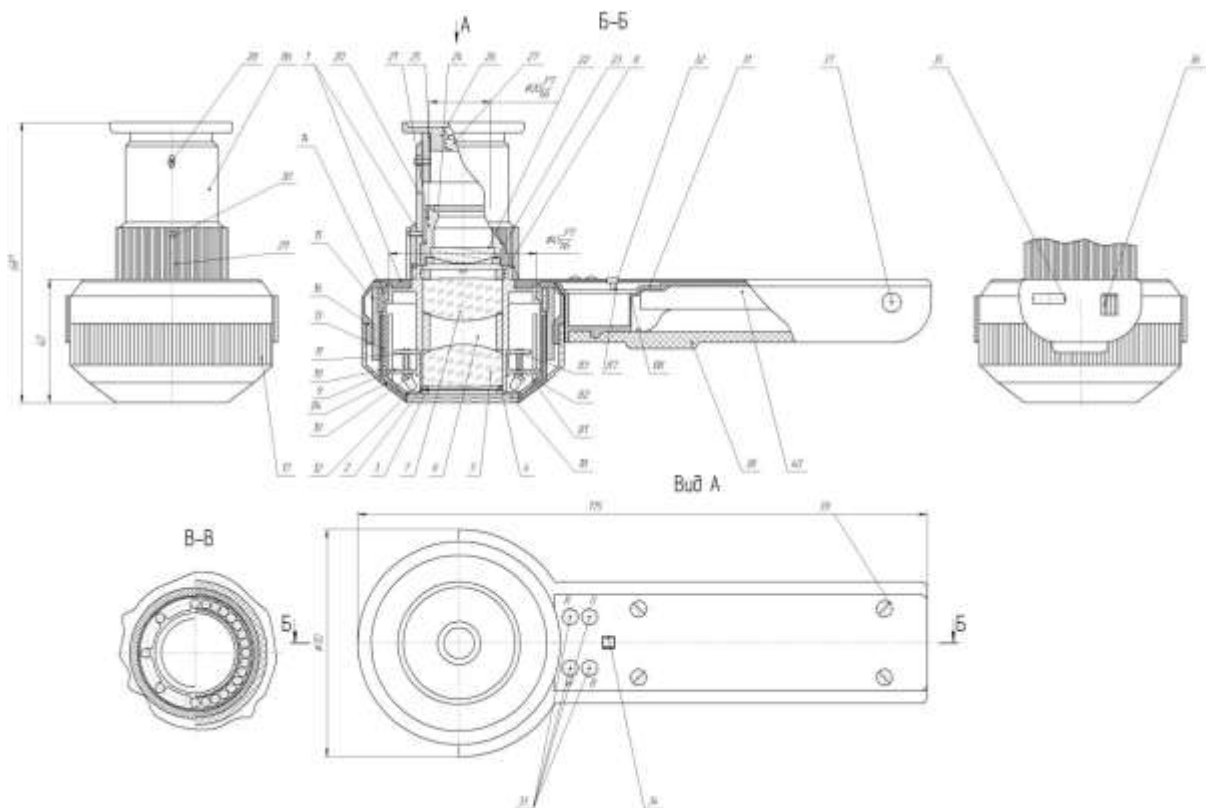


Рис.2.1. Складальне креслення дерматоскопу: 1 – тримач, 2 – корпус, 3 – поляризатор 1, 4 – проміжне кільце, 5 – лінза об'єктиву 1, 6 – пружинне кільце, 7 – лінза об'єктиву 2, 8 – різьбове кільце 1, 9 – кільце-тримач, 10 – світлодіод СК, 11 – плата 1, 12 – поляризатор 2, 13 – заглушка, 14 – втулка циліндрична, 15 – втулка внутрішня, 16 – втулка зовнішня, 17 – оправа 1, 18 – скло захисне, 19 – оправа 2, 20 – тубус, 21 – втулка, 22 – лінза окуляру 1, 23 – різьбове кільце 2, 24 – сітка, 25 – оправа 3, 26 – оправа 4, 27 – лінза окуляру 2, 28 – гвинт регульовальний, 29 – оправа 5, 30 – гвинт, 31 – кронштейн 32 – плата 2, 33 – індикатор, 34 – кнопка СК, 35 – USB СК, 36 – конектор СК, 37 – кнопка, 38 – кришка, 39 – гвинт, 40 – батарея, 41 – плата 3 (не показано), 42 – гнучкий наочник не показано)

Методика визначення конструкції виробу на технологічність та оцінки рівня технологічності виробу встановлена ГОСТ 14.201-73. Всі показники технологічності класифікуються за такими ознаками: об'єкт та область використання; кількість ознак технологічності; області аналізу; спосіб вираження; значимість; система оцінювання. Показники за об'єктом та області використання поділяються на виробничі й експлуатаційні. Показники за кількістю ознак поділяються на часткові, що характеризують тільки одну ознаку технологічності

конструкції виробу, й на комплексні, що характеризують два або більше ознак технологічності. Показники за областю аналізу поділяються на технічні й техніко-економічні. За способом вираження показники поділяються на основні й додаткові; за системою оцінювання показники технологічності є базові й конструкції, що розробляється [36].

2.1.1. Основні критерії технологічності

Для розрахунку та оцінки основних критеріїв технологічності в нижче наведених таблицях 2.1-2.3 приведемо відносні показники технологічності вузлів, операцій та деталей відповідно.

Таблиця. 2.1 Перелік вузлів дерматоскопу

№	Вузол	Кількість	Уніфікація
1	Об'єктив СК	1	не уніфікований
2	Випромінювачі СК	1	не уніфікований
3	Захисник СК	1	не уніфікований
4	Лінза окуляру 1 СК	1	не уніфікований
5	Лінза окуляру 2 СК	1	не уніфікований
6	Окуляр СК	1	не уніфікований
7	Плата 2 СК	1	не уніфікований
8	Блок керування СК	1	не уніфікований
9	Кнопка СК	1	уніфікований
10	USB СК	1	уніфікований
11	Конектор СК	1	уніфікований
12	Батарея	1	уніфікований
13	Випромінююча головка СК	1	не уніфікований
14	Блок керування	1	не уніфікований

Таблиця. 2.2 Перелік операцій складання дерматоскопу

№	Операція	Уніфікація
1	Встановлення	не уніфікована
2	Паяння	уніфікована
3	Пресування	уніфікована
4	Згвинчування	уніфікована
5	Контроль	уніфікована
6	Випробування	не уніфікована
7	Маркування	не уніфікована

Таблиця. 2.3 Перелік деталей дерматоскопу

№	Деталь	Кількість	Уніфікація
1	тримач	1	не уніфікована
2	корпус,	1	не уніфікована
3	поляризатор 1	1	уніфікована
4	проміжне кільце	1	уніфікована
5	лінза об'єктиву 1	1	не уніфікована
6	пружинне кільце	1	не уніфікована
7	лінза об'єктиву 2	1	не уніфікована
8	різьбове кільце 1	1	уніфікована
9	кільце-тримач	1	не уніфікована
10	світлодіод	32	уніфікована
11	плата 1	1	уніфікована
12	поляризатор 2	1	уніфікована
13	заглушка	1	не уніфікована
14	втулка циліндрична,	1	не уніфікована
15	втулка внутрішня	1	не уніфікована
16	втулка зовнішня	1	не уніфікована
17	оправа 1	1	не уніфікована
18	скло захисне,	1	не уніфікована
19	оправа 2	1	уніфікована
20	тубус	1	не уніфікована
21	втулка	1	не уніфікована
22	лінза окуляру 1	1	не уніфікована
23	різьбове кільце 2	1	уніфікована
24	сітка	1	уніфікована
25	оправа 3	1	не уніфікована
26	оправа 4	1	не уніфікована
27	лінза окуляру 2	1	не уніфікована
28	гвинт регулювальний	1	уніфікована
29	оправа 5	1	не уніфікована
30	гвинт	3	уніфікована
31	кронштейн	1	не уніфікована
32	плата 2,	1	уніфікована
33	індикатор	4	уніфікована
34	кнопка,	1	уніфікована
35	кришка	1	не уніфікована
36	гвинт	1	уніфікована
37	плата 3	1	уніфікована
38	гнучкий наочник	1	не уніфікована

2.1.2. Відносні показники технологічності

Відносні показники технологічності характеризують конструктивну і технологічну складність представленого виробу. Основними з них є показник конструкторської складності, показник уніфікації виробу, критерій уніфікації вузлів, критерій уніфікації деталей, критерій уніфікації технологічних складальних процесів, що входять у загальний показник технологічності [36]. Розрахуємо їх відповідно до таблиць 2.1 – 2.3.

Показник конструкторської складності:

$$K_{\text{кл.}} = \frac{N_{\Sigma}}{n_{\Sigma}} = \frac{14}{74} = 0,2, \quad (2.1)$$

N_{Σ} – число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

n_{Σ} – число всіх деталей в приладі, з урахуванням їх кількості.

Якщо: $K_{\text{кл.}} < 0,1$ – погана технологічність;

$K_{\text{кл.}} = 0,1 - 0,2$ – задовільна технологічність;

$K_{\text{кл.}} > 0,2$ – добра технологічність.

Оскільки, $K_{\text{кл.}} = 0,18$ – технологічність в даному випадку задовільна.

Показник уніфікації виробу:

$$K_{\text{ун.}} = \frac{N_{\text{ун.}} + n_{\text{ун.}}}{N_{\Sigma} + n_{\Sigma}} = \frac{4 + 52}{14 + 74} = 0,66, \quad (2.2)$$

$N_{\text{ун.}}$ – число уніфікованих складальних одиниць на схемі структурного складу;

$n_{\text{ун.}}$ – число всіх уніфікованих деталей в приладі;

N_{Σ} – число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

n_{Σ} – число всіх деталей в приладі.

Якщо: $K_{ун.} < 0,25$ – то погана технологічність;

$K_{ун.} = 0,25 - 0,5$ – задовільна технологічність;

$K_{ун.} > 0,5$ – добра технологічність.

Оскільки, $K_{ун.} = 0,65$ – технологічність добра.

Критерій уніфікації вузлів:

$$K_{ун.N} = \frac{N_Y}{N_\Sigma} = \frac{4}{14} = 0,3, \quad (2.3)$$

N_Y – число всіх уніфікованих складальних одиниць схеми структурного складу;

N_Σ – число всіх складальних одиниць на схемі структурного складу;

Якщо: $K_{ун.N} < 0,2$ – погана технологічність;

$K_{ун.N} = 0,2 - 0,5$ – задовільна технологічність;

$K_{ун.N} > 0,3$ – технологічність задовільна.

Критерій уніфікації деталей:

$$K_{ун.n} = \frac{n_Y}{n_\Sigma} = \frac{52}{74} = 0,7, \quad (2.4)$$

$n_{ун}$ – число всіх уніфікованих деталей в приладі;

n_Σ – число всіх деталей в приладі.

Якщо: $K_{ун.n} < 0,3$ – погана технологічність;

$K_{ун.n} = 0,3 - 0,6$ – задовільна технологічність;

$K_{ун.n} > 0,6$ – добра технологічність.

Оскільки, $K_{ун.n} = 0,7$ технологічність добра.

Критерій уніфікації технологічних складальних процесів:

$$K_{\text{ун.т.п.}} = \frac{Q_{\text{ун.оп.}}}{Q_{\Sigma\text{оп.}}} = \frac{4}{7} = 0,57, \quad (2.5)$$

$Q_{\text{ун.оп.}}$ - число всіх уніфікованих операцій;

$Q_{\Sigma\text{оп.}}$ - число всіх операцій.

Якщо: $K_{\text{ун.т.п.}} < 0,5$ – погана технологічність;

$K_{\text{ун.т.п.}} = 0,5 - 0,75$ – задовільна технологічність;

$K_{\text{ун.т.п.}} > 0,75$ – добра технологічність.

$K_{\text{ун.т.п.}} = 0,6$ - задовільна технологічність.

Оскільки визначити вагомість критеріїв технологічності досить важко, то згідно [36] візьмемо вагомість всіх параметрів однаковою, тоді їх сума буде дорівнювати одиниці.

Загальний показник технологічності:

$$K_{\Sigma} = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5}{5}, \quad (2.6)$$

$K_{\Sigma} < 0,25$ – технологічність незадовільна,

$K_{\Sigma} = 0,25..0,5$ – технологічність задовільна,

$K_{\Sigma} > 0,5$ – технологічність добра.

$$K_{\Sigma} = (0,2 + 0,64 + 0,3 + 0,7 + 0,57)/5 = 0,506 \quad (2.7)$$

$K_{\Sigma} = 0,506$ - добра технологічність.

З приведених вище розрахунків та K_{Σ} ми можемо зробити висновок, що технологічність виробу добра [36].

2.2. Розрахунок точності складальних робіт

Основні критерії показників точності виробів регламентує ГОСТ 16320-80, згідно з яким під точністю розуміють ступінь відповідності параметрів реально виготовленого виробу всім вимогам креслення і технічних умов. Ця відповідність визначається за розмірами або геометричними характеристиками виробу і за його фізико-хімічними параметрами [36].

Розмірним ланцюгом називають сукупність розташованих по замкненому контуру у визначеній послідовності розмірів, які координують взаємне розташування поверхонь або осей однієї або декількох деталей або складальних одиниць [36].

Розміри, які складають розмірний ланцюг, називають складовими ланками. Ланка розмірного ланцюга, яку отримують останньою при обробці деталі або в процесі складання виробу має назву замикаючої ланки. Збільшувочими є ланки, які при своєму збільшенні збільшують замикаючу ланку. Зменшувочі ланки при своїм збільшенні зменшують замикаючу ланку. Розрахувати або розв'язати розмірний ланцюг – значить знайти величину замикаючої ланки та її допустимі відхилення. Для цього без масштабу, але з дотриманням пропорцій будують схему розмірів, починаючи з вертикальних базових ліній, які обмежують область розповсюдження розмірного ланцюга [36].

Номинальне значення замикаючої ланки знаходять різницею сум ланок, що збільшують або зменшують [36]:

$$l_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^n l_{\text{зб}} - \sum_{j=1}^p l_{\text{зм}}, \quad (2.8)$$

де n та p кількість ланок, що збільшують або зменшують відповідно.

При знаходженні допуску на замикаючу ланку можуть зустрітися дві задачі: пряма та обернена. Пряма задача: за заданими відомими допусками складових ланок знайти допуск замикаючої ланки. Обернена задача: за даними відомими допусками замикаючої ланки знайти допуски та складові ланки розмірного ланцюга [36].

Згідно завдання необхідно розрахувати допуск на замикаючу ланку, а саме вирішити пряму та обернену задачі. Схема розмірного ланцюга, який необхідний для вирішення прямої та оберненої задачі зображено на рис. 2.2 та обрано відповідно до креслення ДП.ПБ-351.1702.006.

Забезпечення розмірної або геометричної взаємозамінності – типове завдання при складанні механічних ланцюгів механізмів, яке ґрунтується на розрахунках розмірного ланцюга, а саме: визначенні розміру замикаючої ланки та її верхнього і нижнього відхилення (рис.2.2).

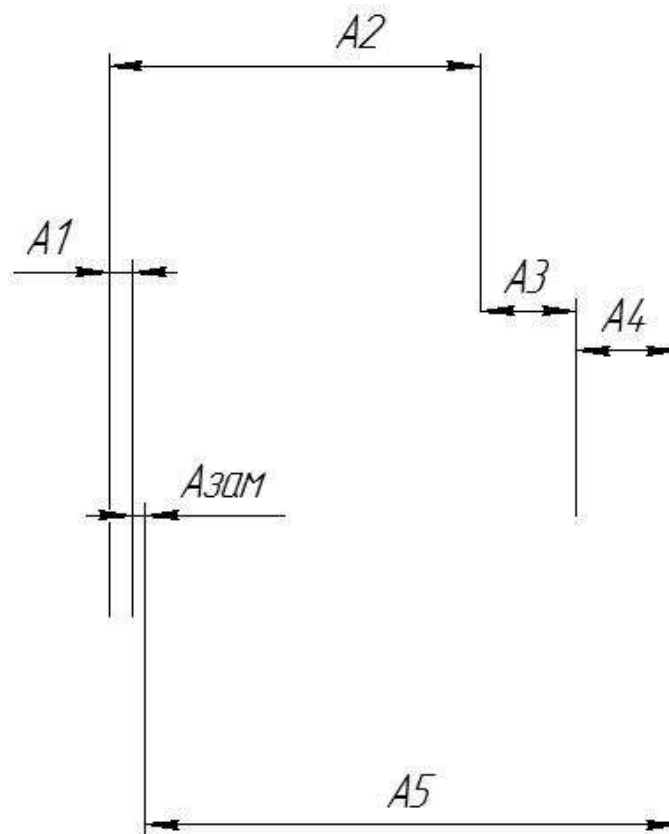


Рис.2.2. Схема розмірного ланцюга

Розміри, тип та допуски складових ланок розмірного ланцюга наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Розміри, тип та допуск ланок

Ланка	Тип	Допуск
$L_1 = A_1 = 4$ мм	зменшуюча ланка	$\delta = -0,012$
$L_2 = A_2 = 56$ мм	збільшуюча ланка	$\delta = -0,03$
$L_3 = A_3 = 14$ мм	збільшуюча ланка	$\delta = -0,018$
$L_4 = A_4 = 16,5$ мм	збільшуюча ланка	$\delta = -0,018$
$L_5 = A_5 = 80$ мм	зменшуюча ланка	$\delta = -0,035$

Знайдемо розмір замикаючої ланки, адже дана величина розраховується декількома методами [36]::

$$l_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^n l_{\text{ізб}} - \sum_{j=1}^p l_{\text{жзм}} = (56 + 14 + 16,5) - (80 + 4) = 2,5 \text{ мм.}$$

Далі будуть приведені розрахунки прямої задачі наступними методами:

- Координатним
- Екстремальним з урахуванням номіналів
- Екстремальним безноміналним

Координатний метод, знаходимо допуск на замикаючу ланку [36]::

$$\Delta_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^{m-1} |\Delta_i| = 0,012 + 0,03 + 0,018 + 0,018 + 0,035 = 0,113 \text{ мм.}$$

Розрахунок координати середин кожного з полів допусків виконується за формулою $K = \frac{(ВВ)+(НВ)}{2}$. Визначимо координату середини допуску $K_{\text{зам}}$ замикаючої ланки:

$$K_{зам} = \sum_{i=1}^n K_{ізб} - \sum_{j=1}^p K_{jзм} =$$

$$= (-0,015 - 0,009 - 0,009) - (-0,006 - 0,0175) = -0,033 + 0,023 = -0,0095 \text{ мм.}$$

Визначимо необхідні відхилення допуску замикаючої ланки [36]::

$$ВВ_{зам} = K_{зам} + 0,5 \cdot \Delta_{зам} = -0,0095 + 0,5 \cdot 0,113 = 0,047 \text{ мм,}$$

$$НВ_{зам} = K_{зам} - 0,5 \cdot \Delta_{зам} = -0,0095 - 0,5 \cdot 0,113 = -0,066 \text{ мм.}$$

$$\text{Відповідь: } l_{зам} = 1 \begin{matrix} +0,047 \\ -0,066 \end{matrix} \text{ мм}$$

Екстремальний метод з врахуванням номіналів [36]::

Максимальне та мінімальне значення замикаючої ланки визначається за формулами [36]::

$$l_{зам}^{max} = \sum_{i=1}^n l_{ізб}^{max} - \sum_{j=1}^p l_{jзм}^{min} =$$

$$= (56 + 14 + 16,5) - (3,988 + 79,965) = 2,547 \text{ мм,}$$

$$l_{зам}^{min} = \sum_{i=1}^n l_{ізб}^{min} - \sum_{j=1}^p l_{jзм}^{max} =$$

$$= (55,97 + 13,982 + 16,482) - (4 + 80) = 2,434 \text{ мм.}$$

Верхнє та нижнє відхилення допуску замикаючої ланки [36]::

$$ВВ_{зам} = l_{зам}^{max} - l_{зам} = 2,547 - 2,5 = 0,047 \text{ мм,}$$

$$НВ_{зам} = l_{зам}^{min} - l_{зам} = 2,434 - 2,5 = -0,066 \text{ мм.}$$

$$\text{Відповідь: } l_{зам} = 1 \begin{matrix} +0,047 \\ -0,066 \end{matrix} \text{ мм.}$$

Метод екстремальний без номінальний [36]:

Відразу ж розрахуємо верхнє та нижнє відхилення допуску замикаючої ланки [36]:

$$BB_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^n (BB_i)_{\text{зб}} - \sum_{i=1}^p (HB_j)_{\text{зм}} = \\ = (0+0) - (-0,012-0,035) = 0.047 \text{ мм.}$$

$$HB_{\text{зам}} = \sum_{i=1}^n (HB_i)_{\text{зб}} - \sum_{i=1}^p (BB_j)_{\text{зм}} = \\ = (-0,03-0,018-0,018) - (0) = -0.066 \text{ мм.}$$

Після розрахунку трьома методами, ми отримали єдиний результат - $l_{\text{зам}} = 1_{-0.066}^{+0.047} \text{ мм.}$

2.3. Розробка технологічного процесу складання дерматоскопу

Проектування технологічного процесу складання включає вибір найбільш раціональних процесів і способів складання, визначення послідовності з'єднання деталей та складальних одиниць, регулювання та контролю виробу (чи складальних одиниць) з призначенням обладнання, робочих і вимірювальних інструментів [36].

При цьому слід передбачати усі заходи для забезпечення заданої програми випуску виробів, що загалом відповідають технічним умовам, скорочення трудомісткості, тривалості циклу складання та зниження вартості виробу [36].

Розробку технологічного процесу звичайно починають з вивчення і аналізу конструкції по кресленням, схема, технічних умов та програми випробувань. В

результаті цього аналізу повинні бути встановлені взаємозв'язок складальних одиниць приладу, умови взаємозамінності і функціонування, визначені процеси, що надають найбільш істотний вплив на якість приладу. Комплексно аналізуючи об'єкт складання (складальну одиницю чи прилад), необхідно звернути увагу на наступні особливості [36]:

- ступінь розчленованості приладу, тобто кількість складальних одиниць, що входять до даного приладу. Розчленованість приладу на складальні одиниці призводить до скорочення виробничого циклу його виготовлення за рахунок організації паралельного складання складальних одиниць;

- характер з'єднання окремих деталей.

Необхідність розгалуження приладу на складальні одиниці визначається у першу чергу умовами роботи та експлуатації, можливістю виготовлення та кріплення деталей [36].

Кількість складальних одиниць в приладі визначає можливість скорочення трудомісткості і тривалості (циклу) складання за рахунок створення умов для виконання складальних операцій, розділення процесу складання на паралельні потоки, автоматизації і механізації процесу, тобто поділення на складальні одиниці проводиться ще й з технологічних міркувань. Після такого аналізу приладу проводиться розробка послідовності складання, послідовності і змісту кожної операції, оформлюється технологічна документація [36].

2.3.1. Схема структурного складу дерматоскопу

На підставі аналізу конструкторської документації створюється схема ступенів складання. Побудова таких схем дає можливість визначити конструкцію і складальні елементи приладу та їх взаємозв'язок, а також уявити проект технологічного процесу складання. Схема ступенів складання використовується для аналізу і синтезу приладу в процесі складання. Під аналізом треба розуміти ступінь розгалуження приладу в процесі складання. Під синтезом приладу і

складального процесу розуміється прийняття правил (порядку) побудови приладу із його елементів та складального процесу його операцій і їх частин.

В схемі ступенів складання можуть бути вказані джерела постачання елементів та строки готовності різних операцій складання і приладу в цілому. Схему можливо використовувати в якості диспетчерського документа, по якому зручно слідкувати за процесом виробництва виробу та приймати заходи, якщо готовність тих чи інших елементів не відповідає графіку. В той же час схема ступенів складання не дає уяви про послідовність складання і способі забезпечення з'єднань.

В даному дипломному проекті спроектована схема ступенів складання дерматоскопу, що наведена на рис.2.3, а також на кресленні ДП ПБ-351.1702.008Сх (додаток А).

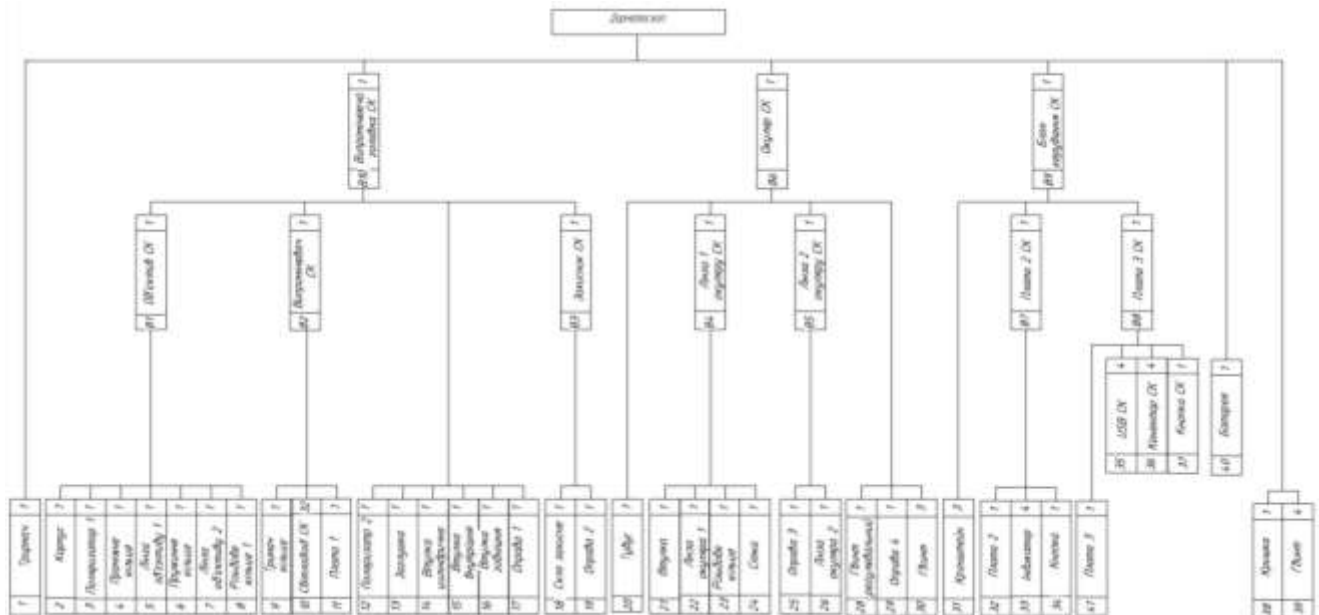


Рис.2.3. Схема структурного складу дерматоскопу

Розроблена схема містить 10 складальних не уніфікованих одиниць, а також 4 уніфіковані. Розглянемо не уніфіковані складальні одиниці: Об'єктив СК поз.В1, Випромінювач СК поз.В2, Захисник СК поз.В3, Лінза 1 окуляру СК поз.В4, Лінза 2 окуляру СК поз. В5, Окуляр СК поз.В6, Плата 2 СК поз.7, Плата 3 СК поз.8,

Блок керування СК поз.9 та Випромінююча головка СК поз.В10. Уніфіковані складальні одиниці: USB СК поз.35, Конектор СК поз.36, Кнопка СК поз. 37 та Батарея СК поз.40.

Окремими деталями йдуть: Тримач поз.1, Корпус поз.2, Поляризатор 1 поз.3, Проміжне кільце поз.4, Лінза об'єктиву 1 поз.5, Пружинне кільце поз.6, Лінза об'єктиву 2 поз.7, Різьбове кільце 1 поз.8, Кільце-тримач поз.9, Світлодіод поз.10, Плата 1 поз.11, Поляризатор 2 поз.12, Заглушка поз.13, Втулка циліндрична поз.14, Втулка внутрішня поз.15, Втулка зовнішня поз.16, Оправа 1 поз.17, Скло захисне поз. 18., Оправа 2 поз.19, Тубус поз.20, Втулка поз.21, Лінза окуляру 1 поз.22, Різьбове кільце 2 поз.23, Сітка поз.24, Оправа 3 поз.25, Оправа 4 поз.26, Лінза окуляру 2 поз.27, Гвинт регулювальний поз.28, Оправа 5 поз.29, Гвинт поз.30, Кронштейн поз.31, Плата 2 поз.32, Індикатор поз.33, Кнопка поз.34, Кришка поз.38, Гвинт поз.39, Плата 3 (не показано) поз.41, Гнучкий наочник (не показано) поз.42.

2.3.2. Технологічна схема складання дерматоскопу

Схема ступенів складання не дає повного уявлення про потрібну послідовність складання виробу та способи з'єднання його елементів. Щоб отримати чітку картину послідовного проведення робіт, розроблюють і будують технологічну схему складання. Схема містить окремі ланки вузлових складань і загального складання приладу. Кожна ланка починається з базової деталі, на яку виконують складання інших деталей, отримуючи базовий вузол. На базову складальну одиницю далі виконують збирання всіх інших вузлів, котрі також збираються з своїх базових деталей. Складальний процес базового вузла, та операції складання інших вузлів на базовий зображується на схемі зліва направо. А складальний процес всіх інших вузлів, що встановлюються на базовий, зображують перпендикулярно до головної лінії складання знизу вверху. Якщо до таких вузлів входять ще складальні одиниці нижчих порядків - їх додатково

обертають за годинниковою стрілкою, а отже їх лінія складання є перпендикулярною до попередньої складальної одиниці [36].

Кожний вузол з'єднаних елементів, що сходяться на вітці, є складальною операцією технологічного процесу або її окремим переходом. Сюди ж вводиться позначення методу з'єднання елементів (пресувати, клеїти, вальцювати, паяти тощо.), який застосовується на даній операції, або методу додаткових робіт (контроль, регулювати, притерти, змастити тощо.), якщо таке є. Якщо потрібно перевірити якість виконання складальної операції, висувається додаткова вимога – контролювати. Можливе виділення на схемі окремо випробувальних робіт на кінцевій стадії [36].

Розроблена технологічна схема складання запропонованої конструкції дерматоскопу представлена в додатку А на кресленні ДП-ПБ-351.1702.008 СХ, а також на рис.2.4.

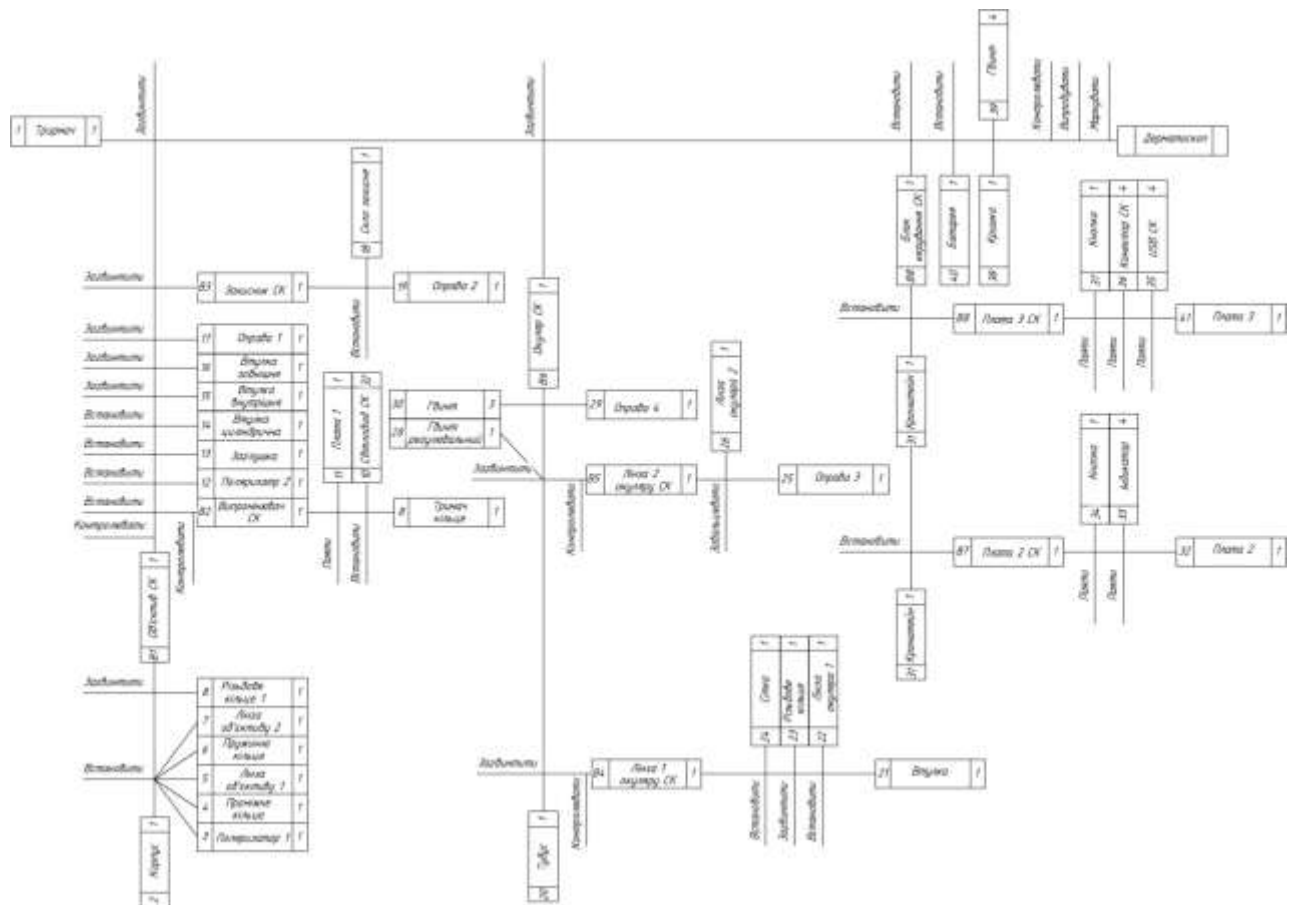


Рис.2.4. Технологічна схема складання дерматоскопу

За базову деталь беремо Тримач поз.1 на який встановлюють вузол Об'єктиву СК поз.В1, де за базову деталь взято корпус поз.2, в який встановлюються наступні елементи: Поляризатор 1 поз.3, Проміжне кільце поз.4, Лінза об'єктиву 1 поз.5, Пружинне кільце поз.6 та Лінза об'єктиву 2 поз.7, що скріплюють між собою Різьбовим кільцем 1 поз.8. На виході об'єктив контролюють на паралельність променів та значення фокусної відстані.

Наступним складальним вузлом є Випромінювач СК поз.В2, що встановлюється з натягом. На тримач-кільце поз.9 встановлюють Світлодіоди (32 шт) поз.10, що паяють до Плати 1 поз.11. Почергово встановлюють Поляризатор 2 поз.12, заглушку поз.13 та циліндричну втулку поз.14. Всі елементи закріплюють втулкою внутрішньою поз.15. Далі загвинчується Втулка зовнішня поз.16 та оправа поз.17. Для проведення вимірювань а поляризованому світлі загвинчується Захисник СК поз.В3, який складається з Оправи 2 поз.19, в яку встановлено Скло захисне поз.18.

До отриманого складального вузла прикріплюють Окуляр СК поз.В6 загвинчуванням. Базовим елементом Окуляру СК поз.В6 є Тубус поз.20, в який загвинчується вузол Лінзи окуляру СК поз.В4. Складання вузла Лінзи окуляру 1 СК наступне: У Втулку поз.21 встановлюють Лінзу окуляру 1 поз.22 та Сітку поз.24 і все це загвинчують Різьбовим кільцем поз.23. Далі загвинчують та фіксують Гвинтом регулювальним поз.28 Лінзу окуляру СК поз.В5, що складається Оправи 3 поз.25 в яку вальцюванням кріплять Лінзу 2 окуляру поз.26. Оправу 4 поз.29 кріплять трьома Гвинтами поз.30.

Далі в тримач 1 встановлюють Блок керування поз.В8, що складається з двох вузлів: Плата 2 СК поз.В7 та Плата 3 СК поз.В8. Складання починається з встановлення Плати 2 СК поз.В7, за базову деталь якої беремо Плату 2 поз.32, до якої паяємо чотири індикатори поз.33 та кнопку поз.34. Для встановлюємо Плату

3 СК поз.В8, за базову деталь якої обрано Плату 3 поз.41, до якої паяємо наступні складальні одиниці: USB СК поз.35, Конектор СК поз.36 та Кнопку СК поз.37.

На останньому етапі встановлюємо Батарею СК поз.40 та кріпимо чотирма гвинтами Кришку поз.38.

Отримана конструкція проходить контроль, випробування та маркування. На виході отримуємо дерматоскоп.

2.4. Розробка маршрутних карт

Розглянемо основні етапи складання маршрутних карт, що містять опис технологічного процесу виготовлення пристрою, а також контроль та переміщення по всіх операціях різних видів у технологічній послідовності з вказівками даних про обладнання та оснащення [36].

Заповнення маршрутних карт складальних робіт виконується у відповідності з загальним встановленим ГОСТ 3.1407-71. На основі структурної та технологічної схем складання розроблена маршрутна карту [36].

В даному технологічному процесі були виконані наступні операції, що наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. Операції технологічного процесу

Операція 005 – комплектувальна;	Операція 045 – складальна;
Операція 010 – підготовча;	Операція 050 – складальна;
Операція 015 – складальна;	Операція 055 – складальна;
Операція 020 – контроль;	Операція 060 – складальна;
Операція 025 – складальна;	Операція 065 – складальна;
Операція 030 – контроль;	Операція 070 – складальна;
Операція 035 – складальна;	Операція 075 – контроль;
Операція 040 – складальна;	Операція 080 – випробування;
	Операція 085 – маркування;

В умовах одиничного виробництва, як правило, використовують універсальне устаткування нормальної точності. Тому вибір стола залежить від його технологічних можливостей і габаритів приладу [36].

Розглянемо устаткування, на яких виконуються операції (таблиця 2.6).

Таблиця 2.6. Устаткування для проведення операцій

Операція	Устаткування
Комплектувальна операція 005	Стіл ТЛ-1972А
Підготовча операція 010	Стіл ТЛ-1972А
Складальні операції	Стіл ТЛ-1972А
Контрольні 020 та 030	Автоколіматор
Контроль 075	Контроль електричних складових
Випробування 080	Пристрої на випробування на стійкість
Маркування 085	Штамп

Маршрутна карта складання дерматоскопу представлена в додатку Г.

2.5. Розробка методики повірки радіусів кривизни оптичних елементів

Контроль габаритних розмірів, а саме значень радіусів кривизни сферичних поверхонь розроблених лінз об'єктиву та окуляру може бути здійснений прямим методом, при якому шукане значення фізичної величини одержують безпосередньо з даних вимірювального експерименту [37] за допомогою автоколімаційного мікроскопа, схематично представленого на рис. 2.5.

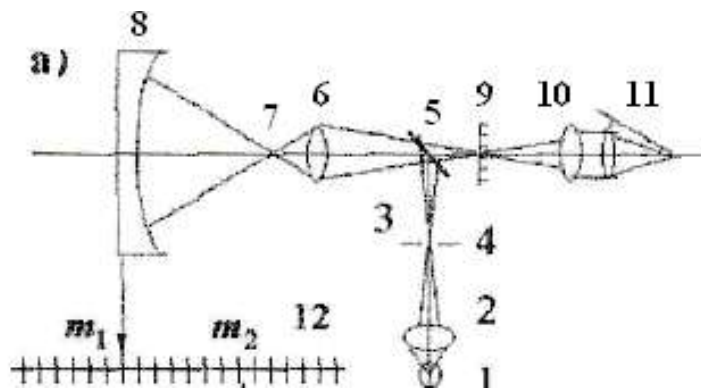


Рис.2.5. Схематичне представлення автоколлімаційного мікроскопа [37]:
 1 – лампа, 2 – конденсор, 3 – тест-об'єкт, 4 – діафрагма, 5 – світлороздільник,
 6 – об'єтив автоколлімаційного мікроскопа, 7 – робоча точка автоколлімаційного
 мікроскопа, 8 – об'єкт із вимірюваною сферичною поверхнею,
 9 – автоколлімаційне зображення тест-об'єкта, 10 – окуляр, 11 – приймач
 зображення, 12 – відліковий пристрій для визначення координат взаємного
 розташування об'єкту та мікроскопа.

Для визначення радіуса кривизни наводять автоколлімаційний мікроскоп послідовно на центр кривизни вимірюваної оптичної поверхні, а потім на вершину цієї поверхні. Для цього сполучають робочу точку 7 автоколлімаційного мікроскопа із центром кривизни, одержуючи відлік поздовжнього положення мікроскопа m_1 , а потім із точкою на вершині поверхні, одержуючи відлік поздовжнього положення мікроскопа m_2 . Величину радіуса кривизни визначають за наступним виразом $R = m_1 - m_2$ [37].

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

В даному бакалаврському проекті запропоновано використання чотирьох типів світлодіодів, що дадуть змогу проводити дослідження на різних шарах шкіри. На основі цього запропоновано структурно-функціональну схему роботи дерматоскопу, за якою здійснено вибір основних покупних елементів. Проведено розрахунки оптичної та електричної схем, та запропоновано конструкції, що забезпечує нововведення.

В технологічному розділі проведено розрахунки розробленої конструкції на технологічність, загальний показник якої становить 0,506 та вказує на добру технологічність. Крім того, розраховано геометричну точність складання для встановлення поляризатору. Розроблено технологічну схему складання та структурного складу, за якими розроблено маршрутні карти.

Запропоновано методику перевірки радіусів кривизни оптичних деталей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Иванов О.Л. Кожные и венерические болезни / О.Л. Иванов. – Москва: Шико, 2006. – 219 с.
2. Скрипкин Ю.К. Кожные и венерические болезни: руководство для врачей и студентов медицинских вузов / Ю.К. Скрипкин. — М.: Триада-фарм, 2001. — 656 с.
3. Помаранська Н.Є. Основи анатомії голови: посібник. [Електронний ресурс]: - Рівне, 2014. – с.25. – Режим доступу: http://rpl.ucoz.com/Navchannay/anatomija_posibnik_1.pdf.
4. Mihm M. C. The Structure of normal skin and the morphology of atopic eczema / M. C. Mihm, N. A. Soter, M.D. H. F. Dvorak, K.F. Auste // THE JOURNAL OF INVESTIGATIVE DERMATOLOGY.– no. 67. – 1976.– Pp.305-312.
5. Дудченко М.О. Шкірні та венеричні хвороби. [Електронний ресурс]: підручник для студентів вищих медичних закладів / М.О. Дудченко та ін.. – 5.66 МВ. – Полтава-Київ, 2003. – с.234. – Режим доступу: http://www.umsa.edu.ua/lecture/dermatology/kozhven_pidruchn.pdf
6. Базальна карцинома. – режим доступу: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/basal-cell-carcinoma/symptoms-causes/syc-20354187>
7. Новосельцев И.В. Система первичной диагностики меланомы кожи / И.В. Новосельцев, Н.Г. Аксак // БИОНИКА ИНТЕЛЛЕКТА. – № 3 (74). – 2010. – С.94–98.
8. Люцко В.В. Биопсия кожи в дерматологи / В.В. Люцко // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – № 4. – 2015. – С.45-55.
9. Сафанков В.И. Методі неінвазивної діагностики базально-клітинного рака кожи / В.И. Сафанков // ДЕРМАТОЛОГІЯ ТА ВЕНЕРОЛОГІЯ —№ 4 (58) — 2012. – с.28 – 33.

10. Зубейко К.А. Ультразвуковое исследование кожи (обзор литературы) / К.А. Зубейко, М.В. Курлович, М. В. Смысленова, Е. Г. Привалова // Радиология-практика 2014. – №6 (48). – с.40 – 49.
11. Фролова И.Г. Возможности ультразвукового метода в диагностике саркомы мягких тканей (обзор литературы) / И.Г. Фролова, О.В. Котова, Ю.И. Тюкалов, С.А. Величко, Е.Е. Боберъ, Ж.А. Старцева, А.И. Коновалов, А.В. Богоутдинова // СИБИРСКИЙ ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ. – № 3. – 2015. – С. 82–89.
12. Мустафин Т.Н. Измерительные устройства для оценки физических свойств кожного покрова человека / Т.Н. Мустафин, В.Г. Гусев // Вестник УГАТУ.– Т.13, №1. – 2009. – С.187 – 192.
13. Макаренко Л.А. Неинвазивная диагностика в дерматологии / Л.А. Макаренко // ЖУРНАЛ КОЖНЫХ И ВЕНЕРИЧЕСКИХ БОЛЕЗНЕЙ. - №2. – С.40-45.
14. Ультразвуковое высокочастотное исследование кожи. – Режим доступа: <http://www.consilium.ru/instru/1426.pdf>
15. Practical Dermoscopy – Part 1 <https://nextstepsinderm.com/derm-topics/practical-dermoscopy-part-1/>
16. Patent USA 7,167,244 DERMOSCOPY EPILUMINESCENCE DEVICE EMPLOYING MULTIPLE COLOR ILLUMINATION SOURCES A61B 5/00. Jan. 23, 2007 Nizar A. Mullani.
17. Nirmal B. Dermoscopy: Physics and Principles / B. Nirmal // Indian Journal of Dermatopathology and Diagnostic Dermatology. – no.2(4). – 2017. – Pp.27-30.
18. Gewirtzman A. J. An evaluation of dermoscopy fluids and application techniques / A. J. Gewirtzman, J.-H. Saurat, R. P. Braun // British Journal of Dermatology. – no.149(1). – 2003. – Pp. 59–63.
19. Dhawan A. P. Multispectral Optical Imaging of Skin-Lesions for Detection of Malignant Melanomas / A. P. Dhawan, B. D'Alessandro, S. Patwardhan, N. Mullani //

in procc. 31st Annual International Conference of the IEEE EMBS Minneapolis, Minnesota. – 2009. – Pp. 5352 – 5355.

20. Non-contact dermatoscope for detection and examination of suspicious skin lesions. – Режим доступу: [https://www.hot.uni-](https://www.hot.uni-hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/forschungsprojekte-detailansicht/?tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5BresearchProject%5D=4&tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5Baction%5D=show&tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5Bcontroller%5D=ResearchProject&cHash=16769ed014879d38988c5c2776e99f1a)

[hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/forschungsprojekte-detailansicht/?tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5BresearchProject%5D=4&tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5Baction%5D=show&tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5Bcontroller%5D=ResearchProject&cHash=16769ed014879d38988c5c2776e99f1a](https://www.hot.uni-hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/forschungsprojekte-detailansicht/?tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5BresearchProject%5D=4&tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5Baction%5D=show&tx_t3luhresprojects_t3luhresprojectlist%5Bcontroller%5D=ResearchProject&cHash=16769ed014879d38988c5c2776e99f1a)

21. Патент RU 2 459 572 C1 Дерматоскоп 27.08.2012 Bull. 24 17.03.2011 A61B 5/00 В.Ю. Сергеев

22. Patent USA 5,146,923 APPARATUS AND METHOD FOR SKIN LESION EXAMINATION A61B 5/00. Sep. 15, 1992 Atam P. Dhawan

23. Patent US 2005/0154382 A1 Jul. 14, 2005 DERMATOLOGICAL TREATMENT WITH VISUALIZATION Gregory B. Altshuler, Liam O'Shea, Oldrich M. Laznicka JR.

24. Patent US 2008/0186591 A1 Aug. 7, 2008 DERMATOLOGICAL DEVICE HAVING A ZOOM LENS SYSTEM Gregory B. Altshuler, Andrei Erofeev, ikhail Smirnov

25. Дерматоскоп DermoDOC <http://www.dermamedicalsystems.com/>

26. Дерматоскоп HEINE DELTA <http://heine.com.ua/data/uploads/dermatoskop.pdf>

27. Дерматоскоп <https://dermlite.com/>

28. LED - <https://www.superbrightleds.com/moreinfo/through-hole/5mm-blue-led-15-degree-viewing-angle-5500-mcd/269/1196/>

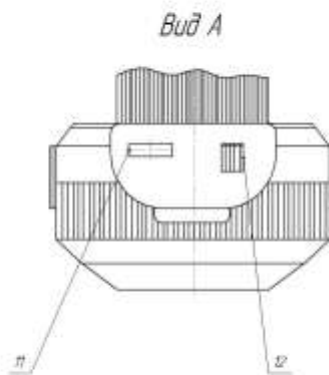
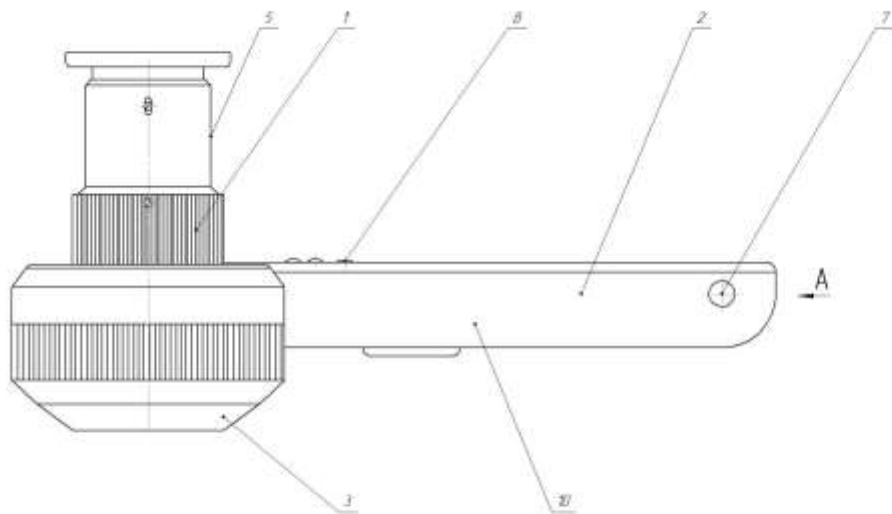
29. Індикаторні <https://asenergi.com/catalog/svetodiody-dip/svetodiod-kruglyy-5-mm.html>

30. USB-порт. – Режим доступу: https://www.rcscomponents.kiev.ua/product/usba-1j-klsl-181a-w_63041.html
31. Батарея. – Режим доступу: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/home.do>
32. Chipdip Електронные компоненты. – Режим доступу: <https://www.chipdip.ru/>
33. Резистори <http://controller.in.ua/elektronnyye-komponenty/rezistory/>
34. Дубовик А.С. Прикладная оптика / А.С. Дубовик, М.И. Апенко, Г.В. Дурейко и др. – М.: Недра, 1982. – 612 с.
35. Програмне забезпечення АСОК. О.М. Сокурєнко, В.М. Сокурєнко. – 2011.
36. Румбешта В. О. Основи технології складання приладів / Валентин Олександрович Румбешта. – Київ: ІСДО, 1993. – 60-61 с.
37. В.К.Кирилловский. Оптические измерения. Ч.1. – С.-Петербург, 2002.
38. Тимчик Г.С., Філіппова М.В., Маркін М.О. Технологія оптичного виробництва. Навчальний посібник для студентів ВНЗ / Під заг. ред. Г. С. Тимчика – К.: НТУУ "КПІ", 2016. - 168 с.

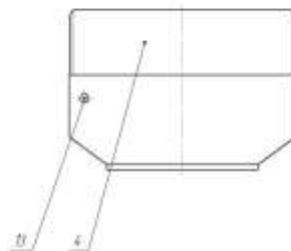
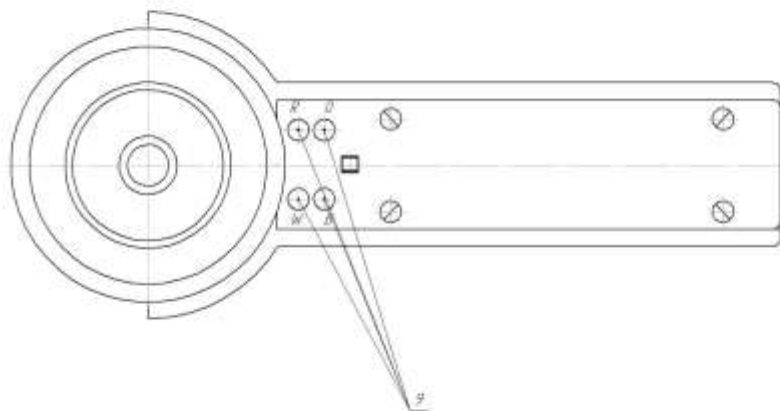
ДОДАТОК А. ГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



				ДП.ПБ-351.1702.001.СХ				
№ п/п	№ документації	№ сторінки	№ версії	Класифікація методів дослідження морфологічної шкіри		Лист	Місце	Рік
1	2	3	4			5	6	7
						ІБФ		
						ІІТ Інститут Співробітників		



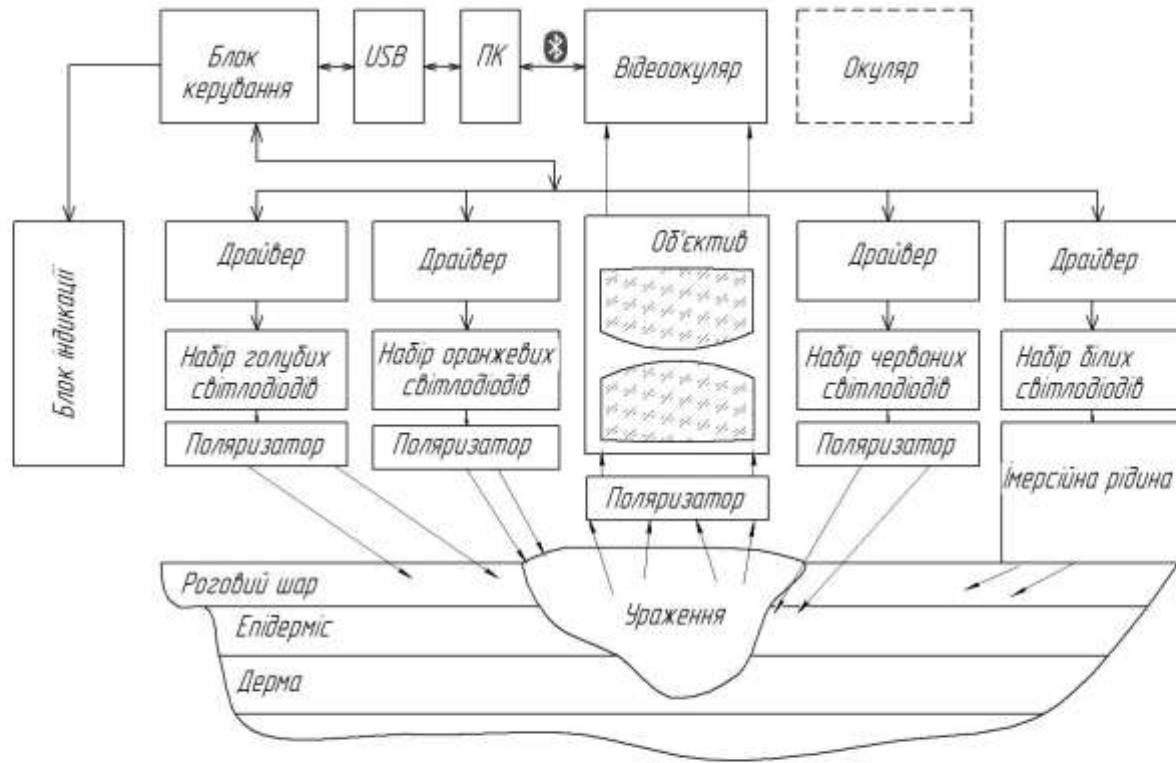
- 1 Глубина
- 2 Рукоятка
- 3 Высота для крепления в перфорированном слоте
- 4 Высота для крепления в слоте слота
- 5 Отверстие
- 6 Диаметр для крепления в перфорации
- 7 Высота
- 8 Диаметр
- 9 Диаметр слота
- 10 Диаметр резьбы
- 11 Шаг резьбы
- 12 Вид для резьбы
- 13 Вид для перфорации



Технические характеристики дерматоскопа

Параметр	Значение
Высота для крепления в перфорации	21
Диаметр для перфорации	16
Диаметр перфорации	
Глубина перфорации мм	4,70
Диаметр перфорации мм	6,00
Высота перфорации мм	6,25
Высота перфорации мм	
Высота мм	5
Материал	
Корпус	Al-Pol
Габариты	
Высота, мм	40x70x125
Вес гр	250

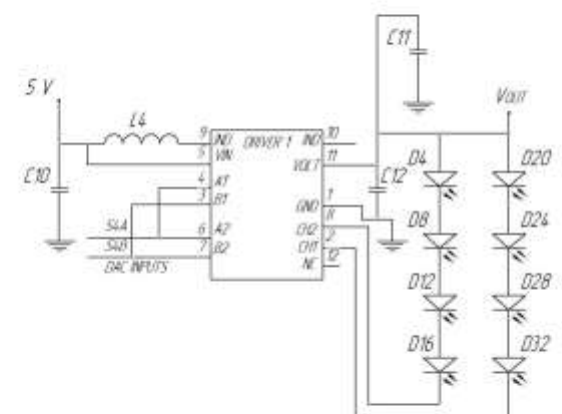
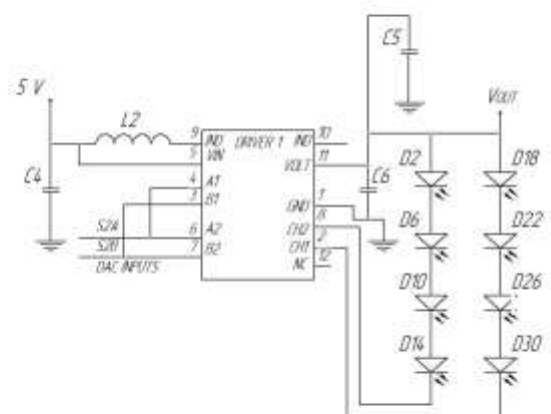
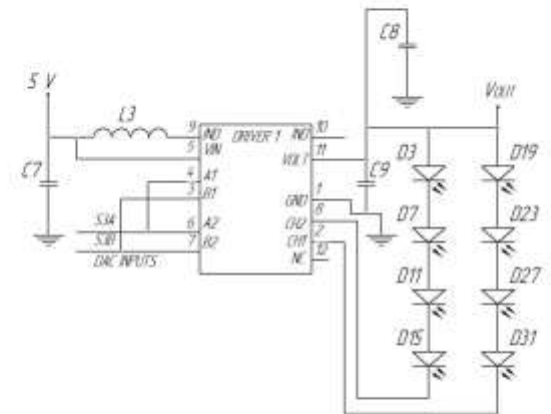
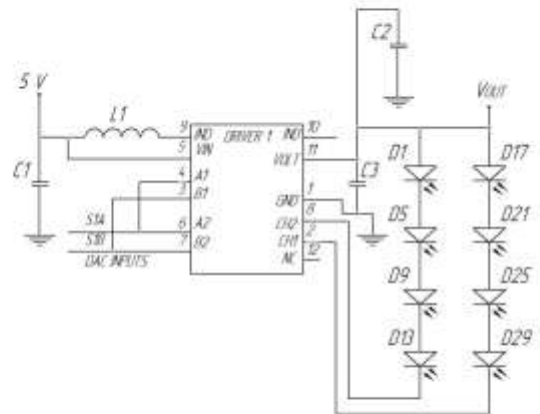
ДП-ПБ-51.1702.002		21	
Дерматоскоп		21	
защитный вид		21	
180		180	
180		180	



- 1 Джерело живлення на схемі не показано
- 2 Може використовуватись відеоокуляр або окуляр

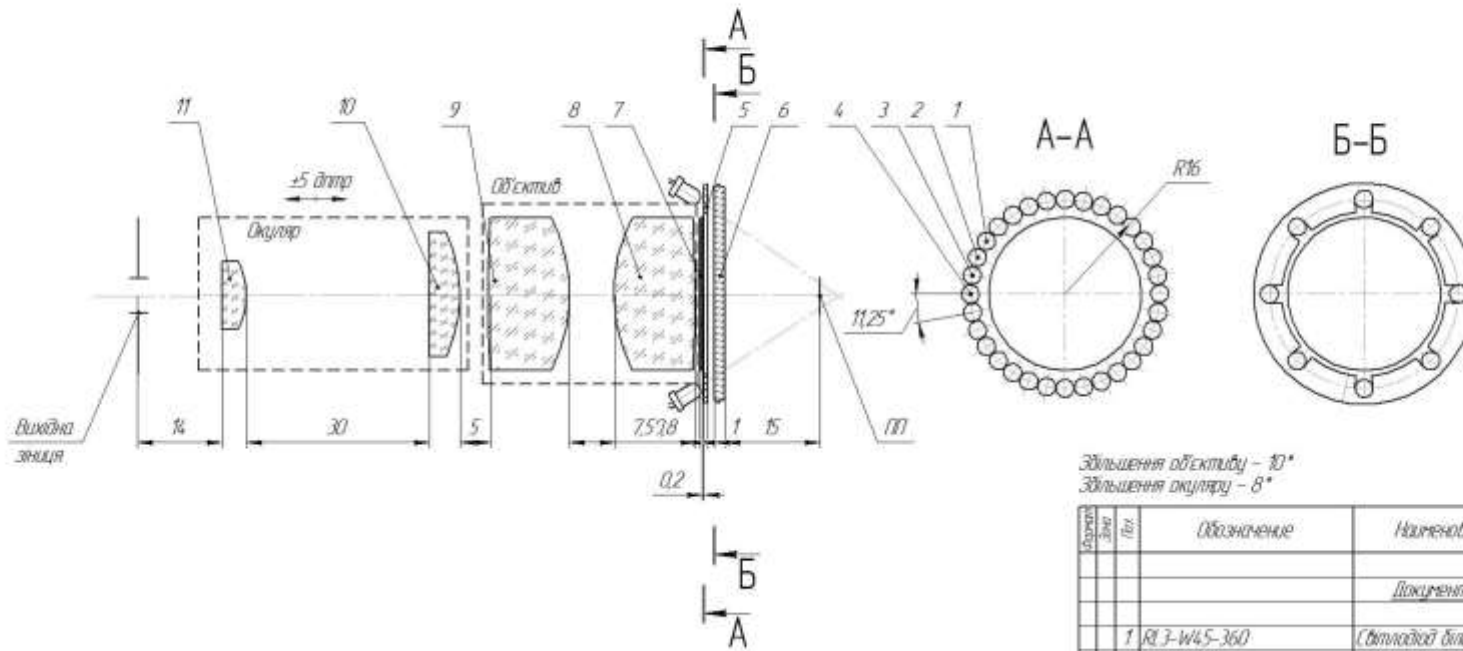
					ДП-ПБ-з52.1702.003.СХ		
№ п/п	№ документації	№ документації	№ документації	№ документації	Вид	Місце	Рік випуску
1	Акт	Акт	Акт	Акт			11
					Дерматоскоп		
					структурно-функціональна		
					схема		
					ІБФ		
					ІП в. Назар Сидоренко		
					Формат А2		

Лист № 1
Лист № 2
Лист № 3
Лист № 4
Лист № 5
Лист № 6
Лист № 7
Лист № 8
Лист № 9
Лист № 10
Лист № 11
Лист № 12
Лист № 13
Лист № 14
Лист № 15
Лист № 16
Лист № 17
Лист № 18
Лист № 19
Лист № 20
Лист № 21
Лист № 22
Лист № 23
Лист № 24
Лист № 25
Лист № 26
Лист № 27
Лист № 28
Лист № 29
Лист № 30
Лист № 31
Лист № 32
Лист № 33
Лист № 34
Лист № 35
Лист № 36
Лист № 37
Лист № 38
Лист № 39
Лист № 40
Лист № 41
Лист № 42
Лист № 43
Лист № 44
Лист № 45
Лист № 46
Лист № 47
Лист № 48
Лист № 49
Лист № 50



		ДП-16-251.1702 004 СК	
Исполн.	М.Иванов	Исполн.	Система разработки
Провер.	В.Иванов	Провер.	Схема электричная
Создан	18.08.2011	Лист	11
Изменен		Всего листов	1
Утвержден		ИЗМ.	18.08.2011
Дата		ИЗМ.	18.08.2011

ХС500 200119F-9U-110



Збільшення об'єктиву - 10*
Збільшення окуляру - 8*

Поз.	Назва	Позначення	С1	Г	С1	СГ
1	Об'єктив	ДП116-3511702.005.081	546 нм	20 мм	-15,45 мм	15,54 мм
2	Окуляр	ДП116-3511702.005.082	546 нм	27 мм	-23 мм	22,9 мм

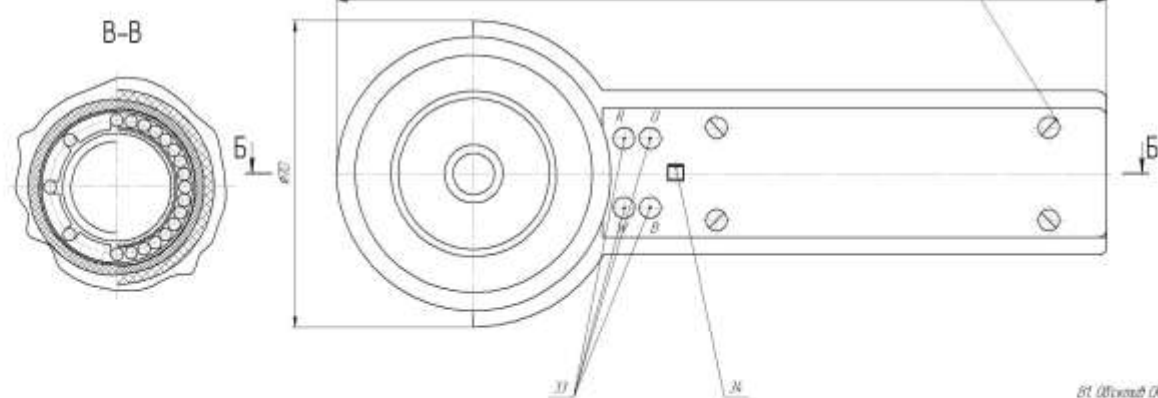
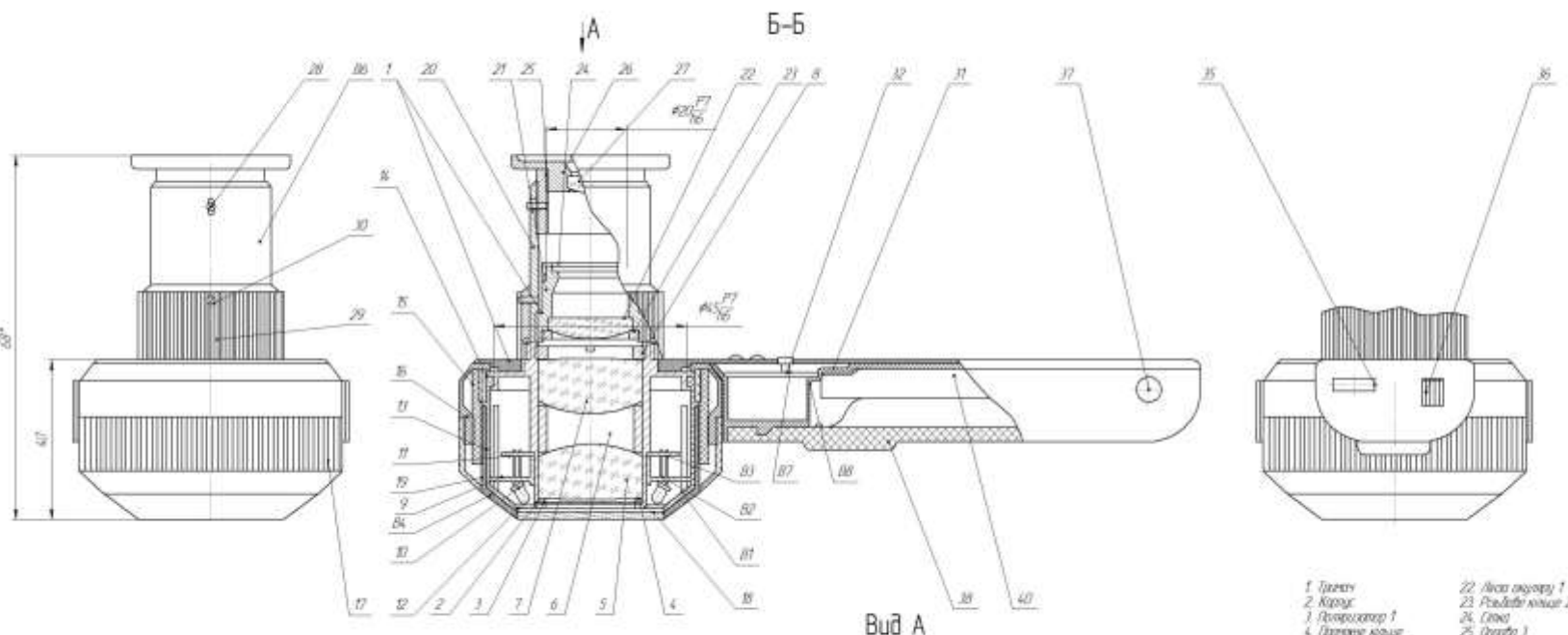
Код	Діаметр	Поз.	Обозначення	Наименование	Ш	Примечание
Документация						
		1	Я 3-W45-360	Стеклоподвілки	4	
		2	Я 3-R012	Стеклоподвілки	4	
		3	Я 3-03214	Стеклоподвілки	4	
		4	Я 3-B5515	Стеклоподвілки	4	
		4	ДП116-3511702.005.005	Поліризатор 1	1	
		4	ДП116-3511702.005.006	Закриття скла	1	
		4	ДП116-3511702.005.007	Поліризатор 2	1	
		4	ДП116-3511702.005.008	Лінза об'єктиву 1	1	
		4	ДП116-3511702.005.009	Лінза об'єктиву 2	1	
		4	ДП116-3511702.005.010	Лінза окуляру 1	1	
		4	ДП116-3511702.005.011	Лінза окуляру 2	1	

ДП-ПБ-3511702 005СХ

Діаметр	№ документа	Таблиця	Діаметр	Діаметр	Маса	Розмір
110 мм	Акусто 8/71					21
110 мм	Безпечка 102					
110 мм						
110 мм						
110 мм						

Дерматоскоп
схема оптична

ПБФ
АТЗ Інструменти (Україна)
Фабрика АЗ



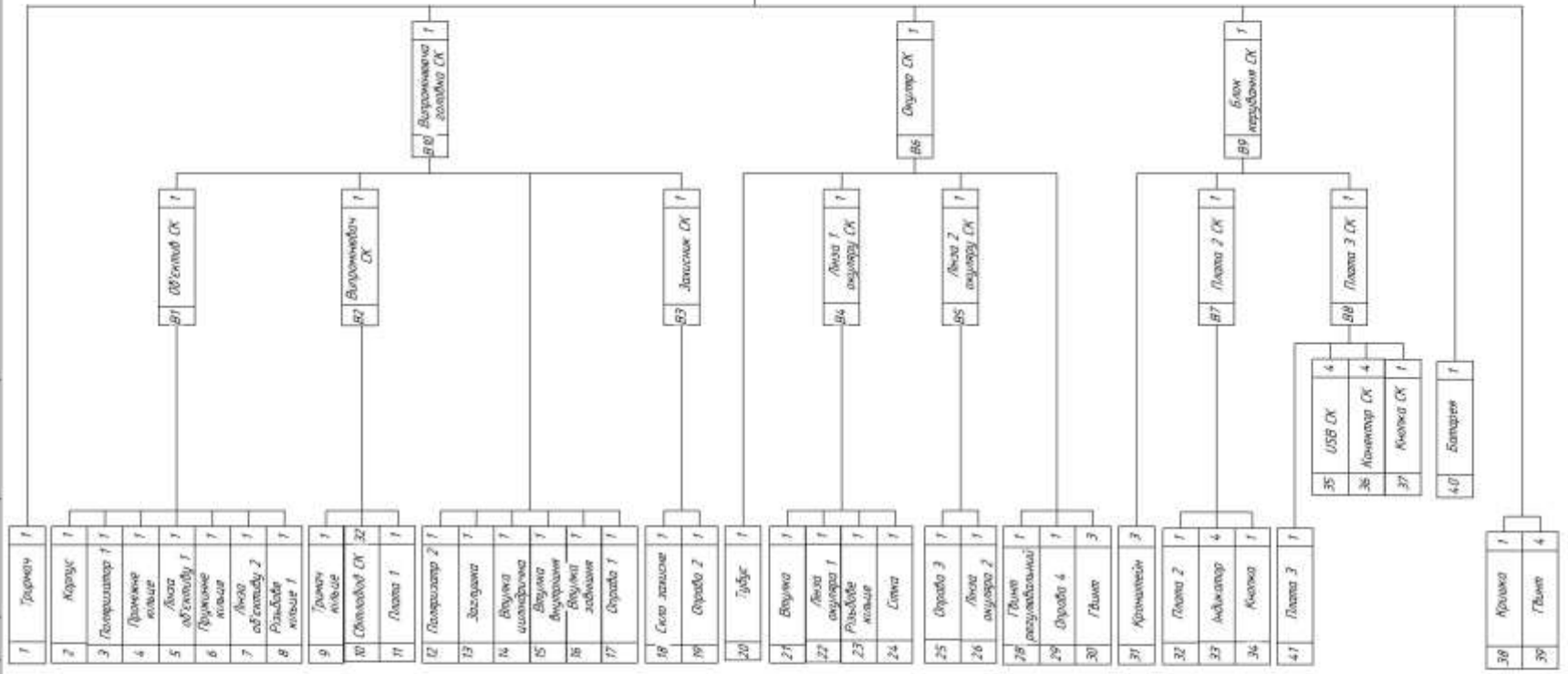
- 1. Зеркало
- 2. Корпус
- 3. Держатель 1
- 4. Промежуточный
- 5. Линза объектива 1
- 6. Промежуточный
- 7. Линза объектива 2
- 8. Рамочка линзы 1
- 9. Кольцо-держатель
- 10. Стекло
- 11. Лампа 1
- 12. Держатель 2
- 13. Держатель
- 14. Втулка соединительная
- 15. Втулка фиксационная
- 16. Втулка резьбовая
- 17. Опора 1
- 18. Скоба зажимная
- 19. Опора 2
- 20. Трубка
- 21. Втулка
- 22. Линза окуляра 1
- 23. Рамочка линзы 2
- 24. Скоба
- 25. Опора 3
- 26. Опора 4
- 27. Линза окуляра 2
- 28. Штатив регулировочный
- 29. Опора 5
- 30. Диск
- 31. Крепежный
- 32. Лампа 2
- 33. Индикатор
- 34. Кнопка
- 35. ISO OK
- 36. Кнопка OK
- 37. Кнопка
- 38. Кнопка
- 39. Диск
- 40. Батарейка
- 41. Лампа 3 (не показана)
- 42. Турелик нажимной (не показан)

1 - Высота для дублирования
 2 - Высота: высота (показатель) ПЭ-67
 3 - Контрольный элемент (К) при сборке

- В1. Объектив ОК
- В2. Вращатель ОК
- В3. Зеркало ОК
- В4. Линза окуляра 1 ОК
- В5. Линза окуляра 2 ОК
- В6. Опора ОК
- В7. Лампа 2 ОК
- В8. Скоба регулирующая ОК

ДП-ПБ-251.1702.006 ОК			
Дерматоскоп			
Складочное крепление			
№	Исполнение	№	Исполнение
1		1	
ИЗР			
ИЗР			

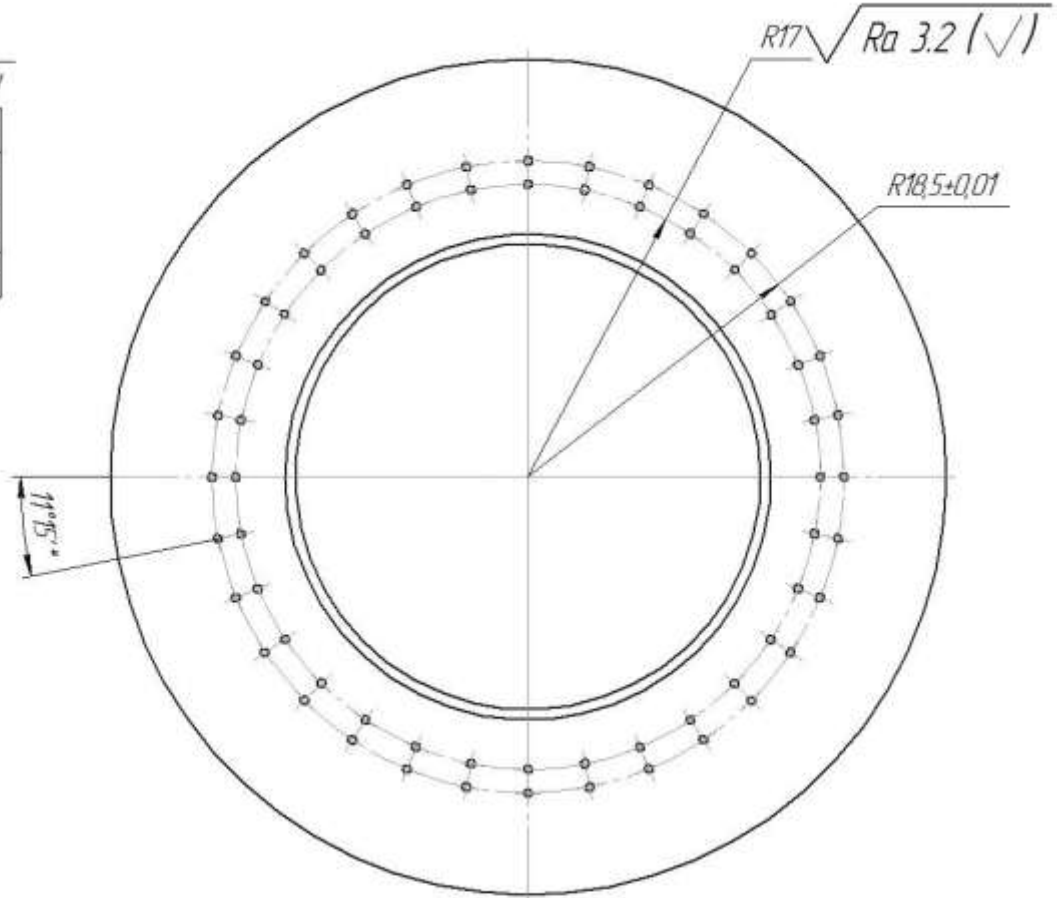
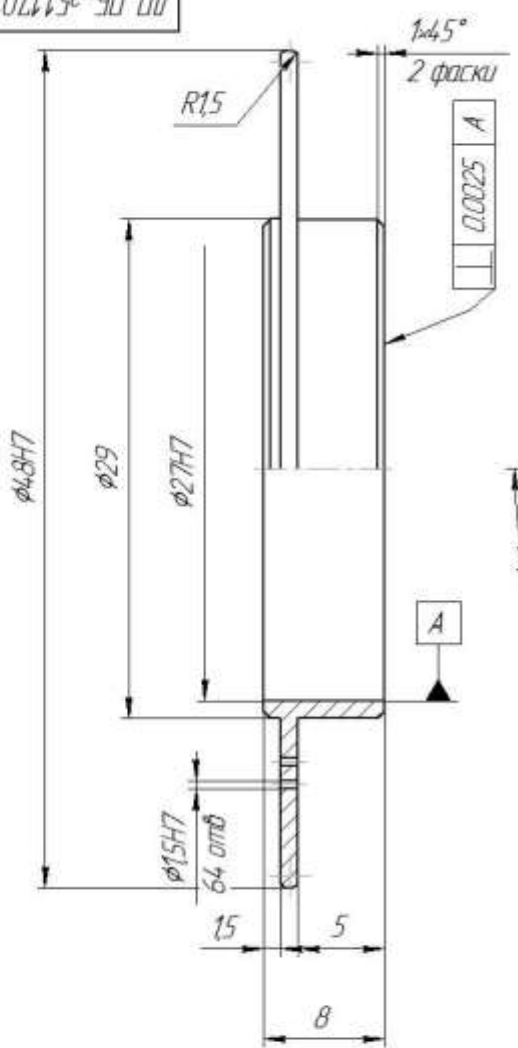
Детализация



ДП-ПБ-551.1702.007 СК		№ 11
Схема структурного склада		1
ИЗД. № 1		1
ИЗД. № 2		1
ИЗД. № 3		1
ИЗД. № 4		1
ИЗД. № 5		1
ИЗД. № 6		1
ИЗД. № 7		1
ИЗД. № 8		1
ИЗД. № 9		1
ИЗД. № 10		1
ИЗД. № 11		1
ИЗД. № 12		1
ИЗД. № 13		1
ИЗД. № 14		1
ИЗД. № 15		1
ИЗД. № 16		1
ИЗД. № 17		1
ИЗД. № 18		1
ИЗД. № 19		1
ИЗД. № 20		1
ИЗД. № 21		1
ИЗД. № 22		1
ИЗД. № 23		1
ИЗД. № 24		1
ИЗД. № 25		1
ИЗД. № 26		1
ИЗД. № 27		1
ИЗД. № 28		1
ИЗД. № 29		1
ИЗД. № 30		1
ИЗД. № 31		1
ИЗД. № 32		1
ИЗД. № 33		1
ИЗД. № 34		1
ИЗД. № 35		1
ИЗД. № 36		1
ИЗД. № 37		1
ИЗД. № 38		1
ИЗД. № 39		1
ИЗД. № 40		1
ИЗД. № 41		1

ДП-ПБ-3511702 006.009

Листів у складі: 1
 Сторінок: 1
 Назва: Кільце-тримач
 Матеріал: Сталь 12Х18Н10Т
 Маса: 0,0025 кг
 Форма: А

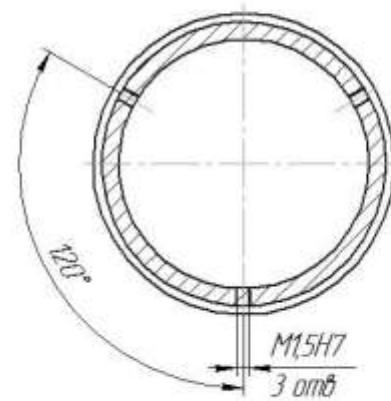
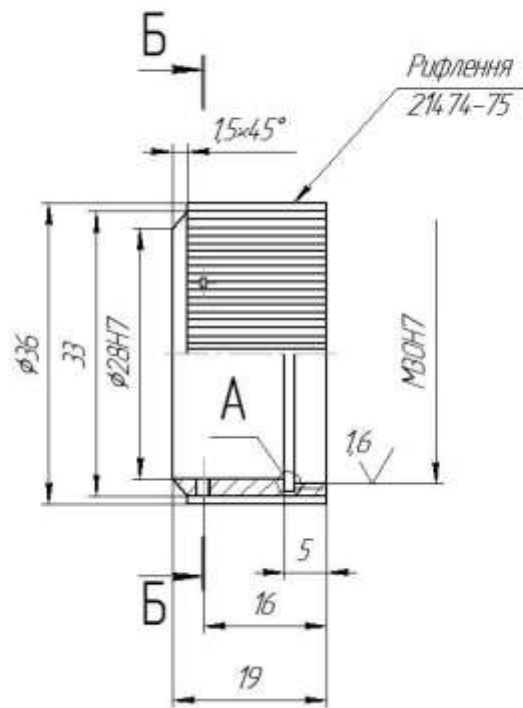


- *Разміри для довідок
- Невказані граничні відхилення розмірів H12, h12, IT12/2.
- Гострі кромки притупити.

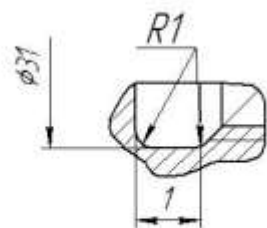
ДП-ПБ-3511702 006.009				Лист	Маса	Масштаб
Имя Лист	№ докум	Проб	Дата			4:1
Разработ	Кирило КВ					
Проб	Белугла НВ					
Т.контр.						
Начерт						
Чит						
Кільце-тримач				Лист	Листів	1
Д16 ГОСТ 4784-97				ПБФ		
Копиробот				КП ім Ігоря Сікарського		
				Формат А3		

ДП-ПБ-3511702 006.029

$\sqrt{Ra3.2}$ (\checkmark)



A (10:1)



1. *Розміри для довідок
2. Невказані граничні відхилення розмірів H12, h12, IT12/2.
3. Гострі кромки притупити.
4. Покриття Ан Окс Чорн

				ДП-ПБ-3511702 006.029		
				Оправа		
				Лист		
				Маса		
				Масштаб		
				21		
				Лист		
				Листов		
				1		
				ПБФ		
				КПІ ім. Ізоря Сікарського		
				Формат А3		
				Сталь 15 ГОСТ 1050-88		
				Копирабат		

Лист 1 з 1

Сталь 15

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

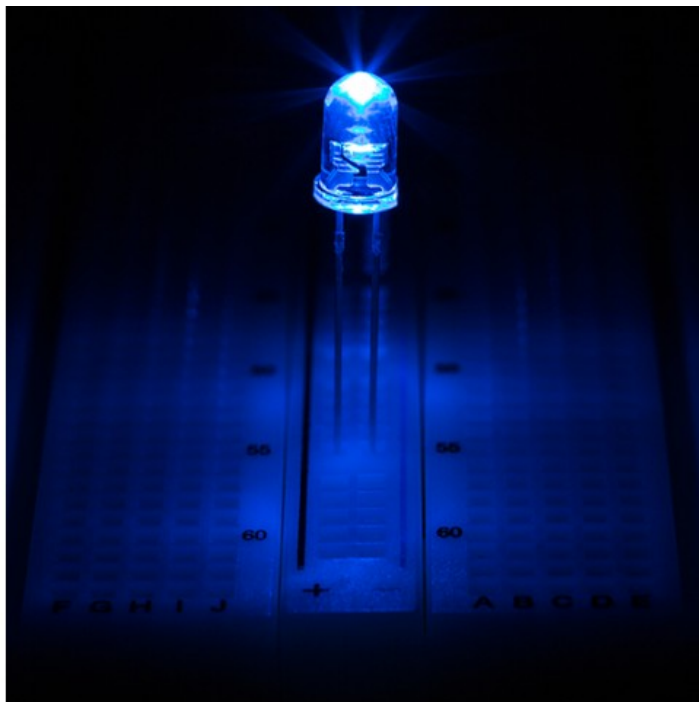
Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

**ДОДАТОК Б. ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ
СВІТЛОДІОДІВ**

5mm Blue LED - 470 nm - T1 3/4 LED w/ 15 Degree Viewing Angle

Part Number: RL5-B5515



Specifications

Continuous Forward Current	20 mA
Dimensions	View Dimensional Drawings
Forward Voltage	3.5V
LED Color	Blue
LED Package	5 mm (T-1 3/4)
Lens	Clear
Lumen	0.3 Lumen
Maximum Forward Voltage	4V
Millicandela	5500mcd
Operating Temperature	-40~+85 °C (-40~+185 °F)
Peak Forward Current	50mA
Power Dissipation	120mW
Reverse Current	10μA
Reverse Voltage	5V
Storage Temperature	-40~+85 °C
Total Power Consumption	0.07 Watts
Tube Diameter	T1-3/4
Viewing Angle	15 degree
Wavelength	470 nm

Package Weight: 0.01oz (0kg)



Top

Package Dimensions: 0.39" (1cm) x 0.24" (1cm) x 0.24" (1cm)

Part Number: RL5-B5515

Super-Blue LED (InGaN)

absolute maximum ratings: (TA=25°C)

PARAMETER	SYMBOL	Rating	UNIT
Power Dissipation	P_D	120	mW
Continuous Forward Current	I_F	20	mA
Peak Forward Current (1/10th duty cycle, 0.1ms pulse width)	I_{FM}	50	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Operating Temperature	T_A	-40~+85	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-40~+85	°C
Reverse Current (VR=5V)	I_R	10	µa

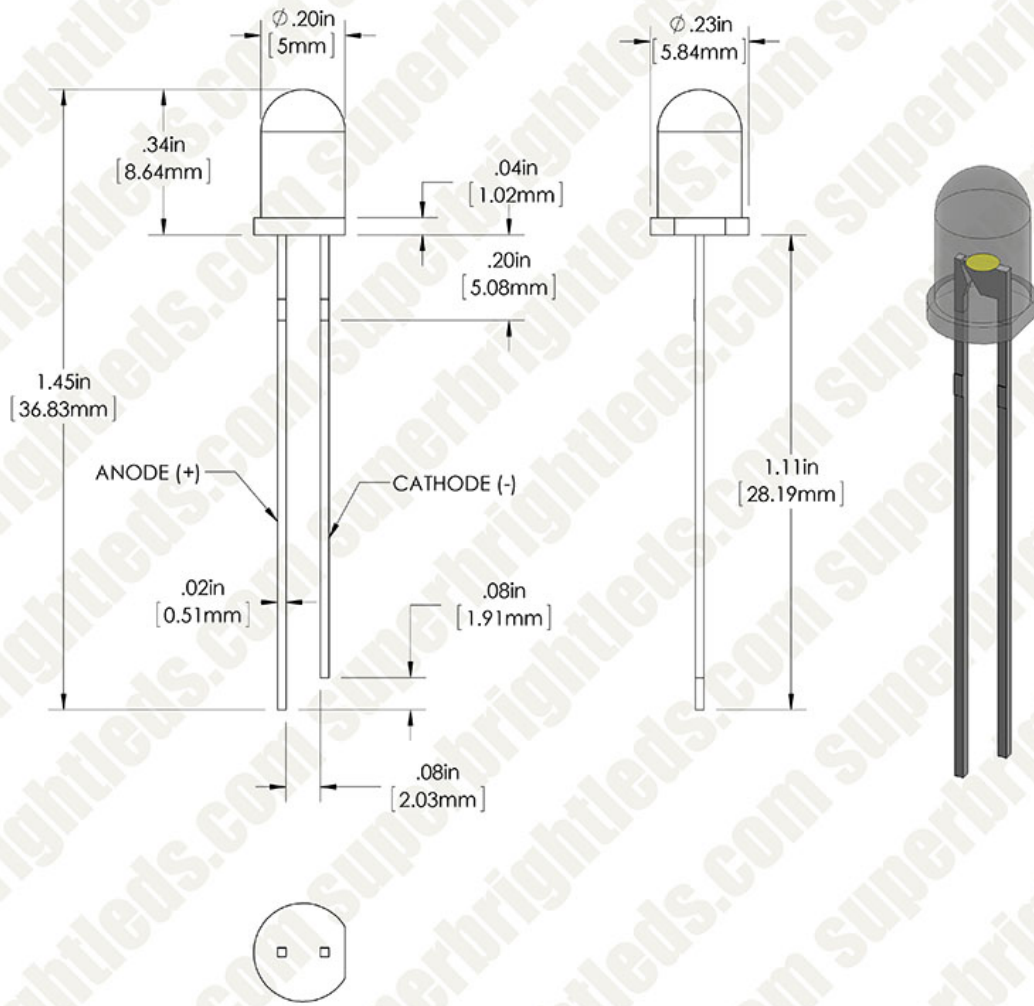
Lead Soldering Temperature (3mm from body) 260C (for 3 seconds)

Optoelectric Characteristics

PARAMETER	SYMBOL	MAX	TYP	UNIT	TEST
View Angle of Half Power	$2\theta^{1/2}$	--	15	Degree	--
Forward Voltage	V_F	4	3.5	V	$I_F=20mA$
Dominant Emission Wavelength	λ_D	--	467	nm	$I_F=20mA$
Full Width at Half Max	FWHM	--	25.46	nm	$I_F=20mA$
Luminous Intensity	I_V	--	5500	mcd	$I_F=20mA$



RL5-B5515 - 5mm Blue LED

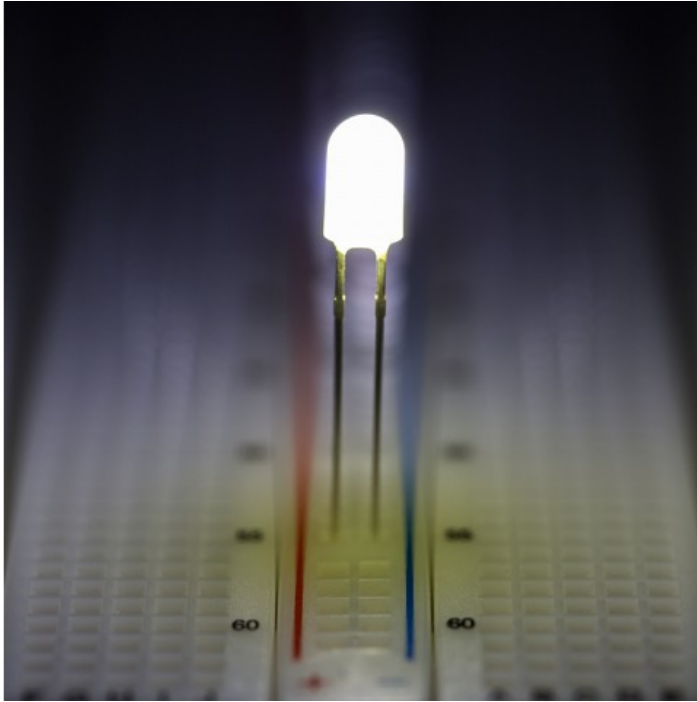


5mm Blue LED



5mm Cool White Through Hole LED - 7350K - T1 3/4 LED w/ 360 Degree Viewing Angle

Part Number: RL5-W45-360



Specifications

Color Temperature	7350 K
Continuous Forward Current	20 mA
Dimensions	View Dimensional Drawings
Forward Voltage	3.2V
LED Color	Cool 7350K
LED Package	5 mm (T-1 3/4)
Lens	Diffused
Lumen	4.5 Lumen
Maximum Forward Voltage	3.3V
Millicandela	400mcd
Operating Temperature	-20~+80 °C (-4~+176 °F)
Reverse Current	100mA
Reverse Voltage	5V
Storage Temperature	-30~+100 °C
Total Power Consumption	0.064 Watts
Tube Diameter	T1-3/4
Viewing Angle	360 degree
Package Weight:	0.01oz (0kg)
Package Dimensions:	0.39" (1cm) x 0.24" (1cm) x 0.24" (1cm)



Top

Part Number: RL5-W45-360

Super-White LED (GaN/InGaN)
with phosphorescent coating for 360 degree emission

absolute maximum ratings: (TA=25°C)

PARAMETER	Rating	Rating	UNIT
Continuous Forward Current	I _F	20	mA
Forward Current (1/10th duty cycle, 0.1ms pulse width)	I _{FM}	100	mA
Reverse Voltage	V _R	5	V
Operating Temperature	T _A	-20~+80	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-30~+100	°C
Reverse Current (VR=5V)	I _R	100	µa

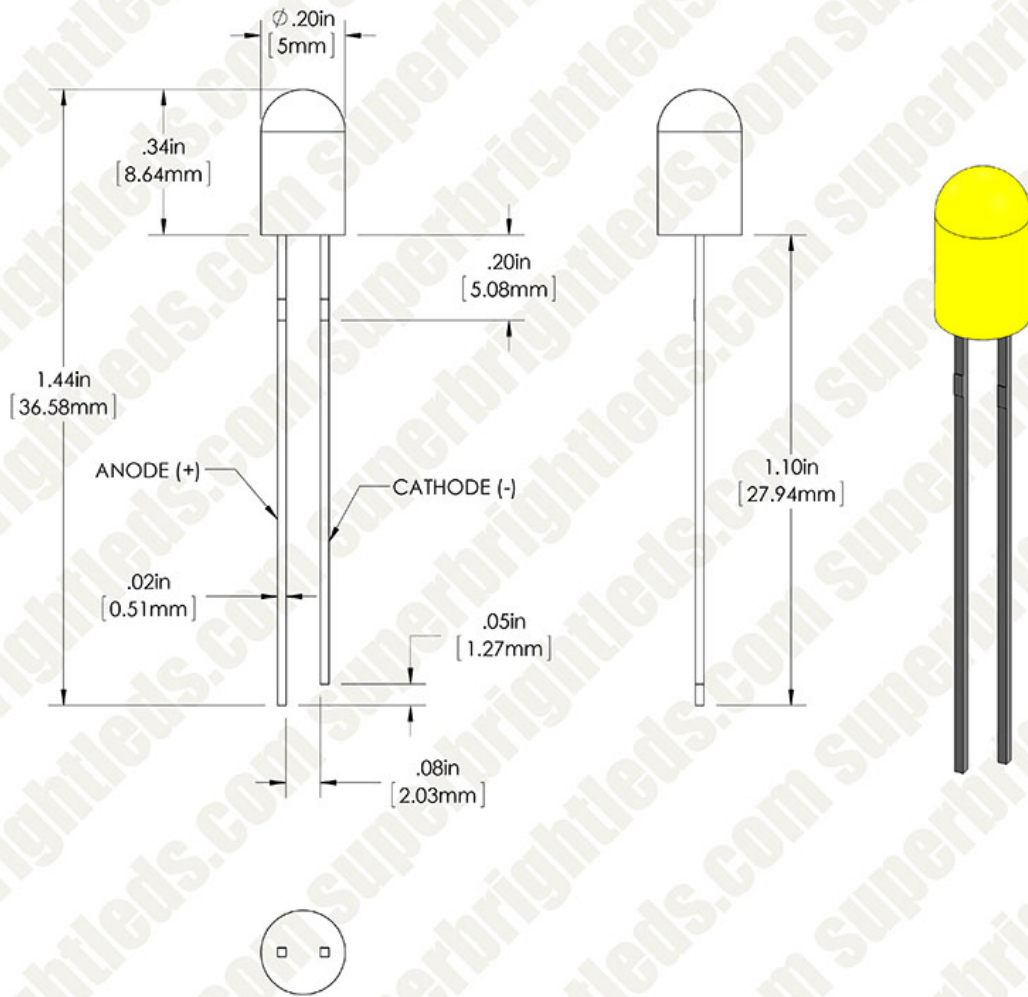
Lead Soldering Temperature (3mm from body) 260C (for 3 seconds)

Optoelectric Characteristics

PARAMETER	SYMBOL	Max	Typ	Unit	Test
View Angle	2ø1/2	--	360	Degree	--
Forward Voltage	V _F	3.3	3.2	V	I _F =20mA
Peak Emission Wavelength	λ _P	--	x=.33;y=.35	nm	--
Luminous Flux	IV	--	4500	mlm	I _F =20mA
Correlated Color Temperature	K	--	5470	Kelvin	I _F =20mA



RL5-W45-360 - 5mm White LED (360 degree)

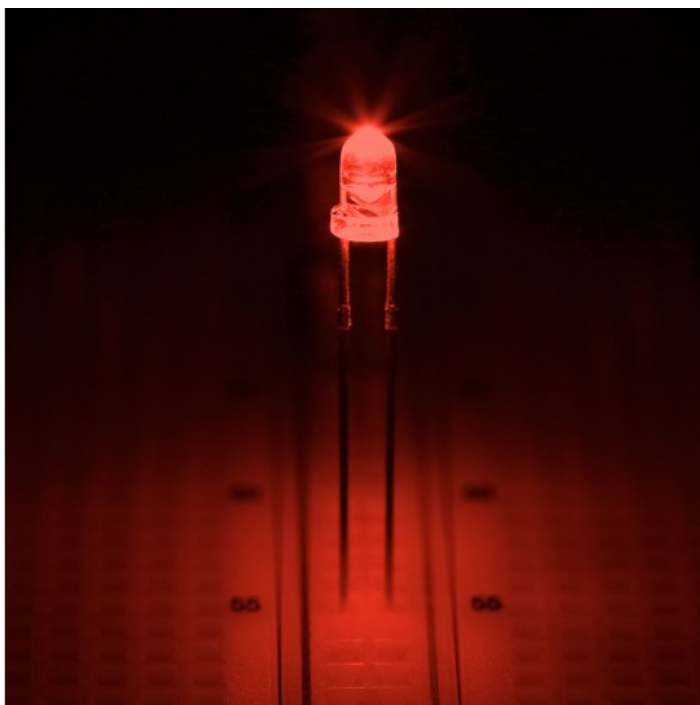


5mm White LED (360 degree)



3mm Orange LED - 605 nm - 14 Degree Viewing Angle

Part Number: RL3-O3214



Specifications

Continuous Forward Current	20 mA
Forward Voltage	2.2V
LED Color	Orange
LED Package	3 mm (T-1)
Lens	Clear
Lumen	0.15 Lumen
Maximum Forward Voltage	2.7V
Millicandela	3200mcd
Operating Temperature	-40~+85 °C (-40~+185 °F)
Peak Forward Current	50mA
Power Dissipation	100mW
Reverse Current	10µA
Reverse Voltage	5V
Storage Temperature	-40~+85 °C
Total Power Consumption	0.04 Watts
Tube Diameter	T-1
Viewing Angle	14 degree
Wavelength	605 nm

Package Weight: 0.01oz (0kg)



Top

Package Dimensions: 0.24" (1cm) x 0.16" (0cm) x 0.16" (0cm)

Part Number: RL3-O3214

Super-Orange LED (GaN)
Chip Manufacturer: TEKCORE

absolute maximum ratings: (TA=25°C)

PARAMETER	SYMBOL	Rating	UNIT
Power Dissipation	P _D	100	mW
Continuous Forward Current	I _F	20	mA
Peak Forward Current (1/10th duty cycle, 0.1ms pulse width)	I _{FM}	50	mA
Reverse Voltage	V _R	5	V
Operating Temperature	T _A	-40~+85	°C
Storage Temperature	T _{stg}	-40~+85	°C
Reverse Current (VR=5V)	I _R	10	µa

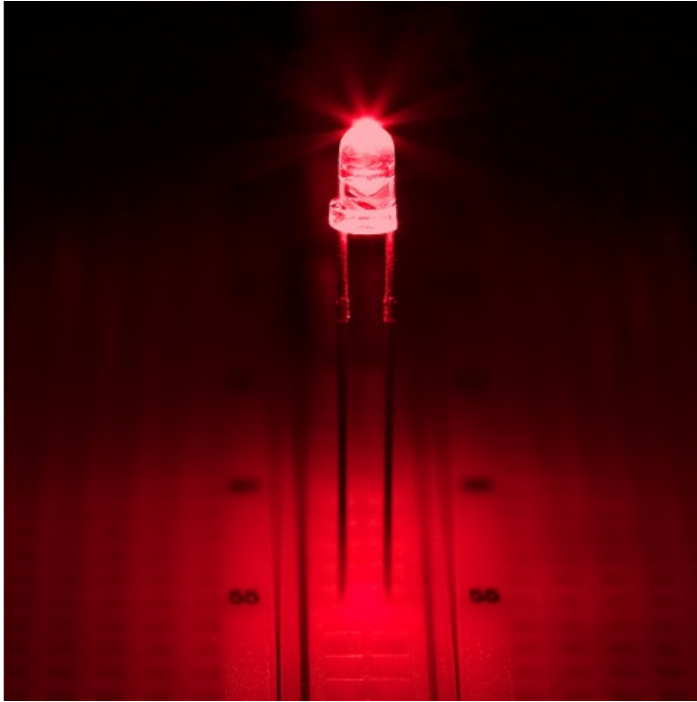
Lead Soldering Temperature (3mm from body) 260C (for 3 seconds)

Optoelectric Characteristics

PARAMETER	SYMBOL	MAX	TYP	UNIT	TEST
View Angle of Half Power	2θ ^{1/2}	--	14	Degree	--
Forward Voltage	V _F	2.7	2.2	V	I _F =20mA
Dominant Emission Wavelength	λ _D	--	595	nm	I _F =20mA
Peak Emission Wavelength	λ _P	--	605	nm	--
Luminous Intensity	I _v	--	3200	mcd	I _F =20mA

3mm Red LED - 625nm - T1 Through Hole LED w/ 20 Degree Viewing Angle

Part Number: RL3-R8120



Specifications

Continuous Forward Current	20 mA
Forward Voltage	2.0V
LED Color	Red
LED Package	3 mm (T-1)
Lens	Clear
Lumen	0.8 Lumen
Maximum Forward Voltage	2.4V
Millicandela	8100mcd
Operating Temperature	-40~+85 °C (-40~+185 °F)
Peak Forward Current	100mA
Power Dissipation	60mW
Reverse Current	10µA
Reverse Voltage	5V
Storage Temperature	-40~+85 °C
Total Power Consumption	0.04 Watts
Tube Diameter	T-1
Viewing Angle	20 degree
Wavelength	625 nm

Package Weight: 0.01oz (0kg)

Package Dimensions: 0.24" (1cm) x 0.16" (0cm) x 0.16" (0cm)



Top

Part Number: RL3-R8120

Red LED

LED Package: 3 mm (T-1)

absolute maximum ratings: (TA=25°C)

PARAMETER	SYMBOL	Rating	UNIT
Power Dissipation	P_D	60	mW
Continuous Forward Current	I_F	20	mA
Peak Forward Current (1/10th duty cycle, 0.1ms pulse width)	I_{FM}	100	mA
Reverse Voltage	V_R	5	V
Operating Temperature	T_A	-40~+85	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-40~+85	°C
Reverse Current (VR=5V)	I_R	10	µa

Solder temperature 1.6 mm from body for 3 seconds at 260°C

Optoelectric Characteristics

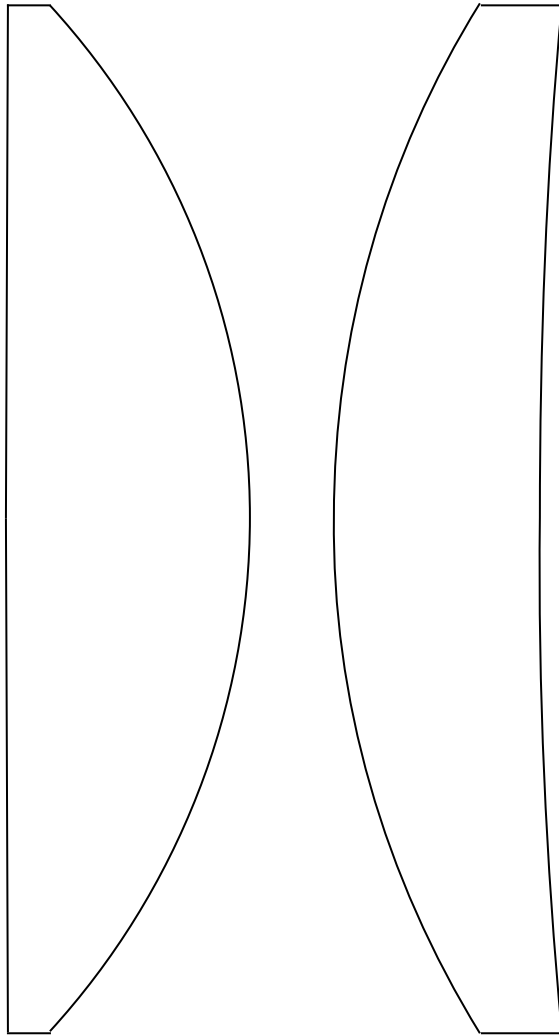
PARAMETER	SYMBOL	MAX	TYP	UNIT	TEST
View Angle	$2\theta^{1/2}$	--	20	Degree	--
Forward Voltage	V_F	2.4	2	V	$I_F=20mA$
Emission Wavelength	λ_P	--	625	nm	--
Millicandela Output	I_V	--	8100	mcd	$I_F=20mA$
Luminous Intensity	I_m	--	0.8	lm	--



**ДОДАТОК В. РЕЗУЛЬТАТИ ГАБАРИТНОГО
РОЗРАХУНКУ ОБ'ЄКТИВУ**

...

Оптична схема



10 мм

ЗВІТ ПРО РЕЗУЛЬТАТИ СИНТЕЗУ КОМПОНЕНТА
"АСОК" Версія 1.3 [1.27]

Дата розрахунку: 04.06.2019
Час розрахунку : 12:17:43

ВИХІДНІ ДАНІ:

- Тип компонента Дволінзовий несклеєний
- Задня фокусна відстань (f') 20 мм
- Світловий діаметр (D) 25 мм
- Основний параметр P 2
- Основний параметр W 1,5
- Параметр хроматизму C -0,02
- Основна довжина хвилі 0,54607 мкм
- Коротка довжина хвилі 0,47999 мкм
- Довга довжина хвилі 0,64385 мкм
- Каталоги скла ussr_std
- Режим задання марок скла Ручний

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ:

Конструктивні параметри:

Радіус кривизни першої поверхні (R1) 1271,134 мм
Радіус кривизни другої поверхні (R2) -18,46631 мм
Радіус кривизни третьої поверхні (R3) 23,62073 мм
Радіус кривизни четвертої поверхні (R4) 138,4746 мм
Осьова товщина лінзи 1 (d1) 6 мм
Осьова товщина лінзи 2 (d2) 5 мм
Товщина на краю лінзи 1 (d1кр) 1 мм
Товщина на краю лінзи 2 (d2кр) 1,987 мм
Відстань між лінзами 2 мм
Марка скла лінзи 1 K8
Марка скла лінзи 2 BФ12
Показник заломлення скла лінзи 1 1,51829
Показник заломлення скла лінзи 2 1,62983
Коефіцієнт дисперсії скла лінзи 1 63,892
Коефіцієнт дисперсії скла лінзи 2 38,863

Абераційні параметри компонента:

Основний параметр P 2
Основний параметр W 1,5
Параметр хроматизму C -0,02
Параметр кривизни поверхні зображення Pi 0,63919

Кардинальні параметри оптичного компонента:

Передня фокусна відстань (f) -20,0003 мм
Задня фокусна відстань (f') 20,0003 мм
Передній фокальний відрізок (Sf) -15,453 мм
Задній фокальний відрізок (S'f') 15,5462 мм
Положення передньої головної площини (Sh) 4,54737 мм
Положення задньої головної площини (S'h') -4,45415 мм

Кардинальні параметри лінзи 1:

Передня фокусна відстань (f1) -35,1749 мм
Задня фокусна відстань (f'1) 35,1749 мм
Передній фокальний відрізок (Sf1) -31,2735 мм
Задній фокальний відрізок (S'f'1) 35,1182 мм
Положення передньої головної площини (Sh1) 3,90142 мм
Положення задньої головної площини (S'h'1) -0,0566776 мм

Кардинальні параметри лінзи 2:

Передня фокусна відстань (f2) -44,4683 мм
Задня фокусна відстань (f'2) 44,4683 мм
Передній фокальний відрізок (Sf2) -45,0887 мм
Задній фокальний відрізок (S'f'2) 40,8307 мм
Положення передньої головної площини (Sh2) -0,620484 мм
Положення задньої головної площини (S'h'2) -3,63754 мм

ДОДАТОК Г. МАРШРУТНІ КАРТИ

-	ГОСТ 3.1105-84 Форма 2										
	Дубл.										
	Взам.										
	Подл.										
										1	
Розроб.	Кірута К.М.				КПІ ім.Ігоря Сікорського				ПБ-351		
Н.контр.	Безугла Н.В.				Дерматоскоп						
	О	Б			Т		Р		М		
А.	01	005 Комплектувальна									
Б.	02	<i>Стіл ТЛ-1972А</i>									
О.	03	<i>1. Комплектувати деталі згідно складального креслення і специфікації</i>									
	04										
	05										
А.	06	010 Підготовча									
Б.	07	<i>Стіл ТЛ-1972А</i>									
О.	08	<i>1. Очистити (обезжирити) поверхню деталей</i>									
М	09	<i>Кисть КФ-26 ГОСТ 10597-87</i>									
М.	10	<i>Тканина ГОСТ 29298-92</i>									
М	11	<i>Вата ГОСТ 5556-81</i>									
М	12	<i>Рукавички бавовняно-паперові ГОСТ 5007-87</i>									
	13										
	14										
	15										
	16										
	17										
	18										

МК		Маршрутна карта														
		ГОСТ 3.1105-84 Форма 2														
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
												2				
Розроб.	Кірута К.М.			КПІ ім.Ігоря Сікорського						ПБ-351						
Н.контр.	Безугла Н.В.						Дерматоскоп									
.	О				Б			Т			Р			М		
А.	19	015 Складальна														
Б.	20	Стіл ТЛ 1972А														
О.	21	1. На Корпус поз.2 встановити Поляризатор поз.3, Проміжне кільце поз.4, Лінза об'єктиву поз.5, Проміжне кільце поз.6, Лінза об'єктиву поз.7, загвинтити Різьбове кільце поз.8. на виході отримуємо Об'єktiv СК поз В1														
А.	23	020 Контрольна														
О.	24	1. Перевірити правильність складання вузла														
А	25	025 Складальна														
Б	26	Стіл ТЛ 1972А														
О.	27	1. На Тримач кільце поз.9 встановити Світлодіод СК поз 10 (32 шт) та паяти Плата 1 поз.11. На виході отримуємо Випромінювач СК поз.В2														
О	28	030 Контрольна														
О.	29	1. Перевірити правильність складання вузла														
А.	30	035 Складальна														
Б	31	Стіл ТЛ 1972А														
О.	32	1. На Об'єktiv СК поз.В1 встановити Випромінювач Ск поз.В2, Поляризатор 1 поз.12, Заглушка поз. 13, Втулка поз.13, Втулка внутрішня поз.15, Втулка зовнішня поз. 16, Оправа 1 поз.17 та загвинтити Захисник поз.В3. Отримуємо Випромінювач головки СК поз.В10														
О	33	2. В оправу 2 поз.19 встановлюємо Скло захисне поз.18. На виході отримуємо Захисник СК поз.В3.														

МК		Маршрутна карта											
		ГОСТ 3.1105-84 Форма 2											
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
												3	
Розроб.	Кірута К.М.			КПІ ім.Ігоря Сікорського						ПБ-351			
Н.контр.	Безугла Н.В.						Дерматоскоп						
	О				Б	Т		Р		М			
А.	34	040 Складальна											
Б	35	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О	36	<i>1. На Тримач поз.1 загвинчуємо Випромінювач головки поз.В10</i>											
А	37	045 Складальна											
Б	38	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О.	39	<i>1. На втулку поз.21 встановити Лінза окуляра поз.22, загвинтити Різьбове кільце поз. 23 та встановити стакан поз.24 На виході отримуємо Лінза 1 окуляру СК поз В4</i>											
О.	40	<i>2. провести контроль вузла</i>											
А.	41	050 Складальна											
Б	42	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О	43	<i>1. На Оправу 3 поз.25 завальювати Лінзу окуляру поз.26. На виході отримуємо вузол Лінза 2 окуляру СК поз В5.</i>											
А.	44	055 Складальна											
Б	45	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О	46	<i>1. на Тубус поз.20 загвинтити Лінзу 1 окуляру ск ПОЗ.в4, загвинтити регульованим гвинтом поз 28 Лінзу 2 окуляру поз.В5, загвинтити гвинтом поз.30 (3 шт) Оправу 4 поз. 29. На виході отримуємо вузол Окуляр СК поз.В6</i>											
О	47	<i>2. Провести контроль зібраного вузла</i>											
А.	48	060 Складальна											
Б	49	<i>Стіл ТЛ 1972А</i>											
О	50	<i>1. На Плату 2 поз.32 паяти Індикатор поз.33 та Кнопку поз.34. На виході отримуємо вузол Плата 2 СК поз.В7</i>											

МК		Маршрутна карта														
		ГОСТ 3.1105-84 Форма 2														
Дубл. Взам. Подл.																
											3					
Розроб.		Кірута К.М.			КПІ ім.Ігоря Сікорського						ПБ-351					
Н.контр.		Безугла Н.В.						Дерматоскоп								
О					Б			Т			Р			М		
А.	51	065 Складальна														
Б	52	Стіл ТЛ 1972А														
О	53	1. На Плату 3 поз.41 паяти USB СК (4 шт) поз.35, Конектор Ск поз. 36 (4 шт), Кнопку поз.37. На виході отримано Плата СК поз.В8														
О	54	2. На кронштейн поз.31 встановити Плата поз.В7 та Плата 3 СК поз. В8. На виході отримуємо Блок Керування СК поз.В9.														
А	55	070 Складальна														
Б	56	Стіл ТЛ 1972А														
О.	57	1. Встановити Блок керування поз.В9, Батарея поз. 40														
О.	58	075 Контрольна														
О.	59	1. Перевірити правильність складання виробу														
А.	60	080 Випробувальна														
О.	61	Випробовувати на стенді за допомогою дефектоскопу.														
А.	62	085 Пакувальна														
О.	63	Пакувати виріб в тару і передати на склад														