

*Дзікевич А.В., Цибуля М.В., Іванова М.С., бакалаври;
науковий керівник Олейнікова І.В.*

Київський національний університет технологій та дизайну

СВІТЛОФІЛЬТРИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА РІЗНОКОЛЬОРОВИМ СВІТЛОДІОДАМ В СТВОРЕННІ ОБ'ЄКТІВ СВІТЛОДИЗАЙНУ

Анотація. У статті розглянуто доцільність використання світлофільтрів як альтернатива різнокольоровим світлодіодам для створення об'єктів світлодизайну. Визначено їх принцип роботи та властивості світлофільтрів. Проаналізовані особливості та переваги використання світлофільтрів над іншими методами маніпуляції з кольором світла. Наведено конкретні приклади та арт-об'єкти, де використовуються світлофільтри спеціально підібраних кольорів.

Ключові слова: світлофільтри; довжина хвилі; спектр; світло; арт-об'єкт.

Dzikevych A.V., Tsybulya M.V., Ivanova M.S.; scientific supervisor: Oleynikova I.V.

Kyiv National University of Technologies and Design

LIGHT FILTERS AS AN ALTERNATIVE TO MULTI-COLORED LEDS IN THE CREATION OF LIGHT DESIGN OBJECTS

Abstract. The article considers the expediency of using light filters as an alternative to multi-colored LEDs to create light design objects. Their principle of operation and properties of light filters are determined. The features and advantages of using light filters over other methods of light color manipulation are analyzed. Specific examples and art objects are used, where light filters of specially selected colors are used.

Keywords: light filters; wavelength; spectrum; light; art object.

Вступ. Колір існує лише тоді, коли представлені всі три компоненти: глядач, предмет і освітлення. Незважаючи на те, що чисте біле світло здається безбарвним, воно дійсно містить усі довжини хвиль видимого спектру, що відповідають певному набору кольорів. Коли біле світло досягає об'єкту, поверхня вибірково поглинає певні кольори та відображає інші. Саме відбиті кольори створюють у спостерігача сприйняття кольору.

В залежності від поглинання прозорим матеріалом певних довжин хвиль з усього спектру можна відбирати ті хвилі, які відповідають заданому кольору. Відповідно коли таке світло потрапляє на поверхню з зображення подібного кольору воно стає невидимим. Така властивість прозорих матеріалів стала основою для створення спеціальних світлофільтрів, які перетворюють звичайне світло у монохроматичне, дихроїчне або з заданим спектром частот.

Система створення кольорового світла у світлодіодах має більш складну процедуру і має бути складена на етапі створення світлодіодів [1]. Оскільки існує проблема складного створення кольорового світла задля підвищення візуальної естетичності дизайнерських світло-об'єктів світлофільтри можуть допомогти вирішити цю проблему.

На сьогодні світлофільтри широко використовуються у сфері фотографії, але їх потенціал можливо застосувати й в інших галузях візуального мистецтва, а саме – у світлодизайні [2].

Постановка завдання. Метою даної роботи є дослідження особливостей і переваг світлофільтрів, задля використання їх замість інших методів створення кольорового світла при проектуванні об'єктів світлодизайну та демонстрації результатів на конкретних прикладах.

Результати досліджень. Світлофільтри – оптичні компоненти, які залежно від довжини хвилі, кута падіння або поляризації зменшують інтенсивність світлового потоку

або змінюють його іншим чином (наприклад, сповільнення, поляризація). Вони виготовляються з оптичного скла, яке має такі особливості: довжина хвилі, яка впливає на колірні характеристики, показник поглинання та оптичні властивості, пов'язані з анізотропією (у деяких скляних пластинах може відбуватися явище подвійного заломлення, яке можна використовувати для створення певних ефектів).

Завдання кольорового фільтра полягає в тому, щоб змінити спектральний склад світла, яке потрапляє на світлочутливий матеріал [2]. У субтрактивному процесі світлофільтри функціонують, пропускаючи певні кольорові хвилі, одночасно поглинаючи інші. Основними відтінками колірної кола (рис. 1) є червоний, синій та зелений [3].

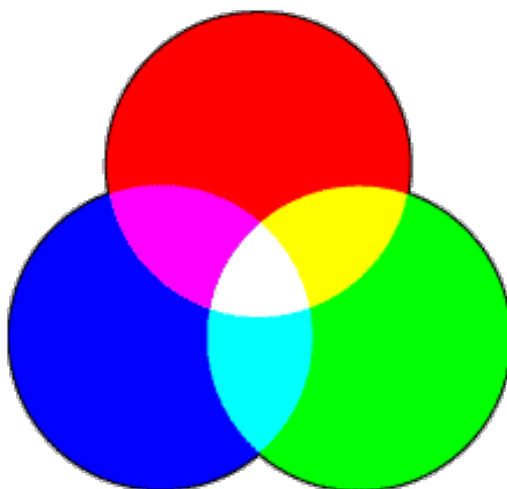


Рис. 1. Змішування основних кольорів

Синій фільтр пропускає сині хвилі, червоний фільтр пропускає червоні хвилі, блокуючи сині [3]. Оскільки тіні містять багато синього, червоний фільтр затемнює їх; але, якби використовували синій фільтр, то освітлили б їх.



Рис. 2. Зображення при впливі: а) синього світлофільтра, б) червоного світлофільтра

Червоний фільтр також використовується у фотозйомці документів, щоб відтворити папір, який стало важко читати в результаті погіршення стану чорнил [2].

При застосуванні до арт-об'єкту (рис. 4) ефекту зміни світлофільтрів можна бачити незвичайні ефекти, наприклад, зображення всередині зображення [4]. В результаті під час використання фільтра синього світла сині кольори зникають і залишаються лише червоні, і навпаки. Таким чином, можна переглянути зображення на

фотографії або частину зображення за допомогою світлофільтрів. Приклади цього ефекту на малюнках інших художників можна побачити на рис. 5 [4].



Рис. 3. Світлофільтр: а) червоного кольору, б) синього кольору

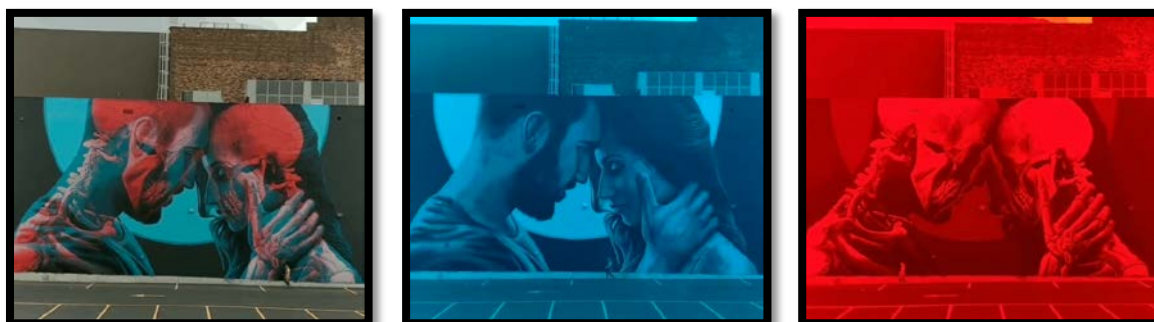


Рис. 4. Арт-об'єкт у штаті Масачусетс: а) Реальне зображення, б) Зображення через фільтр синього світла, в) Зображення через червоний світлофільтр



Рис. 5. Арт-об'єкт у Берліні: а) Реальне зображення (Berlin Mural Fest), б) Зображення через фільтр червоного світла, в) Зображення через синій світлофільтр

Як природне, так і штучне світло мають свій спектральний склад. Слід пам'ятати, що крім видимої частини спектра з довжиною хвилі від 390 до 750 нанометрів у світлі присутні й інші ділянки, котрі ми не можемо безпосередньо візуально спостерігати оком. Довжини хвиль, що відповідають різним кольорам, впливають на властивості світлових

хвиль і відповідно мають, крім візуального ефекту і фізіологічний вплив кольору на організм людини.

Вже доведено впливи ультрафіолетового [5] та інфрачервоного [6] випромінювання, котрі абсолютно відрізняються по властивостям. Звідси можна припустити, що кожна довжина хвилі по-особливому діє на людину і на сьогодні існує велика кількість публікацій, які досліджують їх вплив на живі організми. Вони можуть збуджувати або пригнічувати центральну нервову систему, перебудовуючи фізіологічні та психічні реакції, змінюючи загальний тонус організму, підтримуючи діяльний стан. Світло також може впливати на імунні та алергічні реакції, серцево-судинну систему, а також на різні показники обміну, змінювати рівень аскорбінової кислоти в крові, в надниркових залозах і мозку.

Візьмемо для прикладу використання певних спеціально підібраних кольорів у офтальмології. При короткозорості спеціалісти спираючись на дослідження [7] рекомендують читати чи виконувати різні вправи з використанням червоного світла, а при далекозорості – синього.

Якщо говорити про вплив синього кольору, то тривале й особливо пізніше використання штучного освітлення та електроніки може спричинити проблеми зі сном та здоров'ям. Це пояснюється тим що, тіло людини має внутрішній годинник, який регулює добовий ритм, який в свою чергу впливає на багато внутрішніх функцій. А саме він сигналізує, коли бути активним, а коли втомленим і заснути. Для такого розмежування циркадні ритми потребують сигналів із зовнішнього середовища – денне світло, яке містить блакитну довжину хвилі й темрява, де її не має.

Коли темніє і зникає синє світло, епіфіза виділяє гормон мелатонін. Він впливає на організм таким чином, що ми втомлюємося і хочемо спати. Штучне синє світло від ламп та пристроїв досить ефективно пригнічує вироблення мелатоніну, як і природне від сонця. Цей процес погіршує якість вашого сну та знижує його кількість.

Також вчені з Університету Толедо припускають, що шкідливе синє світло подразнює сітківку ока і викликає різні хімічні реакції, які пошкоджують фоторецепторні клітини. Їх регенерація відсутня [8].

В ранковий час світло, що містить блакитну довжину хвилі особливо важливе для активного пробудження. А от активне використання ламп протягом дня, а особливо ввечері та інколи вночі (користування нічниками, вуличне освітлення, що потрапляє в дім та інше) можуть порушувати гармонійну роботу організму. Тому необхідно шукати спосіб вилучення блакитного світла.

Різноманітні джерела світла мають у своєму спектрі різну кількість шкідливого синього світла (рис. 6), тому для зменшення його кількості можна замінити LED лампи, які наразі є найрозповсюдженішими на OLED.

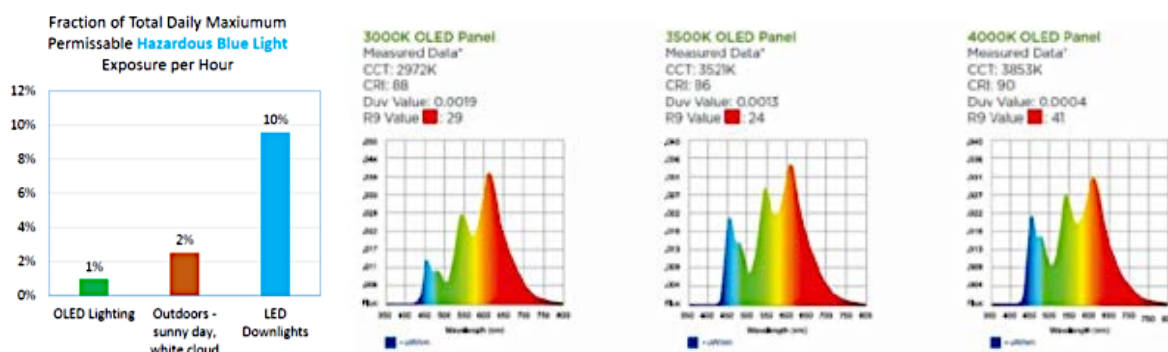


Рис. 6. а) Частка «шкідливого синього світла» у різних джерелах світла [9]; Спектр OLED з колірною температурою б) 3000К, в) 3500К, г) 4000К

OLED альтернатива значно знизить випромінювання синіх довжин хвиль, але повністю не позбудеться їх. Цього може бути достатньо для багатьох випадків, але не у всіх. До того ж наразі виготовлення OLED є технологічно складним та високовартісним для масового розповсюдження [10], отже нині вони не можуть замінити прості системи вибору спектральних ліній за допомогою світлофільтрів.

Для виключення шкідливого синього світла зі спектру, також можна виготовляти світлодіоди певної довжини хвилі. Цей метод передбачає, що треба спочатку в саму систему виготовлення вкладати технологію створення певного кольору, який ми хочемо отримати за допомогою даного світлодіода, але це достатньо складно для масового виробництва. А при використанні LED стрічки доводиться додавати люмінофор та інші елементи, тому зручніше виготовляти окремо світлофільтри. Створити світло зі спеціальною кольоровою характеристикою для визначеного об'єкту – простіше. І такі світлофільтри можна встановлювати на різні вже діючі лампи.

Світлофільтри легко та ефективно змінюють спектральний склад світла під будь-яку потребу. Розглянемо ефективність світлофільтрів для усунення синіх довжин хвиль. Це можна легко зробити підібравши світлофільтри потрібних кольорів так, що світло проходячи через нього матиме значно меншу синю смугу у своєму спектрі або вона буде повністю відсутня (рис. 7).

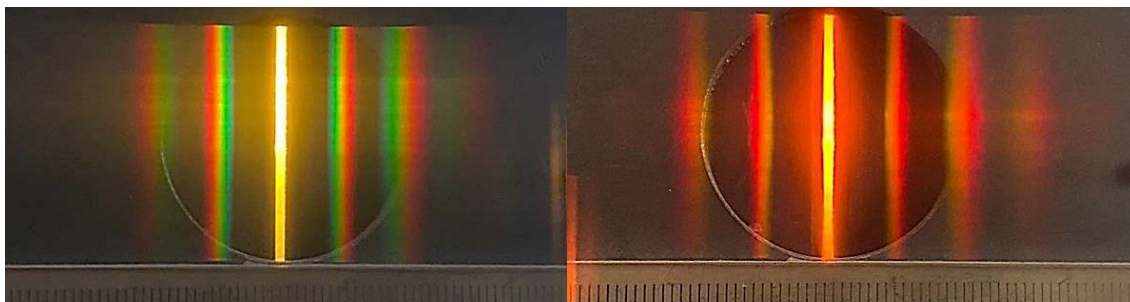


Рис. 7. Спектральний склад світлодіодної лампочки зі світлофільтром
а) ЖС 16, б) ЖЗЕ 12

Кожен кольоровий фільтр (незалежно від типу) зменшує кількість світла, що проходить. Неможливо повністю перетворити промінь білого світла в промінь, наприклад червоного світла. Червоний дихроїчний фільтр працює, відбиваючи всі не червоні довжини хвиль світла і пропускаючи тільки червону частину [11].

Якщо вихідна частка червоного світла становила всього 5% від білого спектра, то результатна кількість червоного світла буде тільки 5% від початкового. Ось чому чим більш насичений колір, тим сильніше зменшується сприйняття яскравості. В результаті освітлення буде красивим, але може бути менш яскравим, ніж очікувалося, і потрібно буде джерело світла з більш високим світловим потоком.

Яскравість також залежить від того, що освітлюється. Для освітлення дерева з корою темного кольору потрібно набагато більш яскраве світло, ніж для освітлення об'єкта світлого кольору. Більш насичені з фільтрів (наприклад, червоний, зелений і індиго) слід використовувати тільки для світлих об'єктів.

Світлофільтри можна підібрати таким чином, що послідовне використання їх дозволяло візуально спостерігати сюжет шоу (рис. 8) створений з окремого арт-об'єкту чи картини.

Світлофільтрами можна покривати не лише джерело світла безпосередньо, а й під нього можна вносити дизайнерське зображення і використовувати освітлення за допомогою білого світла. Такий об'єкт може розповідати певну історію та бути

використанім в навчальних або розважальних цілях. Сюжет буде змінюватись в залежності від накладеного кольору світлофільтру, через який ми дивимось на зображення.



Рис. 8. Приклад арт-об'єкту з використанням світлофільтрів змодельованим у програмі SKETCHUP

Ефект, що дає світлофільтр в незалежності від того, чи накладаємо ми фільтр безпосередньо на джерело світла чи використовуємо його в якості «вітринного скла» певного кольору через який ми спостерігаємо дану картинку, буде однаковим.

Систему світлофільтрів можуть використовувати для створення арт-об'єктів в даному випадку використано кольори в такій послідовності: червоний → помаранчевий → жовтий → без світлофільтрів.

Також можливий варіант використання цих світлофільтрів у зворотній послідовності. Розглянемо приклад малюнка з деревом (рис. 9.а). На малюнку зображене дерево (коричневого кольору) з листочками (жовтого, помаранчевого, червоного кольорів), на якому висить гойдалка (коричневого кольору), на якій сидять хлопчик (червоного кольору) та дівчинка (помаранчевого кольору). Зверху справа світить сонце жовтого кольору «пускаючи» свої промені на весь малюнок. Після накладання червоного світлофільтра (рис. 9.б) ми можемо бачити тільки стовбур дерева коричневого кольору, без листочків. Так як, червоний світлофільтр приглушує всі відтінки жовтого, помаранчевого та червоного кольорів.

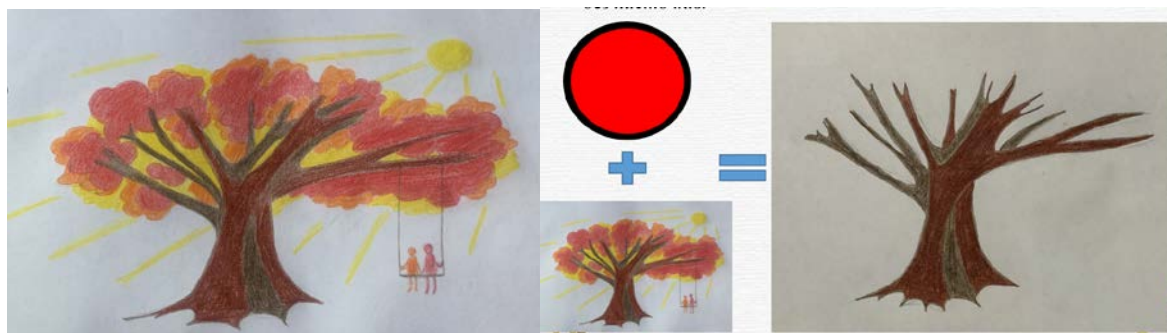


Рис. 9. а) Малюнок з деревом без накладання світлофільтрів,
б) Малюнок з червоним світлофільтром

Після накладання помаранчевого світлофільтра з'являється хлопчик, гойдалка та листочки, що мають червоне забарвлення (рис. 10.а). Даний світлофільтр перебиває жовтий та помаранчевий кольори. Жовтий фільтр не пропускає тільки відтінки яскраво-жовтих тонів. Тому, на дереві з'являється більше листочків (червоні та помаранчеві), на гойдалці з'являється силует дівчинки помаранчевого кольору.

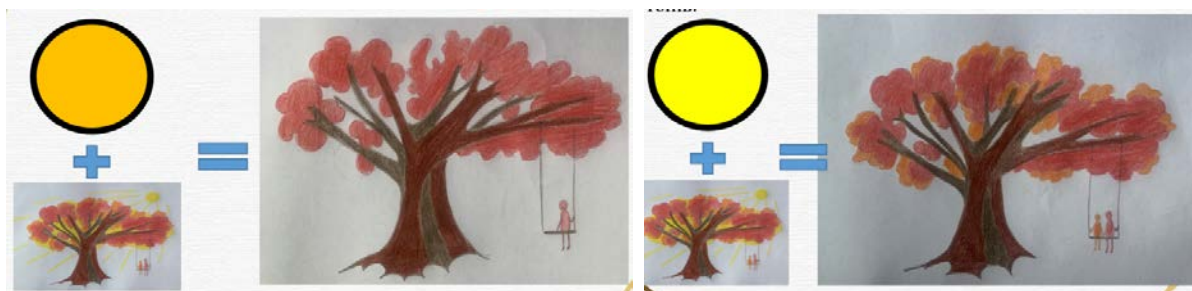


Рис. 10. а) Малюнок з помаранчевим світлофільтром,
б) Малюнок з жовтим світлофільтром

Запропонована конструкція арт-об'єкту є простою у використанні, адже складається з пластикових чи скляних фільтрів, світлодіодної стрічки та перетворювача напруги. На сьогодні є велика кількість полімерних пластичних матеріалів, які мають подібні властивості, але не мають такі чітко визначені характеристики. У випадку створення дизайнерських рішень цей фактор не впливає на вибір світлофільтрів.

Як згадувалось раніше індивідуальне виготовлення світлодіодів з різними кольорами є економічно не вигідним. Замість цього зручно використовувати світлодіодні стрічки білого кольору з набором світлофільтрів, що відповідає потребам та робить систему світлодіодів мобільною. Цей набір дозволяє змінювати фільтри в залежності від бажаного зображення та при необхідності забезпечувати плавну зміну кольорів, на відміну від різкої у світлодіодів. Така конструкція до того ж мінімізує витрати на виготовлення, матеріали та її експлуатацію.

Висновки. Проаналізувавши властивості світлофільтрів можна зробити висновок, що вони мають ряд переваг над іншими методами створення світла потрібного кольору, такі як:

- простота виготовлення;
- можливість варіації, створення будь-якого кольору освітлення шляхом нанесення різнокольорових пластикових систем;
- низька собівартість, оскільки пластик дешевий;
- легкий монтаж та демонтаж конструкції при зміні функцій чи напрямків використання даного джерела світла.

При використанні світлофільтрів у освітленні можна по-різному впливати на фізичний та психологічний стан людини за допомогою простого загального освітлення чи спеціальної методики вправ. Користуючись варіативністю кольорів світла можна покращувати естетичну культуру суспільства, створюючи різні декоративні твори мистецтва.

Наведені приклади дизайнерського використання світлофільтрів у різних арт-об'єктах, в тому числі у сфері світлодизайну, які демонструють результати проведеного дослідження та підтверджують доцільність їх використання.

Список використаної літератури

1. Карась В. І., Назаренко Л. А., Карась І. В. Світлодіоди: фізика, технологія, застосування: навч. посібник. Харків: Харк. нац. акад. міськ. госп-ва, 2012. 323 с.
2. Евтифеев Д. Контрастные (цветные) светофильтры В+W в «цифровую» эпоху. Эксперименты в области фотосъемки, практические навыки и статьи по фототехнике и оптике. URL: <http://evtifeev.com/66945-kontrastnye-cvetnye-svetofiltry-b-w-v-cifrovuju-jepohu.html>.
3. Как работают CC светофильтры – Все о светофильтрах. *Фото мир*. URL: http://foto-mir.biz/publ/vse_o_svetofiltrakh/kak_rabotajut_cc_svetofiltry/19-1-0-314.
4. Стрит-арт: пара на стене превращается из людей в скелеты с помощью 3D-очков (33 фото). Картины, художники, фотографии на Nevsepic. URL: <https://nevsepic.com.ua/art-i-risovanaya-grafika/31199-strit-art-para-na-stene-prevraschaetsya-iz-lyudey-v-skelety-s-pomoschyu-3d-ochkov-33foto.html>.

5. Піменова К. І. Вплив ультрафіолетового випромінювання на здоров'я працівників та методи профілактики. *Формування здоров'я зберезувальних компетентностей сучасної молоді: реалії та перспективи: збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої Всесвітньому Дню цивільної оборони та Всесвітньому Дню охорони праці* (Полтава, 27–28 квітня 2017 р.). Полтава: ПНПУ, 2017. С. 293–295.
6. Румбешта В. О., Терещенко М. Ф., Гнатейко О. С., Ляшенко О. Г. Метод комплексного впливу на біологічний об'єкт ультразвуковим та інфрачервоним випромінюванням. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія: Технічні науки*. 2015. № 4 (88). С. 40–44.
7. Панков О. П. Практика восстановления зрения при помощи света и цвета. Уникальный метод профессора Олега Панкова. URL: <http://maxima-library.org/mob/b/4153?format=read>.
8. Синє світло вбиває ваш сон. URL: <https://uan.koshachek.com/articles/sine-svitlo-vbivae-vash-son-bljuzona.html>.
9. Progress and Challenges in OLED Lighting John W. Hamer, COO OLEDWorks LLC. URL: <https://www.oledworks.com/wp-content/uploads/2017/10/OLED-World-Summit-John-Hamer-V24-2018-09-21-FINAL.pdf>.
10. Іванова М., Олейнікова І., Слітюк О. Використання OLED технологій у дизайні. *Збірник матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції "Актуальні проблеми сучасного дизайну"* (Київ, 22.04.2021). Київ: КНУТД, 2021. С. 158–160.
11. Хеймен Р. Светофильтры. Москва, 1988. 216 с. URL: http://soul-foto.ru/photo_books/P.%20Хеймен.%20Светофильтры.%201988.pdf.