

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації
(повна назва)

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

Апаратні та програмні засоби створення предметної фотографії.

(тема)

Виконала:
студентка 2 курсу, групи СТМм-22-2
Коноверська А.І.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 171 Електроніка
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна
Освітня програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа
(повна назва освітньої програми)

Керівник доц. Іванова О.О.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту

Зав. кафедри Володимир КАРТАШОВ
(підпис)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет інформаційних радіотехнологій та технічного захисту інформації

Кафедра медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 171 Електроніка

(код і повна назва)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма Системи, технології і комп'ютерні засоби мультимедіа

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____

(підпис)

«_____» _____ 20 ____ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентці Коноверській Анні Іванівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Апаратні та програмні засоби створення предметної фотографії.

затверджена наказом по університету від " 20 " 11 _____ 2023 р. № 1371 Ст _____

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Провести аналіз принципів побудови та технічних характеристик фотокамер. Виконати теоретичні і експериментальні оцінки технічних параметрів знімальної та освітлювальної апаратури для проведення предметної зйомки. Провести оцінку чутливості камери смартфона і бездзеркальної фотокамери, оцінку характеристик і вибір системи освітлення. Провести експериментальну перевірку результатів розрахунків. Описати власна практика створення предметного фото. Обґрунтувати технічне забезпечення для предметної зйомки. Навести власні приклади предметної фотозйомки.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі _____

Вступ

1 Аналіз процесу фотозйомки та факторів, що впливають на її результат.

2 Обґрунтування вибору апаратних засобів і програмних обробок для предметного фото.

3 Експериментальне створення предметних фотографій на камеру смартфона.

Висновки

Перелік посилань

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням обов'язкових креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій

1. Постановка задачі (1 слайд).
2. Мета роботи (1 слайд).
3. Аналіз процесу фотозйомки (1 слайд).
4. Глибина різкості (1 слайд).
5. Чутливість і динамічний діапазон (1 слайд).
6. Вибір фотокамери (1 слайд).
7. Розрахунок чутливості (1 слайд).
8. Розрахунок системи освітлення (1 слайд).
9. Корекція експозиції (1 слайд).
10. Корекція кольору (1 слайд).
11. Подавлення шуму і мілка ретуш (1 слайд).
12. Апаратне обладнання (1 слайд).
13. Вимірювання освітлення (1 слайд).
14. Фото на чорному фоні (1 слайд).
15. Фото глянцевого предметів (1 слайд).
16. Фото рухомих об'єктів (1 слайд).
17. Висновки (1 слайд).

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний огляд літератури	25.09.23–01.10.23	
2	Оцінка чутливості камери	02.10.23–11.10.23	
3	Оцінка параметрів системи освітлення	12.10.23–10.11.23	
4	Експериментальна частина	11.11.23–03.12.23	
5	Обробка результатів	04.12.23–17.12.23	
6	Графічна частина роботи	18.12.23–17.12.23	
7	Перевірка керівником	18.12.23–30.12.23	
8	Перевірка на академічний плагіат	02.01.24–05.01.24	
9	Перевірка завідувачем кафедри, рецензування	06.01.24–09.01.24	

Дата видачі завдання _____ 25.09.2023 р. _____

Студент _____ (підпис) _____ Анна КОНОВЕРСЬКА _____

Керівник роботи _____ (підпис) _____ Олена ІВАНОВА _____

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 65 сторінок, 44 рисунка, 6 таблиць, 29 джерел.

КАМЕРА, КОЛІР, ОСВІТЛЕНІСТЬ, ПРЕДМЕТНА ЗЙОМКА, СОФТ-БОКС, СМАРТФОН, СИЛА СВІТЛА, СВІТЛОСИЛА, ФОКУСНА ВІДСТАНЬ, ФОТО, ЧУТЛИВІСТЬ

Об'єкт дослідження – процес формування зображень в фотокамері смартфона.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз впливу апаратних засобів та програмних обробок на характеристики предметних фото зображень, та формування на основі цього аналізу рекомендацій по проведенню предметних фотозйомок та обробки предметних фото.

Методи роботи – теоретичний аналіз, модельний експеримент, натурний експеримент.

В кваліфікаційній роботі проведено аналіз принципів побудови та технічних характеристик фотокамер. Виконано теоретичні і експериментальні оцінки технічних параметрів знімальної та освітлювальної апаратури для проведення предметної зйомки: проведена оцінка чутливості камери смартфона і бездзеркальної фотокамери, оцінка характеристик і вибір системи освітлення, проведена експериментальна перевірка результатів розрахунків. Описана власна практика створення предметного фото на камеру смартфона: обґрунтоване технічне забезпечення для предметної зйомки на смартфон, наведено власні приклади предметної фотозйомки.

ABSTRACT

Explanatory note for qualifying work: 65 pages, 44 figures, 6 tables, 29 pages.

CAMERA, COLOR, LIGHTNESS, SUBJECT CAPTURE, SOFT BOX, SMARTPHONE, LIGHT POWER, LIGHT POWER, FOCUS VIEW, PHOTO, SENSITIVITY

The object of investigation is the process of forming an image in a smartphone camera.

The method of qualified work is the analysis of the infusion of hardware and software processing into the characteristics of subject photographs, and the formation, based on this analysis, of recommendations for conducting subject photographs and processing of subject photographs.

Robotic methods – theoretical analysis, model experiment, natural experiment.

In the qualifying work, an analysis of the principles of the technical characteristics of cameras was carried out. Theoretical and experimental assessments of the technical parameters of photography and lighting equipment for subject photography have been completed: the sensitivity of a smartphone camera and a mirrorless camera has been assessed, characteristics and choices have been assessed illumination systems, an experimental verification of the results of the expansion was carried out. The practical practice of taking a subject photo on a smartphone camera is described: the technical support for taking a subject photograph on a smartphone is laid out, and the practical application of subject photography is pointed out.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів.....	8
Вступ.....	9
1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ФОТОЗЙОМКИ ТА ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЇЇ РЕЗУЛЬТАТ.....	11
1.1 Загальна характеристика процесу фотозйомки.....	11
1.2 Світлові величини.....	12
1.3 Характеристики об'єктивів фотокамер.....	15
1.4 Світлочутливі матричні перетворювачі.....	22
1.5 Світлочутливість, відношення сигнал-шум і фотографічна широта.....	24
1.6 Висновки по розділу 1.....	27
2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ І ПРОГРАМНИХ ОБРОБОК ДЛЯ ПРЕДМЕТНОГО ФОТО.....	29
2.1 Обґрунтування вибору фотокамери.....	29
2.2 Розрахунок потрібної освітленості на предметі зйомки.....	32
2.3 Розрахунок системи освітлення.....	33
2.4 Програмні методи обробки предметних фото.....	39
2.4.1 Корекція експозиції і налаштування рівнів.....	40
2.4.2 Корекція кольору.....	41
2.4.3 Шумоподавлення, різкість і мілка ретуш.....	44
2.5 Висновки по розділу 2.....	46
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ СТВОРЕННЯ ПРЕДМЕТНИХ ФОТОГРАФІЙ НА КАМЕРУ СМАРТФОНУ.....	49
3.1 Апаратне забезпечення для предметної	49
3.2 Приклади предметної фото- і відеозйомки.....	51
3.2.1 Предметне фото на чорному фоні.....	52
3.2.2 Фотографування відблискуючих предметів.....	53

3.2.3 Фотографування швидкоплинних процесів з малою витримкою.....	53
3.3 Висновки по розділу 3.....	54
Висновки.....	57
Перелік посилань.....	62
ДОДАТКИ.....	66
Додаток А. Графічний матеріал.....	67
Додаток Б. Відомість кваліфікаційної роботи.....	84

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГРЗП – глибина різко зображуваного простору;

КМОП – комплементарна структура метал-оксид-напівпровідник;

МДФ – мінімальна дистанція фокусування;

Мпікс – мегапікселі – 1 млн. пікселів;

ПЗЗ – прилад із зарядовим зв'язком;

CCD – charge-coupled device – прилад із зарядовим зв'язком;

CMOS – complementary metal-oxide-semiconductor – набір напівпровідникових технологій побудови інтегральних мікросхем та відповідна їй схемотехніка мікросхем;

E – енергетична опроміненість, Вт/м²;

EFL – effective focus length – ефективна фокусна відстань;

F – світлосила об'єктива;

f - stop – один крок зміни експозиції у фотографії;

$h = 6,626 \cdot 10^{-34}$ Дж·с – постійна Планка;

HDR – High Dynamic Range – технологія зйомки з високим динамічним діапазоном;

ISO – International Organization for Standardization – Міжнародна організація зі стандартизації;

MTF – Modulation Transfer Function – модуляційна передатна функція;

S – площа пікселя, м²;

SNR – signal-to-noise ratio – відношення сигнал-шум;

T_e – час експонування, с;

$\bar{W}_\phi = h\bar{\nu}$ – середня енергія фотона, Дж;

$\bar{\nu}$ – середня частота випромінення джерела світла, Гц;

η – квантовий вихід.

ВСТУП

Предметна фотографія – жанр фотографії, що використовується в рекламі для демонстрації зовнішніх характеристик продукту, що рекламується: його дизайну, конструкції і значущих елементів. Виходячи із завдання проводиться фотозйомка товару, предметів або асортиментних груп, об'єднаних у кадрі загальною композицією. Досягаються максимально вирашені ракурси, які переконливо «говорять» про важливі функціональні властивості товару та його відмінності від конкурентної продукції.

Фото об'єктів, що рекламуються, потрібні для буклетів, сайтів інтернет-магазинів, для періодичних видань, а також для каталогів і художніх альбомів, листівок, постерів і плакатів і т.д. ґрунтуючись на візуальній інформації. У багатьох випадках фотографія в буклеті, каталозі, на плакаті є для клієнта або покупця єдиною можливістю оцінити всі переваги предмета, що зображається. Саме на підставі фотографії він робить для себе певні висновки, які надалі впливають на рішення про купівлю.

Згідно з недавніми дослідженнями близько 52% українців, які мають доступ до Інтернету, воліють здійснювати покупки онлайн і цей показник має тенденцію до зростання. Але наріжним каменем у продажу є приваблива фотографія. Саме від якості знімка залежить, чи зможете ви «примусити» клієнта здійснити покупку.

Специфічним напрямком у предметній фотозйомці є фудстайлінг. Фудстилисти – фахівці в галузі рекламної фотографії, здатні піднести продукти харчування у найвигіднішому світлі. При цьому часто малопривабливі натуральні продукти замінюються на пластикові та воскові муляжі, обробляються спеціальними складами для надання соковитості та блиску, рідини замінюються на схожі зовні, але більш відповідні фотографу за своїми якостями. Наприклад, молочні продукти, особливо кефіри та сметана, у кадрі найчастіше використовуються із застосуванням загусника.

Особливе місце у предметній та рекламній фотографії займає фотографування ювелірних виробів. Цей вид фотографії як інший вимагає від фотографа знань у таких областях як фізика та геометрія. Особливості цього виду роботи включають вміння фотографувати полірований метал і дорогоцінне каміння.

За потреби використовується додаткове обладнання та спеціальні пристрої – предметний стіл, макрооб'єктив, поляризаційні фільтри, безтіньовий куб, різні джерела світла та кольорові фони. Під час зйомки фотограф обов'язково повинен прибрати відблиски та зайві відображення, підкреслити обсяг, глибину та фактуру предметів.

Отже, зрозуміло, що в предметному фото крім майстерності фотографа вирішальне значення має правильний вибір апаратного забезпечення та програмної обробки фото, щоби предмет був на фото максимально привабливим.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз впливу апаратних засобів та програмних обробок на характеристики предметних фото зображень, та формування на основі цього аналізу рекомендацій по проведенню предметних фотозйомок та обробки предметних фото.

1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ФОТОЗЙОМКИ ТА ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЇЇ РЕЗУЛЬТАТ

1.1 Загальна характеристика процесу фотозйомки

Суть процесу фотозйомки полягає у реєстрації світла деякого джерела, відбитого від предмету зйомки (рис.1.1) [1].

Найважливішими для результату є ті складові, що розташовані ближче до об'єкту:

- джерело світла;
- об'єктив камери;
- світлочутлива матриця.

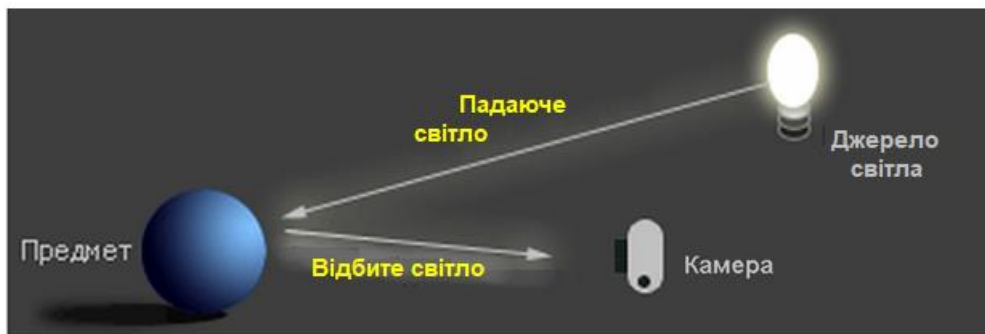


Рисунок 1.1 – Процес фотозйомки

Процес реєстрації фото полягає в експонуванні фоточутливої матриці зображенням, що проектує об'єктив на протязі часу витримки (рис.1.2) [1].

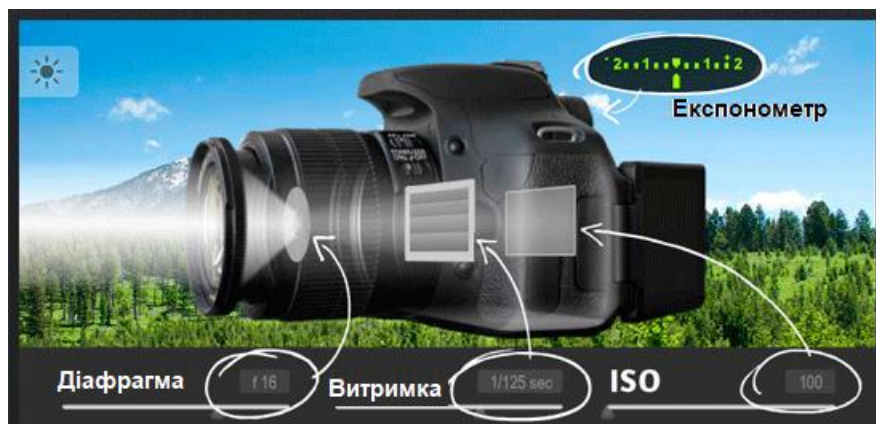


Рисунок 1.2 – Процес реєстрації фото

Витримка залежить від часу відкриття затвору, що може бути механічним або електронним. У зв'язку з цим у характеристиках фотокамер, постійних або імпульсних джерел світла обов'язково вказують світлові величини. Розглянемо фізичну сутність головних світлових величин.

1.2 Світлові величини

Світловий потік – показує потужність видимого випромінювання за його впливу на очі людини. Світловий потік вимірюється у світлових одиницях – люменах [лм], і є важливим параметром ламп. Поширена лампа розжарювання з потужністю 100 Вт випромінює потік $\Phi_n(\lambda)$ не тільки у видимому діапазоні хвиль, але також і у інфрачервоному (рис.1.3) [2].

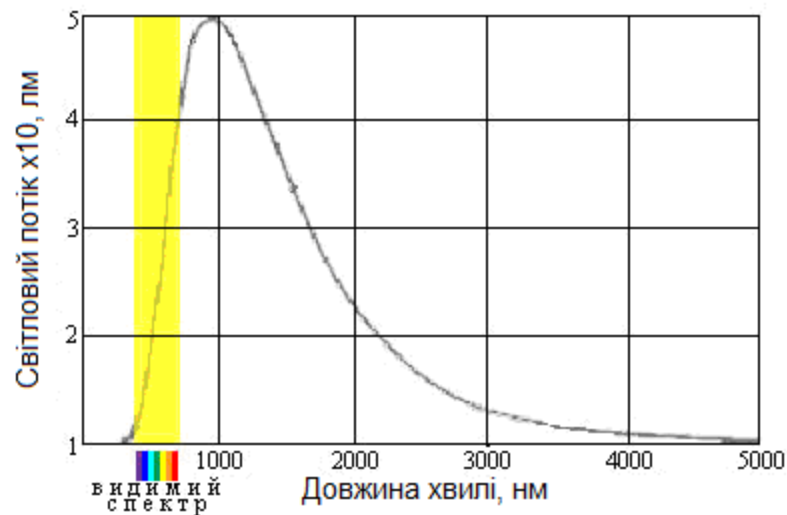


Рисунок 1.3 – Спектр випромінювання лампи розжарювання

У видимий оком діапазон потрапляє лише невелика частка випромінюваної потужності, що і характеризує світловий потік [2]:

$$\Phi_{ce}(\lambda) = V_0 \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi_n(\lambda) \cdot k_e(\lambda) d\lambda, \quad (1.1)$$

де V_0 – деякий коефіцієнт пропорційності ($V_0 = 683$ лм/Вт);

$k_g(\lambda)$ – крива відносної видимості людського ока, що характеризує чутливість до випромінень різної довжини хвилі.

Спектр випромінення лампи впливає на її світлову віддачу – аналог коефіцієнта корисної дії. Так, наприклад, у ламп розжарювання світловіддача складає біля 10-13 лм/Вт, а у світлодіодних ламп – приблизно 80-120 лм/Вт.

Лампа завжди оточується світильником, що фокусує її випромінення у певний тілесний кут ω (рис.1.4) [2].

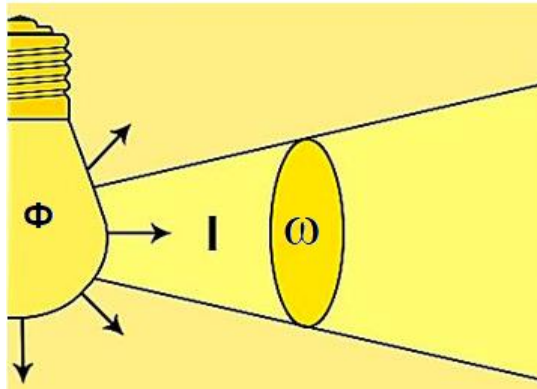


Рисунок 1.4 – Визначення сили світла

Сила світла – це фактично просторова густина світлового потоку, що обмежений тілесним кутом ω [2]:

$$I = \frac{\Phi_{св}}{\omega}. \quad (1.2)$$

Тобто при постійному світловому потоці джерела з більшою силою світла можна досягнути шляхом фокусування в більш обмежений простір. Одиниці вимірювання сили світла – кандели [кд].

Освітленість – є поверхневою щільністю світлового потоку $\Phi_{св}$, що потрапляє на площину величини S [2]:

$$E = \frac{\Phi_{св}}{S}. \quad (1.3)$$

Одиницею освітленості є люкс [лк]. Це одна з найважливіших величин у нормування освітлення при фотозйомці. Розкид рівнів освітленості при складає від 1 до 100 тис. лк на вулиці та від 20 до 5000 лк у приміщенні.

Колірна температура джерела світла говорить про його колір. Чисто фізично – це температура абсолютно чорного тіла, при цьому воно випромінюватиме певний потік. Відома залежність між спектральною щільністю потоку $\Phi_n(\lambda)$, довжиною світлової хвилі λ та температурою тіла T_k . Ця залежність називається формулою Планка [2].

З формули Планка слідує закон Вина:

$$\lambda_{\max} [\text{мкм}] = 2896 / T_k [K], \quad (1.4)$$

де λ_{\max} – довжина хвилі максимуму кривої спектральної щільності потоку, мкм;

T_k – кольорова температура, К.

Наведені на рис.1.5 графіки демонструють зміщення розрахункового максимуму спектра випромінення при зміні кольорової температури [3].

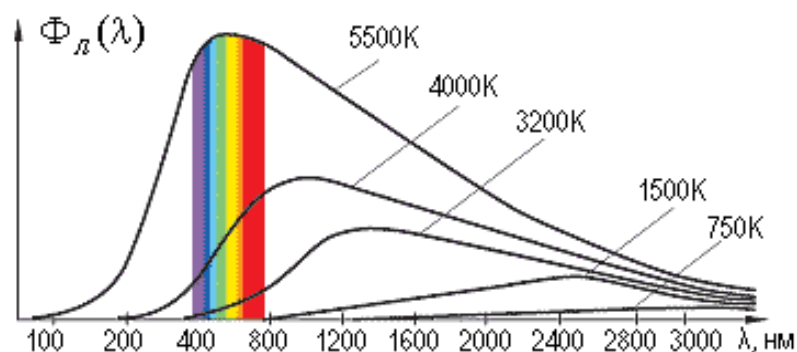


Рисунок 1.5 – Спектральний розподіл енергії випромінення $\Phi_L(\lambda)$ при різних T_k

Індекс передачі кольору (R_a) – один з головних параметрів якості джерел світла. Він характеризує правильність відтворення кольорів різних

покріттів при їх освітленні певною лампою в порівнянні з еталонним світловим джерелом із суцільним спектром (рис.1.6).

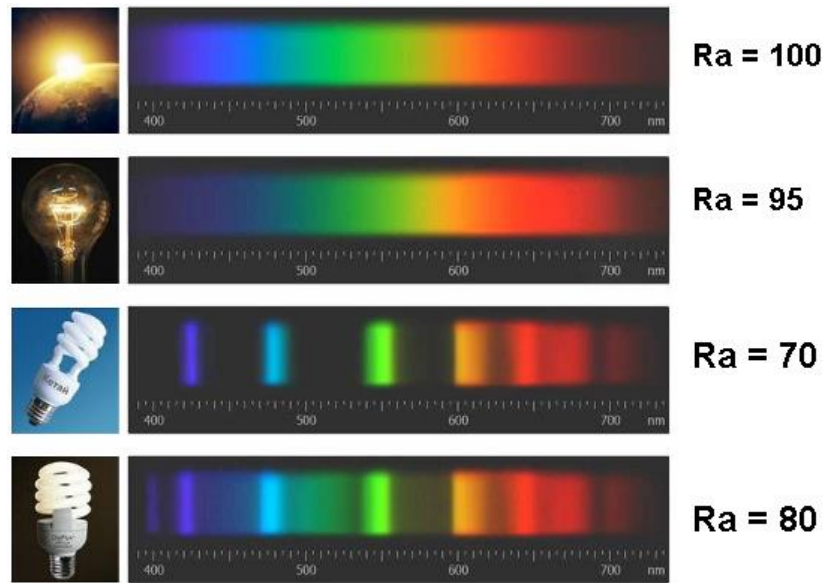


Рисунок 1.6 – Вплив спектральних характеристик лампи на індекс передачі кольору

Найкраще значення $R_a=100$. Найгірші за кольоропередачею є натрієві лампи високого тиску – $R_a=25$. Згідно за нормами дуже гарна передача кольору (ступінь 1) відповідає величинам $R_a=80$ і більше, хороша (ступінь 2) – R_a від 60 до 79, задовільна кольоропередача (ступінь 3) – R_a від 40 до 59 і недостатня кольоропередача (ступінь 4) – від 20 до 39.

1.3 Характеристики об'єтивів фотокамер

Об'єтив, по суті, грає роль оптичної антени, що приймає світло з навколишнього простору. Від його характеристик суттєвим чином залежать якісні показники фотокамери і зображень, що вона отримує.

Зазвичай об'єтив складається із декількох лінз, підібраних так, щоби взаємно компенсувати оптичні аберації (спотворення), лінзи збираються в єдину систему всередині оправы.

Важливою характеристикою об'єктива є фокусна відстань f . Це відстань від оптичного центру до площини фоточутливої матриці за умови, що об'єктив сфокусовано на нескінченність (рис.1.7) [4].

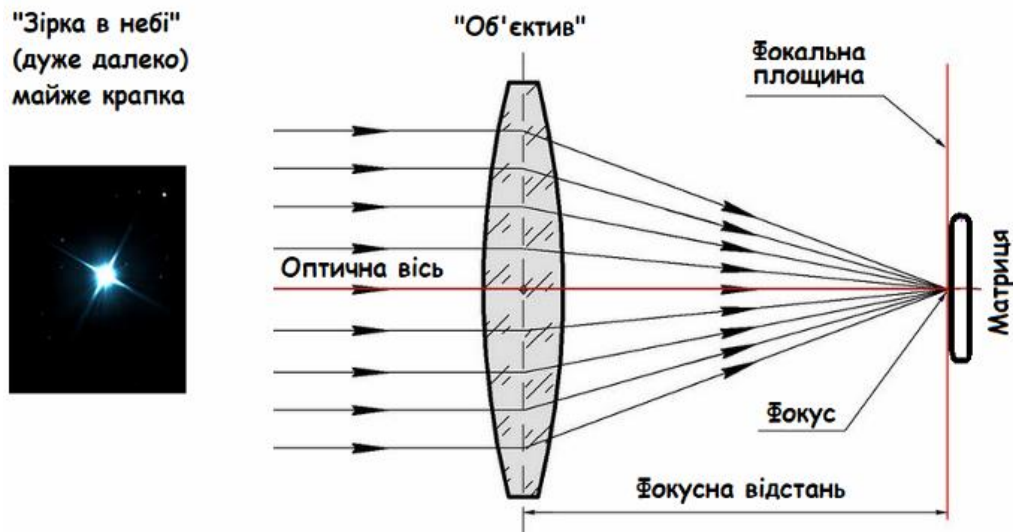


Рисунок 1.7 – Визначення фокусної відстані

Від фокусної відстані f залежить кут зору об'єктива α [4]:

$$\alpha = 2 \arctg \frac{d}{2f}, \quad (1.5)$$

де d – діагональ світлочутливої матриці.

Фокусну відстань $f=50$ мм називають «нормальною», тому що для «повнокадрової» матриці 36 x 24 мм з об'єктивом з $f=50$ мм горизонтальний кут поля зору складає $39,6^\circ$, вертикальний кут – $27,0^\circ$, а діагональний кут – $46,8^\circ$, що близько до параметрів людського зору [5,6] (рис.1.8).

Об'єктиви діляться на «фікси» і «зуми», фікси мають незмінну фокусну відстань, зуми – можуть змінювати фокусну відстань, "віддаляючи" або "наближаючи" об'єкт зйомки (zoom). Відношення більшої і меншої фокусних відстаней до називається кратністю зуму.

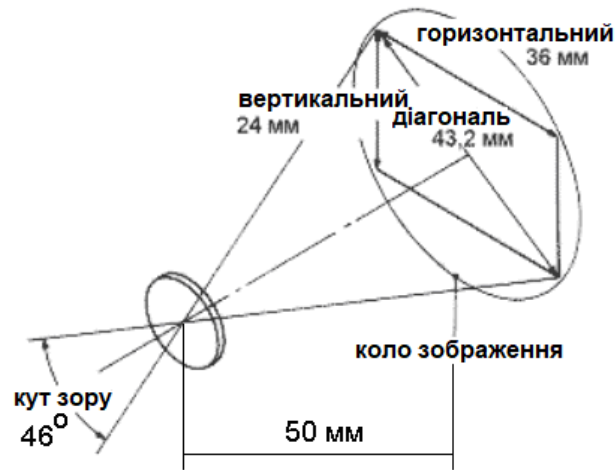


Рисунок 1.8 – Кути зору об'єктиву з фокусною відстанню 50 мм

Об'єктиви з фокусною відстанню $f < 50$ мм називають короткофокусними і мають широкий кут зору, з фокусною відстанню $f > 50$ мм – довгофокусними і мають вузький кут зору (телеоб'єктиви, «теле» – далеко).

Діафрагмове число об'єктива характеризує його світлопропускання – це відношення фокусної відстані об'єктива f до діаметра вхідної зіниці d [4]

$$F = \frac{f}{d}. \quad (1.6)$$

Діафрагма є зворотною величиною до світлосили – чим менше діафрагмове число, тим більше світлосильним є об'єктив. Зовнішній вигляд об'єктива при різному діафрагмовому числі показано на рис.1.9 [5].



Рисунок 1.9 – Зовнішній вигляд об'єктива при різному діафрагмовому числі

Крім світлосили від діафрагмового числа залежить також глибина різко зображуваного простору (ГРЗП). На рис. 1.10 продемонстровано хід променів світла при відкритій діафрагмі ($F = 1,4$) і прикритій діафрагмі ($F = 5,6$). З наведеного прикладу видно, що при $F = 1,4$ граничні промені потраплятимуть на світлочутливу матрицю під більш крутим кутом [4].

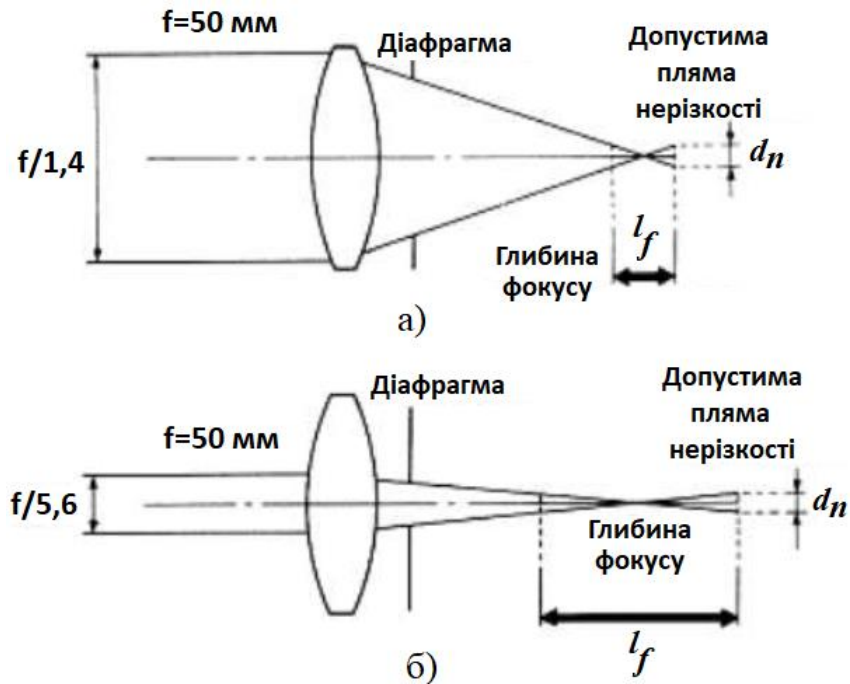


Рисунок 1.11 – Вплив діафрагмового числа на хід променів і ГРЗП

Нехай допустимий діаметр плями нерізкості d_n дорівнює розміру пікселя матриці. Тоді стає очевидним, що глибина фокусу l_f буде тим більшою, чим більш полого йтимуть промені, тобто у випадку більш закритої діафрагми.

Подібна ситуація спостерігатиметься і в області розміщення предмету зйомки. В цьому випадку глибина фокусу відповідатиме ГРЗП, рис.1.12 [6].



Рисунок 1.12 – Визначення глибини різко зображуваного простору

На рис. 1.13 на прикладі портретної зйомки показано вплив діафрагмового числа на ГРЗП. Малі ГРЗП використовують для художнього розмиття об'єктів і планів, для акцентування уваги на окремих предметах деталях зображення [7].



Рисунок 1.13 – Вплив діафрагми на розмиття заднього плану

Крім діафрагми на ГРЗП впливає також фокусна відстань. Розмиття заднього плану легше досягається на довгому фокусі, ніж на широкому куті (рис.1.14) [7].

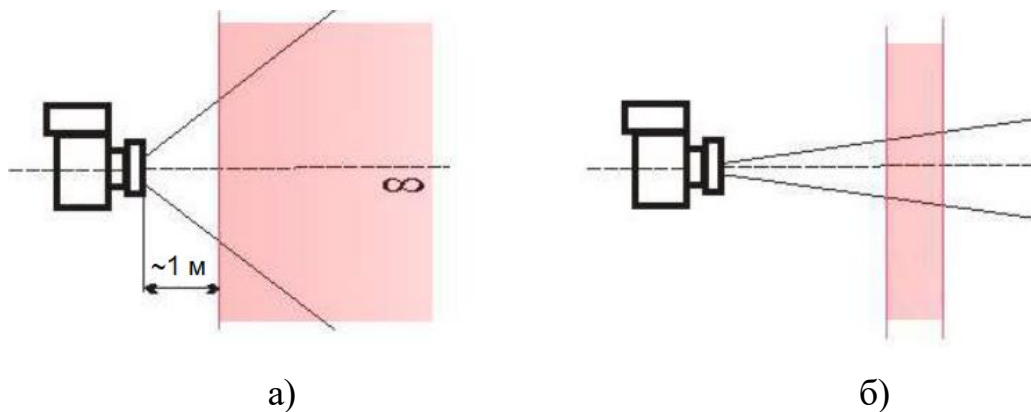


Рисунок 1.14 – Вплив фокусної відстані на ГРЗП

(а – коротка фокусна відстань, б – довга фокусна відстань)

Об'єктиви з довгим фокусом мають малу ГРЗП, а з коротким фокусом мають різке зображення майже при будь-яких дистанціях до предмета. Чим більша фокусна відстань об'єктива, тим менша глибина різкості при інших рівних параметрах зйомки.

Наприклад, умови зйомки: діафрагма 8,0, відстань до об'єкта зйомки 2 метри. Значення ГРЗП показано в табл.1.1 [7].

Таблиця 1.1 – Значення ГРЗП при діафрагмі 8,0 і різних фокусних відстанях

Фокусна відстань	12 мм	24 мм	50 мм	85 мм	105 мм	200 мм
Глибина різкості	62 см - ∞	314 см	51 см	17 см	11 см	3 см

На рис. 1.15 на прикладі портретної зйомки показано вплив фокусної відстані на ГРЗП [7].



Рисунок 1.15 – Вплив фокусної відстані на розмиття заднього плану

Таким чином, якщо потрібно розмити фон у кадрі і при цьому знімати на тій самій діафрагмі, можна використовувати більш довгофокусну оптику.

Відстань до об'єкта зйомки впливає на глибину різкості, як і фокусна відстань. Чим ближче камера до об'єкта зйомки, тим менша глибина різкості.

З цієї причини, зйомка макрооб'єктів утрудняється мінімальними значеннями глибини різкості. Наприклад, при фокусній відстані 60 мм, діафрагмі $f/22$ та відстані до об'єкта 15 см ГРЗП складе всього 0,33 см, тобто 3,3 мм.

Відстань від камери до об'єкта вимірюється від поверхні матриці; для цієї мети на більшість фотокамер нанесено спеціальний символ – перекреслене коло, що вказує на площину матриці або плівки.

Наприклад, умови зйомки: діафрагма 8,0, фокусна відстань 85 мм. Значення ГРЗП показано в табл.1.2 [7].

Таблиця 1.2 – Значення ГРЗП при діафрагмі 8,0 фокусна відстань 85 мм і різних відстанях до об'єкту

Відстань	0,2 м	0,5 м	1 м	5 м	10 м	15 м
Глибина різкості	0,1 см	0,92 см	4 см	1,1 м	4,61 м	11,12 м

На рис. 1.16 на прикладі портретної зйомки показано вплив відстані до об'єкту на ГРЗП [7].



Рисунок 1.16 – Вплив відстані до об'єкту на розмиття заднього плану

Гіперфокальна відстань впливає на глибину різкості. Це найкоротша відстань (до точки фокусування), при якій нескінченність потрапляє в зону ГРЗП. Якщо встановити об'єктив на гіперфокальну відстань, то глибина різкості буде від половини гіперфокальної відстані до нескінченності.

Наприклад, при використанні об'єктива з фокусною відстанню 24 мм та діафрагмою $f/11$ гіперфокальна відстань становитиме 1,5 метра. При фокусуванні на точку, розташовану на даній відстані, всі об'єкти в межах від 75 см до нескінченності будуть у фокусі.

1.4 Світлочутливі матричні перетворювачі

Фотоматриця, матриця або світлочутлива матриця – спеціалізована аналогова або цифро-аналогова інтегральна мікросхема, що складається з світлочутливих елементів – фотодіодів.

Призначена для перетворення проєктованого на неї оптичного зображення аналоговий електричний сигнал або в потік цифрових даних (за наявності АЦП безпосередньо в складі матриці).

Є основним елементом цифрових фотоапаратів, сучасних відео та телевізійних камер, фотокамер, вбудованих у мобільний телефон, камер систем відеоспостереження та багатьох інших пристроїв (рис.1.17).



Рисунок 1.17 – Матриця на друкованій платі цифрового фотоапарата

Архітектура пікселів у виробників різна. Наприклад, на рис.1.18 наведена архітектура субпікселя ПЗЗ-матриці з кишенею n-типу ПЗЗ [8].

Позначення на схемі рис.1.18: 1 – фотони світла, що пройшли через об'єктив фотоапарата; 2 – мікролінза субпікселя; 3 – R – червоний світлофільтр субпікселя, фрагмент фільтра Байєра; 4 – прозорий електрод з

полікристалічного кремнію або сплаву індію та оксиду олова; 5 – оксид кремнію; 6 – кремнієвий канал n-типу: зона генерації носіїв - зона внутрішнього фотоефекту; 7 – зона потенційної ями (кишеня n-типу), де збираються електрони із зони генерації носіїв заряду; 8 – кремнієва підкладка p-типу.

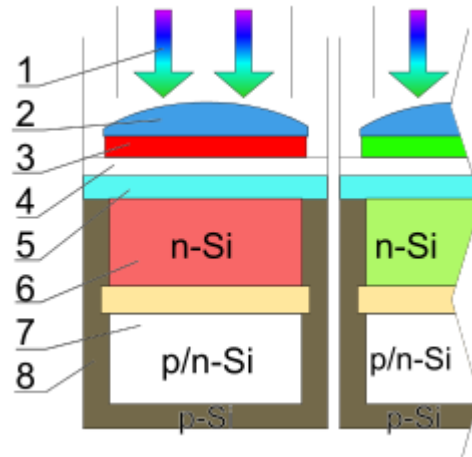


Рисунок 1.18 – Схема субпікселів ПЗЗ-матриці з кишенею n-типу (на прикладі червоного фотодетектора)

Буферні реєстри зсуву на ПЗЗ-матриці, так само як і обрамлення КМОП-пікселя, на КМОП-матриці «з'їдають» значну частину площі матриці, в результаті, кожному пікселю дістається лише 30% світлочутливої області від його загальної поверхні. У матриці з повнокадровим перенесенням ця область становить 70%.

Саме тому у більшості сучасних ПЗЗ-матриць над пікселем встановлюється мікролінза (рис.1.19) [9].

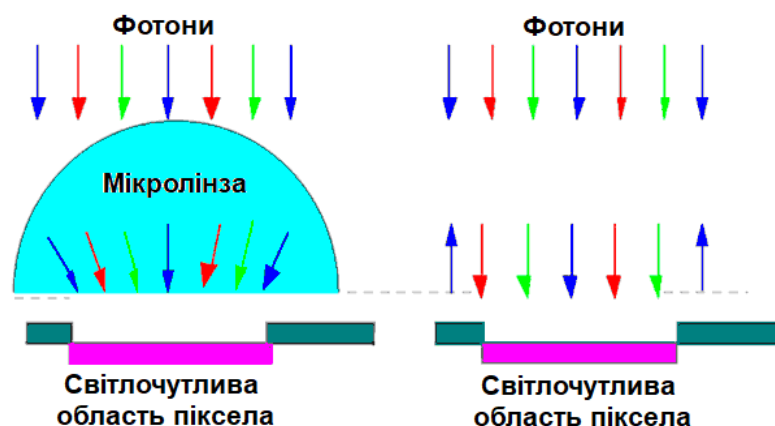


Рисунок 1.19 – Застосування мікролінз для збільшення чутливості

Такий найпростіший оптичний пристрій покриває більшу частину площі ПЗЗ-елемента і збирає всю падаючу на цю частину фотонів в концентрований світловий потік, який, у свою чергу, спрямований на досить компактну світлочутливу область пікселя.

1.5 Світлочутливість, відношення сигнал-шум і фотографічна широта

Світлочутливість (або просто чутливість), відношення сигнал-шум і фізичний розмір пікселя однозначно взаємопов'язані (для матриць, створених за однією і тією ж технологією). Чим більший фізичний розмір пікселя, тим більше відношення сигнал-шум при заданій чутливості, або тим вище чутливість при заданому співвідношенні сигнал-шум.

Відношення сигнал/шум (ВСШ; англ. signal-to-noise ratio, скор. SNR) – безрозмірна величина, що дорівнює відношенню потужності корисного сигналу до потужності шуму [10]:

$$SNR = \frac{P_s}{P_n} = \frac{A_s^2}{A_n^2}, \quad (1.7)$$

де P – середня потужність,

A – середньоквадратичне значення амплітуди.

Зазвичай відношення сигнал/шум виражається в децибелах (дБ) [10]:

$$SNR(dB) = 10 \lg \frac{P_s}{P_n} = 20 \lg \frac{A_s}{A_n}. \quad (1.8)$$

Шуму в матрицях викликаний явищем теплової генерації носіїв заряду в пікселях, причому цей процес випадковий і незалежний в сусідніх пікселях. Шум заважає правильному сприйняттю та відображенню інформації, і для того, щоби зображення добре передавало структуру вихідного сигналу,

необхідно, щоб рівень сигналу певною мірою перевищував рівень шумів, характерних для цього пристрою.

На рис.1.20 показані приклади зображень при різних відношеннях сигнал-шум [11].



Рисунок 1.20 – Показані приклади зображень при різних відношеннях сигнал-шум

Фізичний розмір матриці та її роздільна здатність однозначно визначають розмір пікселя. У сучасних цифрових фотоматриць розмір пікселя варіюється у різних фотоматриць в межах від 2,5 мкм до 0,8 мкм, а у більшості сучасних фотоматриць він дорівнює 6 мкм. Оскільки дві точки розрізнятимуться, якщо між ними знаходиться третя (несвічена) точка, то роздільна здатність відповідає відстані в два пікселі, тобто [12]:

$$M = \frac{1}{2p}, \quad (1.9)$$

де p – розмір пікселя.

У цифрових фотоматриць роздільна здатність становить від 200 ліній на міліметр (у великоформатних цифрових фотокамер) до 70 ліній на міліметр (у web-камер і мобільних телефонів).

Розмір пікселя визначає таку важливу характеристику, як фотографічна широта (рис.1.21) [13].

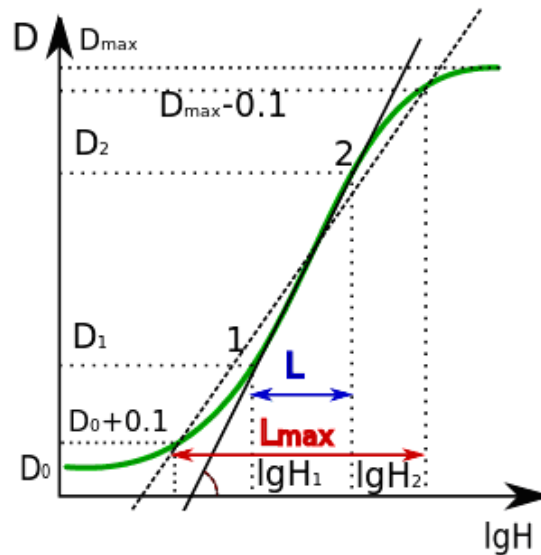


Рисунок 1.21 – Визначення фотографічної широти L як довжини прямолінійної ділянки 1-2 характеристичної кривої по осі логарифмів експозиції $\lg H$

Фотографічна широта L визначається довжиною прямолінійної ділянки 1-2 характеристичної кривої (світлової характеристики) та вимірюється по осі логарифмів експозиції $\lg H$ [13]:

$$L = \lg \frac{H_2}{H_1} = \lg H_2 - \lg H_1, \quad (1.10)$$

де L – фотографічна широта;

H – експозиція.

Динамічний діапазон камери – це охоплення тих тонів, які вона може розпізнати між чорним та білим. Чим більший динамічний діапазон, тим більше цих тонів можуть бути записані і тим більше деталей може бути витягнуто з темних і світлих ділянок сцени, що знімається.

Динамічний діапазон зазвичай вимірюється у значеннях експозиції, або стопах. На рис. 1.22 показані фото з широким і вузьким динамічним діапазоном. Примітно, що пересвіт і недосвіт призводить також до втрати інформації про колір [13].

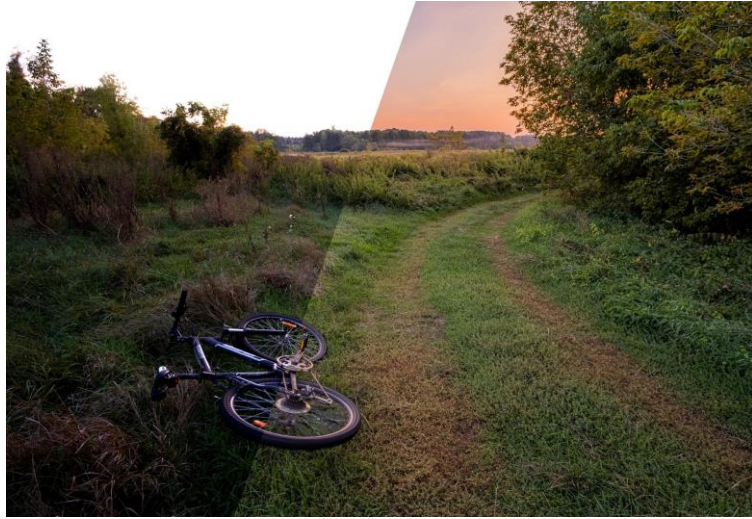


Рисунок 1.22 – Приклад фото з широким (праворуч) і вузьким (ліворуч) динамічним діапазоном

Хоча начебто й очевидно, що важливим є можливість захопити найбільшу, наскільки це можливо, кількість тонів, для більшості фотографів пріоритетною залишається мета спробувати створити приємний образ. А це якраз не означає, що необхідно, щоб було видно кожну деталь зображення.

Наприклад, якщо темні та світлі деталі зображення будуть розбавлені сірими півтонами, а не чорними чи білими, то вся картинка матиме дуже низьку контрастність і виглядатиме досить нудно та нудно. Ключовими є межі динамічного діапазону фотокамери та розуміння як можна використовувати його для створення фотографій з гарним рівнем контрастності та без т.зв. провалів у світлах та тінях.

1.6 Висновки по розділу 1

1. Якість зображення в предметній фотографії залежить від трьох складових частин:

- освітлення;
- об'єktiv камери;
- матричний перетворювач камери.

Тобто, від тих складових системи, що знаходяться ближче до предмету.

2. Світлосильні об'єктиви і довгофокусні об'єктиви здатні забезпечити меншу глибину різко зображуваного простору, привертаючи увагу глядача до певних деталей фото. Такий прийом часто застосовують в портретній зйомці, але щодо предметної зйомки, потрібно провести додатковий аналіз відповідного контенту.

3. Фізичний розмір пікселя матриці впливає на світлочутливість і фотографічну широту (динамічний діапазон).

4. Малу світлочутливість камери можна компенсувати освітленням і більшою витримкою при зйомці на штативі, тому що в предметній зйомці об'єкт в основному є нерухомим.

5. Динамічний діапазон предметних фото не є широким, тому що в основному кадр komponується так, щоби безпосередньо світло джерела не потрапляло в об'єктив.

6. Отже, з аналізу слідує, що предметну зйомку можна успішно виконувати на камери сучасних смартфонів. Задачами є оцінка їх світлочутливості, розрахунок системи освітлення, а також обґрунтування методів постобробки.

7. Метою кваліфікаційної роботи є аналіз впливу апаратних засобів та програмних обробок на характеристики предметних фото зображень, та формування на основі цього аналізу рекомендацій по проведенню предметних фотозйомок та обробки предметних фото.

8. Дана кваліфікаційна робота магістра виконана на кафедрі Медіаінженерії та інформаційних радіоелектронних систем ХНУРЕ. На кафедрі МІРЕС проводяться дослідження в таких наукових областях, як виявлення та розпізнавання БПЛА за результатами відеоспостереження [14-19], систем технічного зору роботів [20, 21]. Цілий ряд студентських доповідей [22-25] присвячені тематиці обробки зображень. Отже, тематика даної кваліфікаційної роботи відповідає традиційному науковому напрямку кафедри МІРЕС.

2 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ І ПРОГРАМНИХ ОБРОБОК ДЛЯ ПРЕДМЕТНОГО ФОТО

2.1 Обґрунтування вибору фотокамери

Як було зазначено в розділі 1, якість зображення в предметній фотографії залежить від трьох складових частин: освітлення; об'єктив камери; матричний перетворювач камери. Отже, останні дві складові відносяться безпосередньо до камери.

Розглянемо дві альтернативи:

- смартфон Xiaomi Redmi Note 13 Pro Plus;
- бездзеркальна професійна камера SONY Alpha a6400.

Смартфон Xiaomi Redmi Note 13 Pro Plus має 3 задні камери (рис.2.1) [26].



Рисунок 2.1 – Камери телефону Redmi Note 13 Pro Plus

На задній стороні знаходяться три камери:

– основна камера має роздільну здатність 200 мегапікселів із широким кутом об'єктиву. Встановлено матрицю Samsung ISOCELL HPX (CMOS) з достатньо великою діагоналлю (1/1,4)". Працює вона зі світлосильним об'єктивом $F=1,65$.

– додаткова надширококутна камера має роздільну здатність 8 мегапікселів. Об'єктив цієї камери має світлосилу $F=1,9$;

– присутня окрема камера 2 мегапікселя для макрозйомки. Вона має матрицю GalaxyCore GC02M1 з діагоналлю (1/5,5)". Працює з об'єктивом $F=2,4$.

В табл.2.1 показані детальні технічні характеристики камер Redmi Note 13 Pro Plus [26].

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики камер Redmi Note 13 Pro Plus

№	Призначення	Об'єктив		Матриця	
		Світлосила	Кут огляду	Мпкс	Діагональ
1	Основна	$f/1,7$	79°	200	(1/1,4)"
2	Ширококутна	$f/2,2$	119°	8	н/д
3	Макро	$f/2,4$	н/д	2	(1/5,5)"

* н/д – не дано виробником

Матриця розміру 1/1,4 дюйма має піксель усього 0,56 x 0,56 мкм. Тому для покращення чутливості застосовують процедуру біннінгу, тобто об'єднання сусідніх пікселів 4-в-1 або 16-в-1 в залежності від експозиції (рис.2.2).

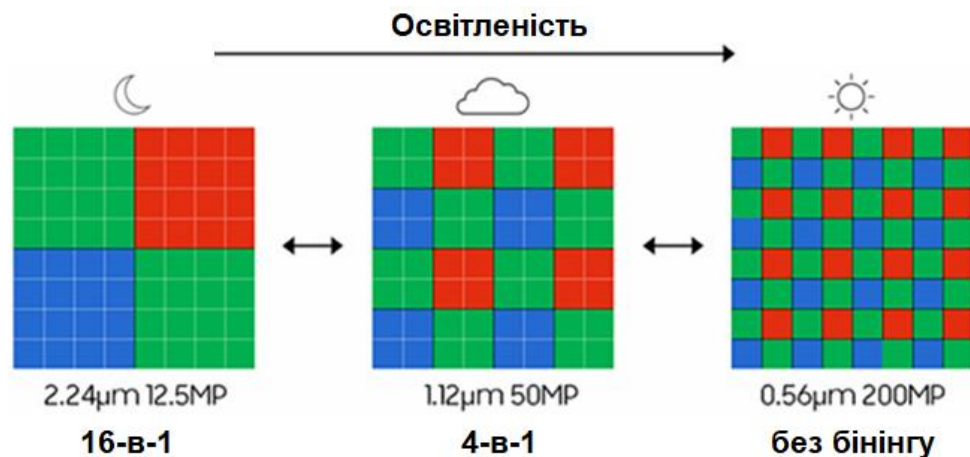


Рисунок 2.2 – Технологія біннінгу – об'єднання сусідніх пікселів 4-в-1 або 16-в-1 в залежності від освітлення

Відгуки в Інтернеті показують, що розрізнення 200 Мпкс і 50 Мпкс можна реалізувати лише при яскравому денному світлі. В нашому випадку

зйомка проходитиме всередині приміщення при штучному освітлені. Отже вважатимемо, що фото будуть мати роздільну здатність 12,5 Мпікс, що відповідає розміру пікселя $p = 2,24$ мкм.

Розглянемо альтернативу смартфону – беззеркальну професійну камеру SONY Alpha a6400 (рис.2.3) [27].



Рисунок 2.3 – Беззеркальна професійна камера SONY Alpha a6400

Матриця камери SONY Alpha a6400 має формат APSC з розмірам $a \cdot b = 25,1 \times 16,7$ мм і роздільну здатність $N_z \cdot N_g = 6000 \times 4000$ пікселів. Щоби розрахувати розмір одного пікселя, потрібно взяти розмір будь-якої із сторін, поділити мм на пікселі та помножити отриманий результат на 10^3 , щоби перевести результат у мікрони. Отримаємо таку формулу:

$$p = 10^3 \frac{a}{N_z} = 10^3 \frac{b}{N_g}, \quad (2.1)$$

де p – розмір пікселя у мкм;

a, b – лінійні розміри матриці в міліметрах;

N_z, N_g – число пікселів по відповідній стороні.

Для камери SONY Alpha a6400 розрахунок буде такий:

$$d = 10^3 \frac{25,1}{6000} = 10^3 \frac{16,7}{4000} \approx 4,2 \text{ мкм}. \quad (2.2)$$

В табл.2.3 наведені технічні характеристики комплектного об'єктиву камери SONY Alpha a6400 – 16-50 mm та портретного об'єктиву Sony E 50 mm f/1.8 OSS.

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики об'єктивів камери SONY Alpha a6400

№	Об'єктив	Світлосила	Фокусна відстань, мм	Кут огляду
1	Комплектний	f/3,5...f/5,6	16...50	84°...33°
2	Портретний	f/1,8	50	46°

Отже, оцінимо освітленість, потрібну для якісного функціонування обох камер при проведенні портретної зйомки.

2.2 Розрахунок потрібної освітленості на предметі зйомки

Оцінимо необхідну освітленість на предметі зйомки, потрібну для отримання відношення сигнал-шум $SNR > 40$ дБ. В роботі [28] отримано вираз для необхідної освітленості:

$$E_o = \frac{7 \cdot F^2 \cdot 10^{0,1 \cdot SNR - 16}}{\rho \cdot \tau \cdot p^2 \cdot T_e \cdot \eta}, \text{ [лк]}, \quad (2.3)$$

SNR – відношення сигнал-шум;

F – діафрагмове число;

ρ – коефіцієнт світловідбиття об'єкту;

τ – коефіцієнт світлопропускання об'єктиву;

p – розмір пікселя;

T_e – час експозиції;

η – коефіцієнт квантового виходу.

Розрахунок для смартфона Xiaomi Redmi Note 13 Pro Plus.

При значенні $SNR=45$ дБ, $d = 2,24$ мкм, $F = 1,7$, $\rho = 0,75$, $\tau = 0,85$,
 $T_e = 1/30$ с, $\eta = 0,8$ розрахункова величина

$$E_o = \frac{7 \cdot 1,7^2 \cdot 10^{0,1 \cdot 45 - 16}}{0,75 \cdot 0,85 \cdot 2,24^2 \cdot (1/30) \cdot 0,8} \approx 750 \text{ [лк]}. \quad (2.4)$$

При значенні $SNR=45$ дБ, $d = 4,2$ мкм, $F = 1,8$, $\rho = 0,75$, $\tau = 0,85$,
 $T_e = 1/30$ с, $\eta = 0,8$ розрахункова величина

$$E_o = \frac{7 \cdot 1,8^2 \cdot 10^{0,1 \cdot 45 - 16}}{0,75 \cdot 0,85 \cdot 4,2^2 \cdot (1/30) \cdot 0,8} \approx 350 \text{ [лк]}. \quad (2.5)$$

Порівнюючи значення (2.4) та (2.5) можна відмітити, що потрібна освітленість при рівному відношенні сигнал-шум відрізняється в

$$k = \frac{750}{350} = 2,14 \text{ разів}, \quad (2.6)$$

Що в предметній зйомці легко компенсується правильним вибором системи освітлення.

2.3 Розрахунок системи освітлення

Як у предметних, так і у портретних фотографів сьогодні є багато варіантів для вибору освітлювальних приладів для студії. Всі джерела світла можна поділити на неперервні (постійні) і імпульсні (спалахи) [12].

Неперервне (постійне) світло – це штучне джерело освітлення, що постійно світить. Воно використовується при зйомці, щоби забезпечити необхідний рівень освітлення і потрібний світлотіньовий малюнок. Його можна застосовувати разом з різними модифікаторами: рефлекторами, розсіювачами, стільниками, світлофільтрами і т.ін.

Другий тип освітлення – спалах (імпульсний). Він працює у короткий інтервал часу, коли фотограф знімає кадр. Спалах спрацьовує, коли відкривається затвор камери, швидко освітлює об'єкт, а потім виключається.

В предметній фотографії за допомогою смартфона краще застосовувати постійне світло. При використанні зовнішнього спалаху можуть виникати проблеми із синхронізацією. Крім того постійне джерело дозволяє образу бачити ефект освітлення. Переміщаючи світловий прилад відносно предмета, можна спостерігати, як виглядатиме кадр. Іншою суттєвою перевагою є те, що постійне світло підходить також для предметної відеозйомки.

В якості джерела освітлення оберемо прямокутну LED-лампу як таку, що є компромісом між жорстким і м'яким світлом. Жорсткість можна регулювати шляхом приближення або віддалення від об'єкту. Потужність випромінення і колірна температура регулюється дистанційно з пульту керування.

На рис. 2.4 показана схема взаємного розташування LED-лампи відносно предмету, розташованого на предметному столику.

Щоб обчислити освітленість по осьовій координаті можна використати закон зворотних квадратів відстаней [12]:

$$E = \Phi \cdot \cos\varphi / r^2, \quad (2.7)$$

де Φ – світловий потік лампи,

r – дистанція від лампи до предмету зйомки.

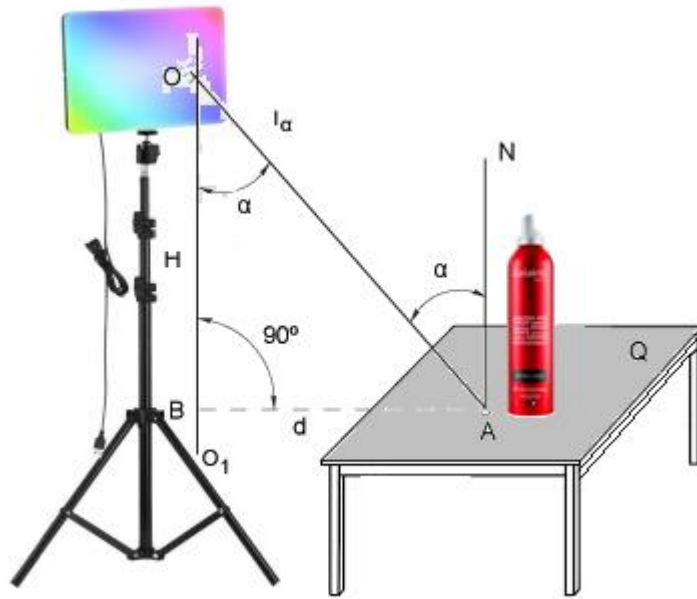


Рисунок 2.4 – Схема взаємного розташування лампи і предмета зйомки

Найчастіше розраховують освітленість в вертикальній і в горизонтальній площинах. Для розрахунку освітленості в горизонтальній площині при використанні лампи з вертикальною віссю симетрії формулу (2.7) приведемо до більш зручнішого вигляду:

$$E_z = \Phi \cdot \cos^3 \alpha / H^2. \quad (2.8)$$

На рис. 2.5 наведена схема для розрахунку вертикальної освітленості E_v .

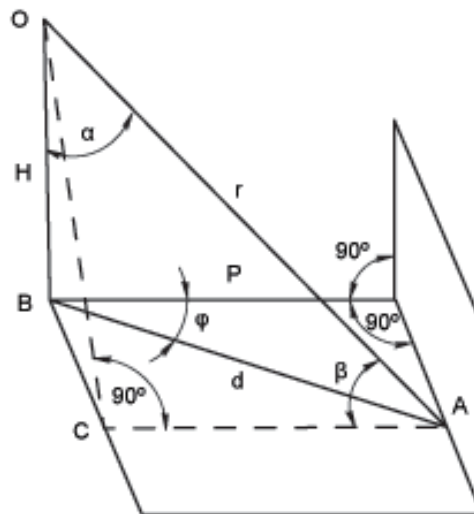


Рисунок 2.5 – Схема для розрахунку вертикальної освітленості

Вертикальну освітленість визначимо із загального закону зворотних квадратів відстаней (2.7), спростивши його. Для прямокутного трикутника OAC (рис. 2.5):

$$\cos\beta = AC/OA \text{ або } \cos\beta = P/r, \quad (2.9)$$

де P – дистанція від вертикальної площини до т. O .

На практиці для обчислень будемо використовувати не дистанцію r , а висоту H лампи над предметним столиком. Підставляючи у формулу (2.9) замість r значення H , а замість $E_e - E_z$, отримаємо:

$$E_e = E_z \cdot \frac{P}{H}. \quad (2.10)$$

Коли промінь світла, який потрапляє в т. A , знаходиться в площині, перпендикулярній до вертикальної освітлюваної площини, формула (2.10) прийме вигляд:

$$E_e = E_z \cdot \operatorname{tg}\alpha, \quad (2.11)$$

так як в даному випадку $P = d$.

Вертикальна площина матиме максимальну освітленість. При її ротації на кут φ освітленість зменшуватиметься, так як $P/d = \cos\varphi$. Тому

$$E_e = E_{\max} \cdot \cos\varphi. \quad (2.12)$$

Застосуємо LED лампу PL-36 з розміром 36x25 см з максимальною потужністю 50 Вт із штативом з максимальною висотою 2,1 м (рис.2.6).



Рисунок 2.6 – LED лампа PL-36 із штативом

Характеристики LED лампи PL-36 наведено в табл.2.4 [27].

Таблиця 2.4 – Характеристики LED лампи PL-36

Параметр	Значення
Електрична потужність, Вт	50
Світловий потік, лм	5680 лм
Колірна температура, К	2700-6500
Індекс передачі кольору, Ra	>95

Обчислимо величину освітленості на предметі зйомки в залежності від положення світильника (глибини і висоти) по виразах [12]:

$$E_z = \Phi \cdot \cos^3(\arctg(d / H)) / H^2. \quad (2.23)$$

$$E_g = \Phi \cdot d \cdot \cos^3(\arctg(d / H)) / H^3, \quad (2.24)$$

Світловий потік використаємо максимальний для повної потужності:

$$\Phi = 5 \cdot 1521 = 5680 \text{ лм.} \quad (2.25)$$

Результати обчислень наведені на рис.2.7 – рис.2.8.

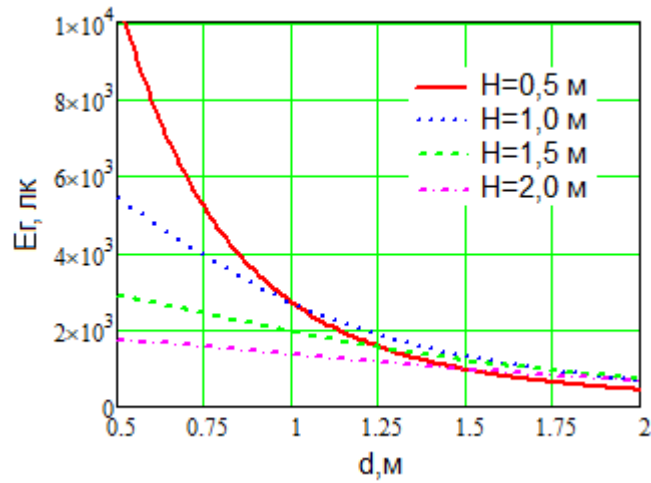


Рисунок 2.7 – Освітленість на предметі зйомки в горизонтальній площині

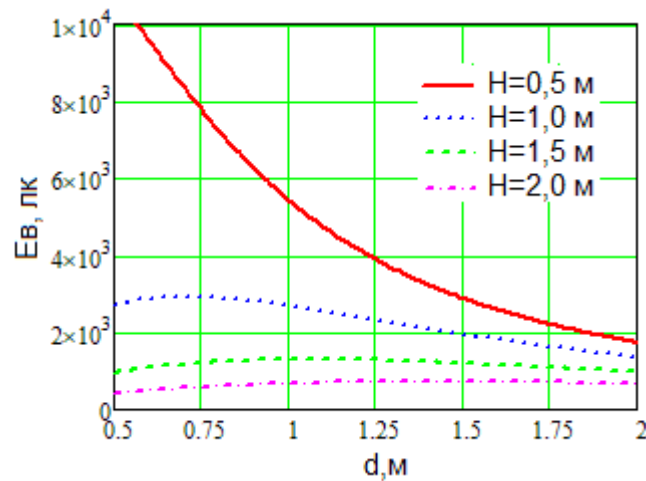


Рисунок 2.8 – Освітленість на предметі зйомки в вертикальній площині

З рис.2.7 і рис.2.8 видно, що на дистанціях не більше 1,5 м при будь-якій висоті лампи до 2 м освітленість на предметі буде не менше 1000 лк, що задовольняє чутливості камери смартфона в режимі 12,5 Мпкс без бінінгу.

Характерною особливістю вертикальної освітленості є той факт, що при висоті лампи 1 м і вище при збільшенні дистанції освітленість змінюється дуже повільно. Це надає можливість змінювати світлотіньову картину в широких межах без сильних змін освітленості.

2.4 Програмні методи обробки предметних фото

У дуже рідкісних випадках бувають ситуації, коли після проведення предметної зйомки замовнику віддається тільки сам RAW-файл без будь-якої обробки. Зазвичай сирий RAW може знадобитися тільки великим рекламним або дизайнерським компаніям, які мають свій штат ретушерів, але переважно замовник хоче отримати вже готову картинку, яку можна відразу ж розмістити на вітрині Інтернет-магазину або маркетплейсу, або використовувати знімок у якихось інших проектах .

У більшості випадків для цих цілей цілком достатньо базової ретуші знімка, коли після проведення зйомки «сирий» файл спочатку «проявляється» у RAW-конверторі і потім уже у Photoshop забирається все зайве з кадру. Це можуть бути різні елементи кріплень, утримувачі, прапори або відбивачі, які потрапили в кадр і без яких не обходиться жодна предметна фотографія.

Також цьому етапі обробки видаляються незначні видимі дефекти такі як пил, дрібні подряпини, ворсинки, нитки тощо, які можуть спричинити загальне сприйняття кадру. Витрачений час при такій обробці складає в середньому від 5 до 10 хвилин на знімок, за рахунок чого досягається висока продуктивність при прийнятній якості, що позитивно позначається на кінцевій вартості готової фотографії.

Але бувають випадки, коли з різних причин такий метод обробки знімка може виявитися недостатнім. Це може бути рекламна зйомка, коли потрібно не лише «прибратися в кадрі», але й попрацювати точково з акцентами, кольорами, фактурами. Або зйомка ювелірних виробів, коли доводиться практично «перемальовувати» метал і окремо працювати з кожним каменем.

Часто потрібне виправлення форм, підганяння одягу під фігуру, відновлення втрачених елементів, розгаджування складок, вирівнювання градієнтів і переходів тощо – все це неможливо зробити на етапі базової

ретуші, оскільки доводиться працювати не із загальним знімком, а вибірково з кожною проблемною ділянкою. Часу на таку обробку витрачається вже в рази більше, відповідно і вартість такої обробки вища. Таку обробку знімку і називають комерційною ретушшю.

Розглянемо основні етапи обробки.

2.4.1 Корекція експозиції і налаштування рівнів

Камера не завжди здатна створити досить контрастне зображення. У Photoshop з контрастом краще працювати, використовуючи криві чи рівні.

У коригуванні «Криві» налаштовуються точки у всьому тональному діапазоні зображення (рис.2.9).

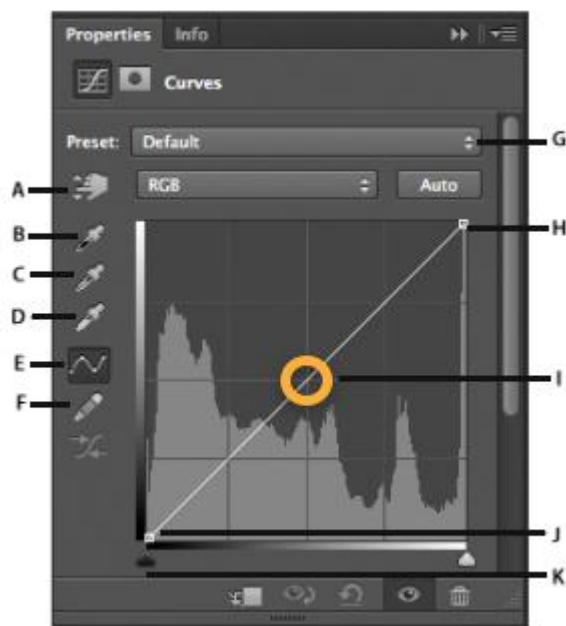


Рисунок 2.9 – Вікно налаштувань «Криві»:

A – інструмент прямої корекції зображення; B – проба зображення для визначення точки чорного; C – проба зображення для визначення точки сірого; D – проба зображення для визначення точки білого; E – редагування точок з метою зміни кривої; F – малювання з метою зміни кривої; G – меню наборів коригування "Криві"; H – встановлення точки чорного; I – встановлення точки сірого; J – встановлення точки білого; K – показувати відсікання.

Спочатку тональність зображення представлена як пряма діагональна лінія на графіку. Під час корекції зображення в режимі RGB у верхньому правому куті графіка представлені світла, а в нижньому лівому — тіні. Горизонтальна вісь графіка становить вхідні значення (вихідні значення зображення), а вертикальна вісь представляє вихідні значення (нові скориговані значення).



Рисунок 2.10 – Приклад предметного фото до (зліва) і після (справа) корекції рівнів

У міру того, як на лінії додаються та переміщуються напрямні точки, змінюється форма кривої, відображаючи коригування зображення.

Більш круті частини кривої представляють області високого розмаїття, а плоскі частини кривої є області низького розмаїття.

Налаштування діалогового вікна «Криві» можна зберегти як набори.

2.4.2 Корекція кольору

При зйомці в RAW форматі не виникає проблем з налаштуванням кольорів на постобробці.

Зображення доцільно розбити на канали кольорів. Налаштування дозволяють працювати з усіма каналами кольорів одночасно або з одним (рис.2.11).

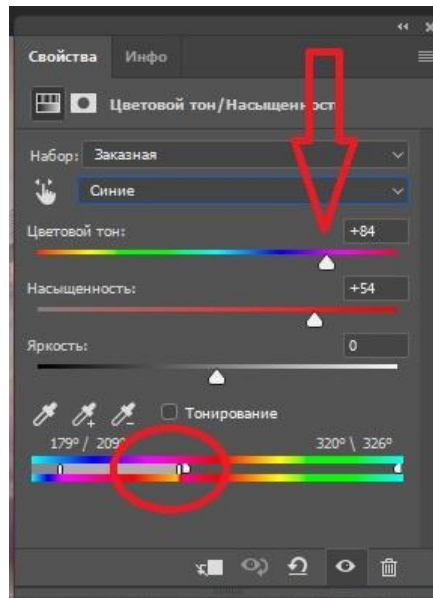


Рисунок 2.11 – Вікно корекції кольору

При роботі з окремим каналом кольору, вибираючи певний відтінок, який необхідно змінити, зручно користуватися інструментом «Піпетка». Після цього можна побачити обмежувачі на градієнтах. На колірних градієнтах можна обмежити колірний діапазон, тоді зміни відбуватимуться лише у ньому.

Далі, переміщуючи повзунки колірного тону, насиченості та яскравості, залишається підібрати налаштування відповідно до нашого завдання. На рис.2.12 показані результати до і після корекції кольору.



Рисунок 2.12 – Приклад предметного фото до (зліва) і після (справа) корекції кольору

Спочатку у вихіднику було піднято експозицію до значення 1,90.

Наступним кроком була поправлена колірна температура (баланс білого). Для того, щоби приглушити жовтизну температура скоригована в мінус. Потім зроблено кадрування. Після того, як ми змінили налаштування експозиції, відразу стало помітно, що картинка сильно йде в зелений тон, це теж виправлено налаштуваннями (рис.2.13), відводячи повзунок "Tint" у плюс.

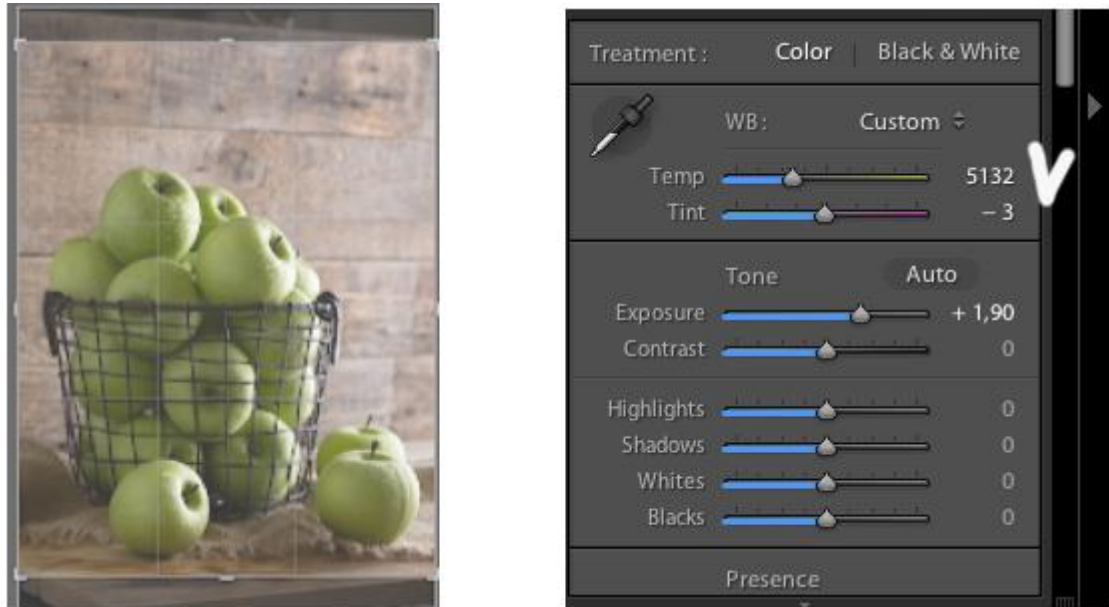


Рисунок 2.13 – Налаштування зелених тонів

Далі змінено положення повзунка "Highlights" у бік зменшення, це дозволить уникнути сильних пересвітів при додаванні експозиції, які ми могли спостерігати на сильно освітлених бочках яблук.

Так само це можна поправити відводячи повзунок "Whites" в мінус, це дозволить приглушити білі тони.

Далі вже творчіша робота, не обов'язкова, але явно змінює зображення. Додавання темних тонів на фото ми надаємо йому більшої атмосферності на мій погляд. Виводимо в плюс або додаємо темних тонів, відводячи повзунок "Black" в мінус все там же в головній вкладці "Basic".

Далі коригуємо тіні за допомогою кривої, що знаходиться у вкладці "Tone Curve". Криву можна змінювати як з допомогою повзунків змінюючи глибину темних і світлих тонів, і з допомогою повзунків, результат різний.

2.4.3 Шумоподавлення, різкість і мілка ретуш

Шум може проявлятися в двох формах: шум яскравості (градації сірого), коли зображення виглядає зернистим або плямистим, і кольоровий шум, зазвичай у вигляді кольорових артефактів на зображенні.

Шум яскравості може бути більш виражений в одному каналі зображення, зазвичай у синьому каналі. Можна регулювати шум для кожного каналу окремо в «Додаткових параметрах». Перед тим, як відкрити фільтр, слід перевірити кожний канал зображення окремо, щоб побачити, чи не домінує шум в якомусь одному каналі. Можна зберегти більше подробиць зображення, корегуючи один канал, ніж роблячи загальне коригування по всіх каналах.

Вибераємо «Фільтр» > «Шум» > «Зменшити шум». Збільшуємо масштаб у попередньому перегляді, щоб краще побачити шум зображення.

Встановлюємо параметри:

- сила – контролює ступінь зниження шуму яскравості, що застосовується до всіх каналів зображення;

- зберегти подробиці – зберігає краї та деталі зображення, наприклад, дуже тонкі або текстурні об'єкти. Значення 100 зберігає більшість подробиць зображення, але найменше усуває шум світності. «Балансувати силу» та «Зберегти подробиці» контролюють тонке налаштування зниження шуму;

- зменшити колірний шум – усуває випадкові кольорові пікселі. Більше значення більше знижує кольоровий шум;

- Збільшити різкість подробиць – збільшує різкість зображення. Усування шуму зменшує різкість зображення. Слід застосовувати елемент керування різкістю в діалоговому вікні або скористатися іншими фільтрами збільшення різкості Photoshop, щоб відновити різкість згодом.

Якщо шум домінує в одному або двох каналах, натискаємо кнопку «Додатково» і вибираємо канал кольору в меню «Канал».

Приклад роботи шумодавлювача показано на рис.2.14.



ISO1600 F5,8 1/30 c

Сила: 10
Збереження деталей: 0
Зменшення колірною шуму: 100
Різкість: 0

Сила: 50
Збереження деталей: 20
Зменшення колірною шуму: 100
Різкість: 10

Рисунок 2.14 – Приклад роботи шумодавлювача при різних налаштуваннях

Дрібні порошинки та нерівні градієнти створюють відчуття непрофесійності фотографа-ретушера. Очищенню знімка від сміття потрібно приділити особливу увагу.

Для цього існує багато методів, але при одиночних пилінках зручно користуватися інструментом Латка відповідно до вмісту. Інструмент «Латка» використовується для видалення непотрібних елементів зображення. Параметр «Відповідно до вмісту» в інструменті «Латка» синтезує сусідній вміст для його органічного накладання на оточуючий вміст.

Інструмент «Латка» має такі налаштування:

- структура – має значення від 1 до 7, щоб указати, наскільки точно латка має відповідати наявним графічним візерункам. Якщо ввести значення 7, латка вкрай точно відповідатиме наявним візерункам зображення. Якщо ввести значення 1, латка дуже неточно відповідатиме наявним візерункам зображення;

- колір – має значення від 0 до 10, щоби указати ступінь застосування програмою Photoshop алгоритмічного накладання кольору на латку. Якщо

вказати значення 0, накладання кольору не застосовуватиметься. Якщо для параметра Колір указати значення 10, буде застосовано максимальне накладання кольору.

На рис. 2.15 показано результат дії інструменту «Латка».



Рисунок 2.15 – Результат дії інструменту «Латка»:

до – ліворуч, після – праворуч

До обробки на чорному дозаторі помітні світлі пилінки. На жаль, їх повністю не уникнути під час зйомки. Але як видно з рис.2.15, можна успішно прибрати на постобробці.

2.5 Висновки по розділу 2

В розділі 2 виконано обґрунтування вибору фотокамери для предметної зйомки. Розглянуто дві альтернативи: смартфон Смартфон Xiaomi Redmi Note 13 Pro Plus та бездзеркальна професійна камера SONY Alpha a6400. Вартість цих варіантів відрізняється більш, ніж вчетверо, або ще більше, якщо докуповувати додатковий світловильний об'єктив 50 мм на камеру SONY.

Тому було вирішено на основі їх технічних характеристик розрахувати чутливість камер, точніше освітленість на об'єкті, потрібну для досягнення відношення сигнал-шум більше 45 дБ. Вважається, що таке зображення матиме оцінку відмінно по 5-бальній шкалі.

Виявилось, що при витримці 1/30 с для камери смартфона потрібна освітленість близько 750 лк, а для бездзеркальної камери SONY – 350 лк. Тобто різниця невелика, всього 2,14 рази. При цьому камера SONY, ми вважали, має досить світлосильний об'єктив з діафрагмою 1,8. З комплектним об'єктивом різниця буде ще менше.

Такий результат можна пояснити тим, що камера SONY Alpha a6400 кроп сенсор APSC, менших розмірів, ніж повнокадрова матриця. Є в лінійці SONY і повнокадрові варіанти, але вони коштують більше 100 тис. гривень, що не підходить для початківця. Отже, сучасний смартфон може бути гарним варіантом для предметного фото. Різницю в чутливості можна компенсувати додатковим освітленням та збільшенням витримки.

Розрахована система освітлення. В якості джерела освітлення обрано прямокутну LED-лампу як таку, що є компромісом між жорстким і м'яким світлом. Жорсткість можна регулювати шляхом приближення або віддалення від об'єкту. Потужність випромінення і колірна температура регулюється дистанційно з пульта керування. Обрано LED лампу PL-36 з розміром 36x25 см з максимальною потужністю 50 Вт і світловим потоком 5680 лм.

Обчислено залежність освітленості на предметі зйомки в залежності від положення світильника (глибини і висоти). На дистанціях не більше 1,5 м при будь-якій висоті лампи до 2 м освітленість на предметі буде не менше 1000 лк, що задовольняє чутливості камери смартфона.

Розглянуті програмні методи обробки предметного фото. Вихідний матеріал має бути в форматі RAW, як той, що містить більше інформації, ніж JPEG (36 біт на піксель замість 24).

Перший етап – це корекція експозиції. В найпростішому випадку це налаштування рівнів, але краще для корекції використовувати криві. Крива – це ампліудна характеристика передачі яскравості або кольору. У відповідності з кривою вхідні значення яскравості перетворюються на вихідні. Криві дозволяють «витягнути» малопомітні діапазони яскравості, скоригувати пересвіт або недосвіт.

Другий етап – корекція кольору. Вона зводиться до корекції колірної температури. Якщо потрібно відтінки жовтішими, корекція температури іде в плюс, якщо синішими – в мінус. Тут треба добитися впізнаваності кольору знайомих предметів і нейтральності кольору чорно-білих предметів.

Далі корекцію кольору доцільно робити не по всіх каналах, а тільки по обраному кольору, який обирається піпеткою. Для нього коригується три параметри – насиченість, контрастність і відтінок. Така корекція дозволяє сконцентрувати увагу на предметі зйомки, зробити його більш привабливим. Наприклад – зелене яблуко ще зеленіше, червоний кавун ще червоніше і т.д. Насичені колірні картинки завжди приваблюють глядача.

Третій етап обробки – це подавлення шуму і мілка ретуш. Шум може бути більш виражений у одному каналі, зазвичай синьому, тому силу придушення слід налаштовувати окремо. Крім того слід застосовувати параметр збереження границь, щоби зберегти межі об'єкту нерозмитими, а також параметр збільшення різкості. Контролювати рівень шуму краще по збільшеному зображенню.

Часто на предметному фото, особливо на темних деталях, помітні світлі пилінки. На жаль, їх повністю не уникнути під час зйомки. Але їх можна успішно прибрати на постобробці інструментом «Латка відповідно до вмісту». Інструмент «Латка» використовується для видалення непотрібних елементів зображення. Параметр «Відповідно до вмісту» в інструменті «Латка» синтезує сусідній вміст для його органічного накладання на оточуючий вміст. Дана обробка швидка і дає якісні результати.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ СТВОРЕННЯ ПРЕДМЕТНИХ ФОТОГРАФІЙ НА КАМЕРУ СМАРТФОНУ

3.1 Апаратне забезпечення для предметної

В розділі 2 було показано, що обов'язковою умовою для зйомки предметного фото на камеру смартфона є наявність джерел світла, які можуть створити освітленість на предметі не менше 1000 лк. Для цього зручно використовувати прямокутну LED-лампу. Вона є компромісом між жорстким і м'яким світлом. Жорсткість можна регулювати шляхом приближення або віддалення від об'єкту. Потужність випромінювання і колірна температура регулюється дистанційно з пульту керування.

Власний досвід авторки показав, що в якості додаткового джерела краще використовувати софтбокс якомога більшої площі. Дане джерело виконує роль заповнюючого світла. Для цього використовувався софтбокс з апертурою 90 см x 60 см. Його вартість на дату покупки у серпні 2023 року була 1750 грн. Ще близько 500 грн. вартували 5 світлодіодних ламп OSRAM 13 Вт 1520 лм. Кожну лампу можна вмикати окремо. Отже, загальна ціна другого джерела світла (рис.3.2) склала 2250 грн.



Рисунок 3.1 – Заповнююче джерело – софт-бокс 90x60 см із штативом + 5 LED ламп OSRAM 13 Вт 1520 лм

Ще одне джерело – фонове світло. Для цього краще використати кольорову LED лампу, яка має RGB світлодіоди і дозволяє довільно

змінювати колір. Така лампа має світити на білий матовий фон. В якості прикладу такого джерела можна використати світлодіодну прямокутну різнокольорову LED лампу RGBW PM26 з пультом та штативом 2м (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Фонове джерело – софт-бокс світлодіодна прямокутна різнокольорова LED лампа RGBW PM26

Фонова лампа має максимальну потужність 36 Вт і світловий потік 3640 лм.

Загальна схема апаратної організації студії для предметної фотозйомки показана на рис.3.3.



Рисунок 3.3 – Організація домашньої студії для предметної фотозйомки

Експериментальне вимірювання освітленості на об'єкті люксометром показало значення 5200 лк (рис.3.4). При такому освітленні розрахункове значення відношення сигнал-шум складає 54 дБ навіть при зйомці на смартфон.



Рисунок 3.4 – Вимірювання освітленості на предметі зйомки

Для предметної зйомки потрібно мати такий мінімальний набір фонів:

- чорний матовий (для формування «провалу» позаду об'єкту);
- білий матовий (для формування висвітлення позаду об'єкту або для відбиття кольорового світла фонові лампи);
- зелений (для колірної режекції і підстановки віртуального фону).

Можна також мати декілька вінілових фотофонів для фуд-фото.

3.2 Приклади предметної фото- і відеозйомки

В кваліфікаційній роботі виходячи з власного досвіду пропонується класифікувати сцену по різним характеристикам фону і предмету стосовно відбиття світла:

- фон – чорний, білий, кольоровий;
- предмет – глянцевий, матовий.

Розглянемо приклади поєднання предмету і фону.

3.2.1 Предметне фото на чорному фоні

Дуже багато привабливих предметних фотографій можна зробити на чорному фоні. При цьому незалежно від матеріалу на фото фон не буде чисто чорним, обов'язково будуть відблиски, градієнти сірого, нерівномірність структури. Тому треба під час зйомки зменшувати експозицію десь на 1...1,5 ступеня вниз. Приклад таких фото показано на рис.3.5. Внизу кожного фото показані гістограми яскравості.



Рисунок 3.5 – Приклади фотографій на чорному фоні з експокорекцією вниз на 1 ступінь (внизу кожного фото показані гістограми яскравості)

При постановці таких фото світло і ракурс зйомки потрібно планувати таким чином, щоби зменшити відблиски від чорного фону, а також зробити фон максимально гладкішим. В даному випадку не знадобиться проводити значних корекцій експозиції вниз, і можна буде отримати більше градацій на предметі зйомки, не переводячи їх в чорну область.

3.2.2 Фотографування відблискуючих предметів

Досвід показав, що найважчим предметом для фото є глянцеві предмети складної форми. Причини цього такі. По-перше, нелегко знайти взаємне розташування лампи і смартфона, при яких би не було умов для дзеркального відображення хоч від якоїсь ділянки предмета. По-друге, відображення на темному предметі сильно помітніше, ніж на білому.

В даному випадку гарно показала себе схема світла, коли заповнюючий софт-бокс спрямовується на білу стелю, а вже відбите світло рівномірно заповнює весь об'єм. На рис.3.6 показані фото відблискуючих предметів.



Рисунок 3.6 – Вдалі приклади зйомки відблискуючих предметів

Для придання фото об'єму застосовувалося малююче джерело – прямокутна LED-лампа.

3.2.3 Фотографування швидкоплинних процесів з малою витримкою

Для «заморозки» об'єктів, що рухаються в кадрі – вода, що ллється, цукор, що сиплеться і т.д. використовують коротку витримку, не більше 1/1000 с.

В роботі зроблено декілька подібних фото (рис.3.7). Проблема зйомки на смартфон полягає в недостатності освітленості при коротких витримках. Це потребує збільшувати ISO, що призводить до зростання шумів. Отже, на постобробці треба застосовувати шумоподавлення.



Рисунок 3.7 – Приклади фото з малою витримкою

Інший вихід – застосування зовнішніх спалахів, але це потребує додаткової роботи з забезпеченням синхронізації зі смартфоном. Це питання може бути предметом окремої студентської розробки або дослідження.

3.3 Висновки по розділу 3

В 3 розділі обґрунтовано апаратне забезпечення для предметної зйомки на смартфон. Схема освітлення для предметної фотозйомки містить 3 джерела: малююче – прямокутна LED лампа 50 Вт, заповнююче – софтбокс 90x60 см, на 5 LED ламп в сумі 65 Вт і кольорове фонове світло. При даній організації виміряна люксометром освітленість на предметі склала 5200 лк. При такому освітленні розрахункове значення відношення сигнал-шум складає 54 дБ навіть при зйомці на смартфон.

Для предметної зйомки потрібно мати такий мінімальний набір фонів: чорний матовий (для формування «провалу» позаду об'єкту); білий матовий (для формування висвітлення позаду об'єкту або для відбиття кольорового світла фонові лампи); зелений (для колірної режекції і підстановки віртуального фону). Можна також мати декілька вінілових фотофонів для фуд-фото.

Класифікувати сцену можна по різним характеристикам фону і предмету стосовно відбиття світла: фон – чорний, білий або кольоровий; предмет – глянцева або матова.

Дуже багато привабливих предметних фотографій можна зробити на чорному фоні. При цьому незалежно від матеріалу на фото фон не буде чисто чорним, обов'язково будуть відблиски, градієнти сірого, нерівномірність структури. Тому треба під час зйомки зменшувати експозицію десь на 1...1,5 ступеня вниз. При постановці таких фото світло і ракурс зйомки потрібно планувати таким чином, щоби зменшити відблиски від чорного фону, а також зробити фон максимально гладкішим.

Досвід показав, що найважчим предметом для фото є глянцева предмети складної форми. По-перше, нелегко знайти взаємне розташування лампи і смартфона, при яких би не було умов для дзеркального відображення хоч від якоїсь ділянки предмета. По-друге, відображення на темному предметі сильно помітніше, ніж на білому.

В даному випадку гарно показала себе схема світла, коли заповнюючий софт-бокс спрямовується на білу стелю, а вже відбите світло рівномірно заповнює весь об'єм. Для придання фото об'єму застосовувалося малююче джерело – прямокутна LED-лампа.

Для «заморозки» об'єктів, що рухаються в кадрі – вода, що ллється, цукор, що сиплеться і т.д. використовують коротку витримку, не більше 1/1000 с. В роботі зроблено декілька подібних фото. Проблема зйомки на смартфон полягає в недостатності освітленості при коротких витримках. Це потребує збільшувати ISO, що призводить до зростання шумів. Отже, на постобробці

треба застосовувати шумоподавлення. Інший вихід – застосування зовнішніх спалахів, але це потребує додаткової роботи з забезпеченням синхронізації зі смартфоном. Це питання може бути предметом окремої студентської розробки або дослідження.

ВИСНОВКИ

Предметна фотографія – це жанр, що використовується в рекламі для демонстрації зовнішніх характеристик продукту: його дизайну, конструкції і значущих елементів. Виходячи із завдання проводиться фотозйомка товару, предметів або асортиментних груп, об'єднаних у кадрі загальною композицією. Досягаються максимально виражені ракурси, які переконливо «говорять» про важливі функціональні властивості товару та його відмінності від конкурентної продукції.

Предметні фото потрібні для буклетів, Інтернет-магазинів, періодичних видань, каталогів і т.д. Саме від якості знімка залежить, чи зможете ви переконати клієнта здійснити покупку.

Крім фотокамери та освітлення за потреби використовується додаткове обладнання – предметний стіл, макрооб'єктив, поляризаційні фільтри, безтіньовий куб, різні джерела світла та кольорові фони. Під час зйомки фотограф обов'язково повинен прибрати відблиски та зайві відображення, підкреслити обсяг, глибину та фактуру предметів.

Отже, зрозуміло, що в предметному фото крім майстерності фотографа вирішальне значення має правильний вибір апаратного забезпечення та програмної обробки, щоби предмет був на фото максимально привабливим.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз впливу апаратних засобів та програмних обробок на характеристики предметних фото зображень, та формування на основі цього аналізу рекомендацій по проведенню предметних фотозйомок та обробки предметних фото.

В першому розділі проведено аналіз процесу фотозйомки та факторів, що впливають на її результат. Якість зображення в предметній фотографії залежить від трьох складових частин: освітлення; об'єктив камери; матричний перетворювач камери. Тобто, від тих складових системи, що знаходяться ближче до предмету.

Світлосильні об'єктиви і довгофокусні об'єктиви здатні забезпечити меншу глибину різко зображуваного простору, привертаючи увагу глядача до певних деталей фото. Такий прийом часто застосовують в портретній зйомці, але щодо предметної зйомки, то такий прийом майже не застосовується.

Фізичний розмір пікселя матриці впливає на світлочутливість і фотографічну широту (динамічний діапазон). Малу світлочутливість камери можна компенсувати освітленням і більшою витримкою при зйомці на штативі, тому що в предметній зйомці об'єкт в основному є нерухомим. Динамічний діапазон предметних фото не є широким, тому що в основному кадр компонується так, щоби безпосередньо світло джерела не потрапляло в об'єktiv.

Отже, з аналізу слідує, що предметну зйомку потенційно можна виконувати на камери сучасних смартфонів. Задачами є оцінка їх світлочутливості, розрахунок системи освітлення, а також обґрунтування методів постобробки.

В розділі 2 виконано обґрунтування вибору фотокамери для предметної зйомки. Розглянуто дві альтернативи: смартфон Смартфон Xiaomi Redmi Note 13 Pro Plus та бездзеркальна професійна камера SONY Alpha a6400. Вартість цих варіантів відрізняється більш, ніж вдвічі, або ще більше, якщо докуповувати додатковий світловильний об'єktiv 50 мм на камеру SONY.

Тому було вирішено на основі їх технічних характеристик розрахувати чутливість камер, точніше освітленість на об'єкті, потрібну для досягнення відношення сигнал-шум більше 45 дБ. Вважається, що таке зображення матиме оцінку відмінно по 5-бальній шкалі.

Виявилось, що при витримці 1/30 с для камери смартфона потрібна освітленість близько 750 лк, а для бездзеркальної камери SONY – 350 лк. Тобто різниця невелика, всього 2,14 рази. При цьому камера SONY, ми вважали, має досить світлосильний об'єktiv з діафрагмою 1,8. З комплектним об'єktivом різниця буде ще менше.

Такий результат можна пояснити том, що камера SONY Alpha a6400 кроп сенсор APSC, менших розмірів, ніж повнокадрова матриця. Є в лінійці

SONY і повнокадрові варіанти, але вони коштують більше 100 тис. гривень, що не підходить для початківця. Отже, сучасний смартфон може бути гарним варіантом для предметного фото. Різницю в чутливості можна компенсувати додатковим освітленням та збільшенням витримки.

Розрахована система освітлення. В якості джерела освітлення обрано прямокутну LED-лампу як таку, що є компромісом між жорстким і м'яким світлом. Жорсткість можна регулювати шляхом приближення або віддалення від об'єкту. Потужність випромінення і колірна температура регулюється дистанційно з пульта керування. Обрано LED лампу PL-36 з розміром 36x25 см з максимальною потужністю 50 Вт і світловим потоком 5680 лм.

Обчислено залежність освітленості на предметі зйомки в залежності від положення світильника (глибини і висоти). На дистанціях не більше 1,5 м при будь-якій висоті лампи до 2 м освітленість на предметі буде не менше 1000 лк, що задовольняє чутливості камери смартфона.

Розглянуті програмні методи обробки предметного фото. Вихідний матеріал має бути в форматі RAW, як той, що містить більше інформації, ніж JPEG (36 біт на піксель замість 24).

Перший етап – це корекція експозиції. В найпростішому випадку це налаштування рівнів, але краще для корекції використовувати криві. Крива – це амплітудна характеристика передачі яскравості або кольору. У відповідності з кривою вхідні значення яскравості перетворюються на вихідні. Криві дозволяють «витягнути» малопомітні діапазони яскравості, скоригувати пересвіт або недосвіт.

Другий етап – корекція кольору. Вона зводиться до корекції колірної температури. Якщо потрібно відтінки жовтішими, корекція температури іде в плюс, якщо синішими – в мінус. Тут треба добитися впізнаваності кольору знайомих предметів і нейтральності кольору чорно-білих предметів.

Далі корекцію кольору доцільно робити не по всіх каналах, а тільки по обраному кольору, який обирається піпеткою. Для нього коригується три параметри – насиченість, контрастність і відтінок. Така корекція дозволяє

сконцентрувати увагу на предметі зйомки, зробити його більш привабливим. Наприклад – зелене яблуко ще зеленіше, червоний кавун ще червоніше і т.д. Насичені колірні картини завжди приваблюють глядача.

Третій етап обробки – це подавлення шуму і мілка ретуш. Шум може бути більш виражений у одному каналі, зазвичай синьому, тому силу придушення слід налаштовувати окремо. Крім того слід застосовувати параметр збереження границь, щоби зберегти межі об'єкту нерозмитими, а також параметр збільшення різкості. Контролювати рівень шуму краще по збільшеному зображенню.

Часто на предметному фото, особливо на темних деталях, помітні світлі пилінки. На жаль, їх повністю не уникнути під час зйомки. Але їх можна успішно прибрати на постобробці інструментом «Латка відповідно до вмісту». Інструмент «Латка» використовується для видалення непотрібних елементів зображення. Параметр «Відповідно до вмісту» в інструменті «Латка» синтезує сусідній вміст для його органічного накладання на оточуючий вміст. Дана обробка швидка і дає якісні результати.

В 3 розділі обґрунтовано апаратне забезпечення для предметної зйомки на смартфон. Схема освітлення для предметної фотозйомки містить 3 джерела: малююче – прямокутна LED лампа 50 Вт, заповнююче – софтбокс 90х60 см, на 5 LED ламп в сумі 65 Вт і кольорове фонове світло. Для предметної зйомки потрібно мати такий мінімальний набір фонів: чорний матовий (для формування «провалу» позаду об'єкту); білий матовий (для формування висвітлення позаду об'єкту або для відбиття кольорового світла фонові лампи); зелений (для колірної режекції і підстановки віртуального фону). Можна також мати декілька вінілових фотофонів для фуд-фото.

При даній організації виміряна люксометром освітленість на предметі склала 5200 лк. При такому освітленні розрахункове значення відношення сигнал-шум складає 54 дБ навіть при зйомці на смартфон.

Класифікувати сцену можна по різним характеристикам фону і предмету стосовно відбиття світла: фон – чорний, білий або кольоровий; предмет – глянцевий або матовий.

Дуже багато привабливих предметних фотографій можна зробити на чорному фоні. При цьому незалежно від матеріалу на фото фон не буде чисто чорним, обов'язково будуть відблиски, градієнти сірого, нерівномірність структури. Тому треба під час зйомки зменшувати експозиціюдесь на 1...1,5 ступеня вниз. При постановці таких фото світло і ракурс зйомки потрібно планувати таким чином, щоби зменшити відблиски від чорного фону, а також зробити фон максимально гладкішим.

Досвід показав, що найважчим предметом для фото є гляцеві предмети складної форми. По-перше, нелегко знайти взаємне розташування лампи і смартфона, при яких би не було умов для дзеркального відображення хоч від якоїсь ділянки предмета. По-друге, відображення на темному предметі сильно помітніше, ніж на білому.

В даному випадку гарно показала себе схема світла, коли заповнюючий софт-бокс спрямовується на білу стелю, а вже відбите світло рівномірно заповнює весь об'єм. Для придання фото об'єму застосовувалося малююче джерело – прямокутна LED-лампа.

Для «заморозки» об'єктів, що рухаються в кадрі – вода, що ллється, цукор, що сиплється і т.д. використовують коротку витримку, не більше 1/1000 с. В роботі зроблено декілька подібних фото. Проблема зйомки на смартфон полягає в недостатності освітленості при коротких витримках. Це потребує збільшувати ISO, що призводить до зростання шумів. Отже, на постобробці треба застосовувати шумоподавлення. Інший вихід – застосування зовнішніх спалахів, але це потребує додаткової роботи з забезпеченням синхронізації зі смартфоном. Це питання може бути предметом окремої студентської розробки або дослідження.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. The Evolution of Camera Phones, Visualized // Visual Content Editor, August 11, 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://simpleghar.com/the-evolution-of-camera-phones-visualized> (дата звернення 12.12.2023).
2. Morio Onoe. Digital Still Cameras: The Changing Face of Imaging // Photonics Spectra, March 2009. [Електронний ресурс]. URL: https://www.photonics.com/Articles/Digital_Still_Cameras_The_Changing_Face_of/p4/a25131 (дата звернення 12.12.2023).
3. Saraju P. Mohanty. A secure digital camera architecture for integrated real-time digital rights management // Journal of Systems Architecture, Vol. 55, Issues 10–12, October–December 2009. – pp. 468-480.
4. A. Yadav, P. Yadav. Digital Image Processing. University Science Press, 2009.
5. Melanie Cofield. Digital Imaging Basics. Information Technology Lab School of Information. The University of Texas at Austin, Summer 2005.
6. D. Sugimura, T. Mikami, H. Yamashita, and T. Hamamoto. Enhancing Color Images of Extremely Low Light Scenes Based on RGB/NIR Images Acquisition With Different Exposure Times // IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 24, No. 11, November 2015.
7. Understanding the Digital Image Sensor // LUCID Builds Innovative Cameras and Components, April 14, 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://thinklucid.com/tech-briefs/understanding-digital-image-sensors/> (дата звернення 12.12.2023).
8. M. Williams. What is the Difference Between a CCD and CMOS Camera Sensor? // PetaPixel, August 04, 2021. [Електронний ресурс]. URL: <https://petapixel.com/what-is-ccd-cmos-sensor/> (дата звернення 12.12.2023).
9. Junichi Nakamura, Brian J. Thompson, Kenji Toyoda, Takeshi Koyama. Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Cameras. New-York: Taylor and Francis, 2005.

10. Al Judge. Understanding DSLR Lenses: An Illustrated Guidebook. Paperback – July 3, 2013.
11. M. Laikin. Lens Design. 3rd edition. CRC Press, 2001. – 504 p.
12. D. Malacara. Handbook of Optical Engineering. New-York: Taylor and Francis, 1996. – 960 p.
13. Brian W. Keelan, Handbook of Image Quality: Characterization and Prediction. New-York: Taylor and Francis, 2002.
14. Zubkov O.V., Sheiko S.O., Oleynikov V.M., Kartashov V.M., Babkin S.I. Investigation of Efficiency of Detection and Recognition of Drone Images from Video Stream of Stationary Video Camera / Telecommunications and Radio Engineering, 2021, 80(3), pp. 23–37.
15. Koryttsev, S. Sheiko, V. Kartashov, O. Zubkov, V. Oleynikov, I. Selieznov, M. Anohin. Practical Aspects of Range Determination and Tracking of Small Drones by Their Video Observation // 2020 International Scientific-Practical Conference. Problems of Infocommunications. Science and Technology. Kharkiv, Ukraine. October 6-9, 2020. – 5 p.
16. V. Kartashov, V. Oleynikov, O. Zubkov, S. Sheiko. Optical detection of unmanned air vehicles on a video stream in a real-time // The Fourth International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo'2019), 9–13 September 2019, Odessa, Ukraine, 4 p.
17. В.М. Карташов, И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.Н. Олейников, О.В. Зубков, С.И. Бабкин. Оптико-электронные методы обнаружения воздушных объектов и измерения их координат // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 153 – 159.
18. О.В. Зубков, С.А. Шейко, В.Н. Олейников, В.М. Карташов, И.В. Корытцев, С.И. Бабкин. Исследование эффективности детектирования и распознавания изображений дронов по видеопотоку // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 136 – 146.

19. И.В. Корытцев, С.А. Шейко, В.М. Карташов, О.В. Зубков, В.Н. Олейников, С.И. Бабкин, И.С. Селезнев. Обработка сигналов при пеленгации и определении дальности до малоразмерных БПЛА в оптическом и инфракрасном диапазонах // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2020. – Вып. 202. – С. 125 – 134.
20. Zubkov O., Sheiko S., Oleynikov V., Kartashov V. Investigation of the neural networks effectiveness in recognizing moving drones. International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies, 2021, 2, pp. 119–122.
21. Sytnik O., Kartashov V. Technical vision model of the visual systems for industry application // Examining Optoelectronics in Machine Vision and Applications in Industry 4.0, 2021, pp. 288–310.
22. Довгаль К.С. Особливості роботи та використання програм тривимірного простору // 24-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2021. – с. 67 – 68.
23. Тимченко Г.О. Оцінка дальностей виявлення, розпізнавання та ідентифікації БПЛА в оптико-електронному каналі // 25-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2021. – с. 45 – 46.
24. Ключенков Р.О. Дослідження адаптивних методів подавлення шуму в відеозображеннях // 24-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2020. – с. 111 – 112.
25. Кац Д.В. Ефективність методів віднімання фону в задачах виявлення малих БПЛА // 24-й Міжнародний молодіжний форум «Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті». Зб. матеріалів форуму. Т. 3. – Харків: ХНУРЕ. 2020. – с. 101 – 102.

26. Specifications on Xiaomi Redmi Note 13 Pro Plus. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.kimovil.com/en/xiaomi-redmi-note-13-pro/camera> (дата звернення: 21.11.2023).

27. Mirrorless cameras SONY Alpha a6400 specifications. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.sony.com/electronics/support/e-mount-body-ilce-6000-series/ilce-6400/specifications> (дата звернення: 21.11.2023).

28. Кусинська І.Ю. Дослідження технічних можливостей предметної фото- і відеозйомки на камеру смартфона: кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра. – Х.: ХНУРЕ. – 2022 р. – 70 с.

29. Лампа відеосвітло LED, 36x25 см, 448 Lights, 2700К-6500К, Remote, Adapter Inside - PL-36. [Електронний ресурс]. URL: https://fotosvet.com.ua/ua/p2036457539-studijnyj-led-svet.html?source=merchant_center&gclid=Cj0KCQiAtaOtBhCwARIsAN (дата звернення: 21.11.2023).