

## **ДЕЯКІ МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ВИВЧЕННЯ ТЕМИ «СВІТЛОВІ ЯВИЩА» В КУРСІ ФІЗИКИ 9-ГО КЛАСУ**

**Кузик О. В.**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри фізики та інформаційних систем  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, Львівська область, Україна  
[orcid.org/0000-0002-8474-444X](https://orcid.org/0000-0002-8474-444X)  
[olehkuzyk@dsru.edu.ua](mailto:olehkuzyk@dsru.edu.ua)*

**Даньків О. О.**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри фізики та інформаційних систем  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, Львівська область, Україна  
[orcid.org/0000-0002-2154-8396](https://orcid.org/0000-0002-2154-8396)  
[dankivolesya@dsru.edu.ua](mailto:dankivolesya@dsru.edu.ua)*

**Столярчук І. Д.**

*доктор фізико-математичних наук, професор,  
декан факультету фізики, математики, економіки  
та інноваційних технологій  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, Львівська область, Україна  
[orcid.org/0000-0001-7549-2335](https://orcid.org/0000-0001-7549-2335)  
[i.stolyarchuk@dsru.edu.ua](mailto:i.stolyarchuk@dsru.edu.ua)*

**Лешко Р. Я.**

*кандидат фізико-математичних наук, доцент,  
доцент кафедри фізики та інформаційних систем  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, Львівська область, Україна  
[orcid.org/0000-0002-9072-164X](https://orcid.org/0000-0002-9072-164X)  
[leshkoroman@dsru.edu.ua](mailto:leshkoroman@dsru.edu.ua)*

**Паньків Л. І.**

*кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри фізики та інформаційних систем  
Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка  
вул. Івана Франка, 24, Дрогобич, Львівська область, Україна  
[orcid.org/0000-0002-6900-3336](https://orcid.org/0000-0002-6900-3336)  
[lyuda\\_rankiv@dsru.edu.ua](mailto:lyuda_rankiv@dsru.edu.ua)*

**Ключові слова:** інтегроване навчання, мотивація навчання, міждисциплінарний підхід, світлові явища, колір.

Статтю присвячено аналізу теми «Світлові явища» в тій її частині, яка стосується вивчення фізичної природи кольору світла та кольору предметів. Розглянуто основні питання, з якими в учнів найчастіше виникають проблеми: пояснення фізичної природи кольору тіл, нерозуміння різних підходів до змішування кольорів (адитивне та субтрактивне) та відсутність правильного розуміння понять дзеркального та дифузного відбивання. Наголошено на необхідності інтегрованого підходу у вивченні даної теми, оскільки розуміння формування зору передбачає знання з різних дисциплін. Представлено систематизований методичний матеріал, який дозволяє інтегрувати знання з фізики та образотворчого мистецтва і може бути корисним для вчителя фізики. Запропонований дидактичний підхід має важливу перевагу: він дає учням змогу інтегрувати знання з різних галузей науки, щоб самостійно усунути проблему недостатньої інформації для усвідомленого сприйняття і розуміння теми «Світлові явища», яка виникає, якщо пояснюють навчальний матеріал, спираючись лише на знання з однієї дисципліни. Це сприятиме ефективному навчанню, допомагаючи учням формувати цілісне уявлення про світ, розвивати мислення і підвищувати мотивацію до освітньої діяльності. Проведене дослідження допоможе вчителю систематизувати інформацію про формування кольоросприйняття, спираючись на знання з різних галузей науки. Поєднання понятійно-категоріального апарату, законів та методів досліджень фізики, біології, фізіології, інформатики та мистецтва дозволить ефективно пояснювати учням природу світлових явищ і заохочувати їх до активної участі в освітньому процесі, сприяти розвитку навичок дослідницької діяльності та творчого мислення. Такий підхід дозволить учням не тільки краще зрозуміти фізичну природу світла і кольору, але й сприятиме підвищенню художньо-естетичного рівня особистості й вихованню емоційно-естетичного ставлення до довкілля. Також інтегрований підхід у навчанні стимулює учнів до самостійного творчого пошуку нових знань, до розвитку через розв'язування творчих задач, застосування отриманих знань на практиці, зокрема для реалізації власних STEAM-проектів.

## **SOME METHODOLOGICAL ASPECTS OF STUDYING THE TOPIC “LIGHT PHENOMENA” IN THE 9TH GRADE PHYSICS COURSE**

**Kuzyk O. V.**

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Physics and Information Systems  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University  
Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine  
orcid.org/0000-0002-8474-444X  
olehkuzyk@dspu.edu.ua*

**Dan'kiv O. O.**

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Physics and Information Systems  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University  
Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine  
orcid.org/0000-0002-2154-8396  
dankivolesya@dspu.edu.ua*

**Stolyarchuk I. D.**

*Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor,  
Dean of the Faculty of Physics, Mathematics, Economics  
and Innovative Technologies  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University  
Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine  
orcid.org/0000-0001-7549-2335  
i.stolyarchuk@dspu.edu.ua*

**Leshko R. Ya.**

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor,  
Associate Professor at the Department of Physics and Information Systems  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University  
Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine  
orcid.org/0000-0002-9072-164X  
leshkoroman@dspu.edu.ua*

**Pan'kiv L. I.**

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Physics and Information Systems  
Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University  
Ivan Franko str., 24, Drohobych, Lviv region, Ukraine  
orcid.org/0000-0002-6900-3336  
lyuda\_pankiv@dspu.edu.ua*

**Key words:** *integrated learning, learning motivation, interdisciplinary approach, light phenomena, colour.*

The article is devoted to the analysis of the topic “Light Phenomena” in that part of it which concerns the study of the physical nature of the colour of light and the colour of objects. The main subtopics that pupils most often have problems with are considered: explaining the physical nature of the colour of bodies, misunderstanding different approaches to mixing colours (additive and subtractive), and lack of a correct understanding of the concepts of specular and diffuse reflection. Emphasis is placed on the need for an integrated approach to studying this topic, since understanding vision formation involves knowledge from different disciplines. Systematized methodological material is presented, which allows for the integration of knowledge in physics and fine arts and can be useful for a physics teacher. The proposed didactic approach has an important advantage: it allows pupils to integrate knowledge from different fields of science in order to independently eliminate the problem of insufficient information for conscious perception and understanding of the topic “Light Phenomena”, which arises when explaining educational material based only on knowledge from one discipline. This will contribute effective learning by helping pupils form a holistic view of the world, develop thinking, and increase motivation for learning activity. The conducted research will help the teacher systematize information about the formation of colour perception, based on knowledge from various fields of science. The combination of the conceptual and categorical apparatus, laws and research methods of physics, biology, physiology, computer science and art will allow us to effectively explain to pupils the nature of light phenomena and encourage them to actively participate in the learning process, and contribute to the development of research skills and creative thinking. The development of such an approach will allow pupils not only to better understand the physical nature of light and colour, but will also contribute to raising the artistic and aesthetic level of personality and fostering an emotional and aesthetic attitude towards the world

around them. Also, an integrated approach to learning will stimulate students to independently creatively search for new knowledge, to develop through solving creative problems, and to apply the knowledge gained in practice, in particular, when implementing their own STEAM-projects.

**Постановка проблеми.** Вивчення фізики в школі є важливим етапом формування наукового світогляду учнів і розвитку їх критичного мислення. Тема «Світлові явища» є однією з ключових у курсі фізики 9-го класу, адже вона не лише знайомить учнів з основами оптики, але й відкриває шлях до розуміння багатьох природних явищ, які оточують нас у повсякденному житті. Сучасні методичні підходи до навчання фізики акцентують увагу на інтерактивності, практичності та міждисциплінарному підході. Важливим є не лише засвоєння теоретичних знань, але й розвиток умінь застосовувати їх у різних контекстах. Фізичні явища і природні процеси мають інтегрований характер. Інтерпретація та розв'язування простих і складних задач, що передбачають пояснення природних явищ, можливі лише за наявності в учнів знань, умінь і компетентностей, сформованих під час вивчення різних шкільних дисциплін. Вони не можуть бути розв'язані за допомогою апарату тільки однієї галузі знань. Виклики сучасного наукового світу полягають у здатності здійснювати швидкий та ефективний міждисциплінарний зв'язок, синтез знань, навичок і досвіду, отриманого під час вивчення різних предметів зі шкільного курсу. Вивчення світлових явищ реалізує на практиці інтеграцію знань з таких предметів, як образотворче мистецтво, біологія, хімія та інформатика, що сприяє формуванню цілісного світогляду учнів.

Значна увага під час вивчення світлових явищ приділяється фізичній природі кольору світла та предметів. Учні ознайомлюють із поняттями основних (червоний, зелений, синій) та додаткових кольорів. При цьому в учнів виникає протиріччя зі знаннями, отриманими на уроках образотворчого мистецтва, де основними кольорами називають червоний, жовтий та синій. Очевидно, що цю невідповідність учителів фізики потрібно буде пояснити, а це вимагатиме від нього попередньої підготовки для реалізації інтегрованого підходу в освітньому процесі.

Ми провели опитування серед здобувачів вищої освіти Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, які навчаються за спеціальностями, що не передбачають вивчення дисципліни «Фізика». Студентам були поставлені такі запитаннями:

1. Чому траву ми бачимо зеленою?

2. Чому білий сніг і відполірована металева поверхня сприймаються нами як кольорові

об'єкти, що мають різні візуальні характеристики, незважаючи, що значення їх коефіцієнтів відбивання є майже однаковими?

3. Відомо, що для зору людини особливе значення мають три основні спектральні кольори: червоний, зелений та синій. Ці ж самі три основні кольори формують колірну гаму в кольоропередачі зображень на моніторі комп'ютера (RGB-схема). Чому ж тоді в разі змішування фарб використовують три інших основних кольори: жовтий, синій, червоний?

В опитуванні взяли участь 54 респонденти. На перше питання 16 здобувачів освіти (29,6%) відповіли, що трава зелена, оскільки вона поглинає зелене світло. Інші респонденти (38 осіб) дали правильну відповідь. Таку відмінність, про яку йдеться у другому питанні, пов'язали з дифузним та дзеркальним відбиванням тільки 4 респонденти (7,4%). Інші ж учасники опитування дали неправильну відповідь. На третє питання змогли правильно відповісти тільки 6 респондентів (11,1%).

Таким чином, було встановлено, що існує проблема комплексного (інтегрованого) розуміння фізичної природи кольору.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У науковій літературі розрізняють різні рівні інтегровального підходу до навчання: монодисциплінарність, мультидисциплінарність, інтердисциплінарність та трансдисциплінарність [1, с. 387]. Тоді як монодисциплінарність пропонує наукове вивчення однієї області, в мультидисциплінарності явище аналізується відповідно до накопичених знань із багатьох наукових галузей. Цей підхід може врешті-решт призвести до злиття різних предметів дослідження [2, с. 277]. Автори пропонують уникати традиційної ізоляції шкільних предметів, оскільки це призводить до поверхневого розуміння природних явищ. У роботі [3, с. 3529] зроблено спробу пояснити в межах шкільного курсу, як світло взаємодіє з речовиною, використовуючи знання з фізики, хімії та біології.

У роботі [5, с. 112] представлено методологічну розробку для вивчення частини навчального контенту за темою, яка допомагає учням здобути необхідні знання про фізичну природу та походження кольорів і зрозуміти та розв'язати проблему самостійно. Важливо зазначити, що з дидактичного погляду ситуація є дуже сприятливою, оскільки сучасна концепція інтеграції в освіті передбачає не лише уніфікацію, доповнення освітніх елементів з різних навчальних

напрямів, але й створення продукту нової якості (ідея, значення, елемент тощо) на основі розв'язання протиріч [4].

**Мета статті** – аналіз окремих аспектів вивчення теми «Світлові явища», які допоможуть викладачу систематизувати інформацію про формування кольоросприйняття з огляду на знання з різних галузей науки й мистецтва і, таким чином, ефективно пояснювати цю тему, заохочуючи учнів до активної участі в освітньому процесі, сприяти набуттю навичок дослідницької діяльності та розвитку творчого мислення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Пропонуємо додатково звернути увагу на певні моменти.

1. Етапи формування зорового відчуття. Вчителю потрібно обговорити з учнями механізми формування сприйняття кольору. Тут слід акцентувати увагу на таких головних процесах: випромінювання світла (фізичний); дія світла на око та перетворення світлової енергії в нервові імпульси, які йдуть у головний мозок людини (фізіологічний); сприйняття кольору (психологічний). Кожен із цих процесів відповідає етапу формування зорового сприйняття (рис. 1).

Фізичний етап полягає в перетворенні різними середовищами енергії видимого випромінювання в енергію зміненого потоку випромінювання. Фізіологічний етап протікає в сітківці ока, де енергія випромінювання перетворюється в інформацію, що передається в головний мозок. Психологічний етап належить до вищої нервової діяльності людини. На цьому етапі відчуття кольору переходить у сприйняття кольору. Воно виникає в результаті логічного оброблення інформації від усіх органів чуття та пам'яті.

Етапи формування зорового відчуття кольору вивчають різні науки: фізичний етап вивчає фізика; психологічний – психологія зорового сприйняття; фізіологічний – хімія, фізіологія, біологія. Фізика вивчає випромінювання, поширення, взаємодію світла з різними середовищами; фізіологія кольору – процеси, що відбуваються в органах зору; психологія – зорове сприйняття.

2. Змішування кольорів. Три основні кольори світла – червоний, синій та зелений. Усі основні

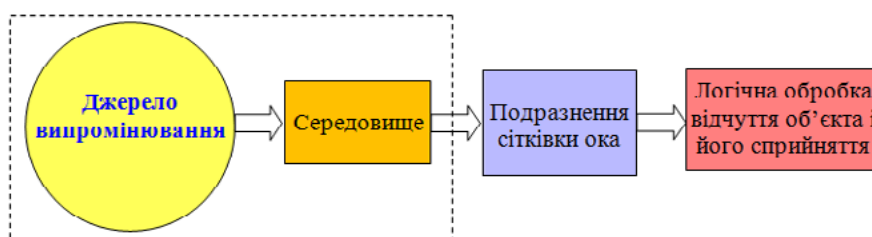
кольори змішуються, утворюючи біле світло. Коли змішати два основні кольори світла, то отримуємо вторинні кольори.

Додаткові кольори (або доповнювальні) – це основні та вторинні кольори, які, поєднуючись, утворюють біле світло. Наприклад, жовтий – це вторинний колір, який є синтезом червоного і зеленого в однаковій пропорції. Оскільки червоний та зелений кольори, змішуючись із синім, утворюють біле світло, то жовтий колір, змішуючись із синім, також утворює біле світло.

Монохроматичне випромінювання можна побачити лише в окремих випадках, наприклад, коли розглядати спектр у спектроскоп або спостерігати за світлом, яке випромінює лазер. Зазвичай в око людини потрапляє світловий потік змішаного складу, який містить промені всіх довжин хвиль, усіх кольорів спектра. Однак ця складність спектрального складу, різноманітність довжин хвиль зором не визначається. Людина завжди сприймає один певний колір. У цьому й полягає істотна відмінність між зором та слухом: слухаючи складний акорд, який містить декілька нот різної висоти, людина може виокремити кожен звук, а музикант точно назве всі ноти, які звучать. Для зору таке не є притаманним: для нього всі електромагнітні хвилі видимої частини спектра зливаються в єдиний колір, в якому окремі компоненти ніяк не розрізняються. Суміш кількох кольорів сприймається зором як новий колір. Важливо наголосити про випадок змішування монохроматичного та білого світла. Таке змішування дає бліді кольори, які ми зазвичай і бачимо (рис. 2).



**Рис. 2.** Деякі монохроматичні кольори спектра (верхній ряд) та їх суміш з білим кольором (нижній ряд)



**Рис. 1.** Етапи формування зорового відчуття

Забарвлення предметів, що нас оточують, є дуже різноманітним, але далеко не таким чистим, як у випадку кольорів спектра. Наприклад, трава, освітлена сонячним світлом, – зелена, але це далеко не той зелений колір, який ми бачимо в полі зору спектроскопа: він менш глибокий і ніби трішки сіруватий. Чим більше до такого кольору додавати білого, тим більше він буде тьмяним. Тут важливо, щоб учитель фізично обґрунтував учням, чому ж кольори предметів у більшості випадків ми бачимо тьмяними? В ідеальному випадку вважається, що певний об'єкт, наприклад, синього кольору, відбиває тільки синє світло, а для інших довжин хвиль коефіцієнт відбивання дорівнює нулю. Однак насправді коефіцієнт відбивання для інших довжин хвиль є відмінним від нуля, хоча й дійсно є малим. Тому синє світло відбивається дуже добре, а світло інших кольорів – дещо менше. Таким чином, в око людини потрапляє в незначній кількості суміш усіх кольорів (тобто біле світло) та в більшій кількості – синє. У результаті ми спостерігаємо тьмянний синій колір об'єкта.

Отже, змішуючи біле світло з монохроматичним у різних пропорціях, можна отримати цілу низку відтінків: від білого, через ледь забарвлений, до чистого спектрального кольору.

Далі важливо розглянути види змішування кольорів та їх особливості.

Оптичне (адитивне) змішування кольорів полягає у змішуванні променів різних кольорів і має широке прикладне застосування (для формування кольорового зображення на моніторі комп'ютера, екрані телевізора, дисплеї гаджета). За допомогою основних кольорів (червоного, зеленого, синього) можна синтезувати практично всі відтінки видимого спектра. Суть оптичного змішування полягає в тому, що кожна довжина хвилі додає певний колір, а змішування відбувається на сітківці ока.

Тепер розглянемо детальніше інший спосіб, який полягає в механічному змішуванні кольорів, – субтрактивне змішування. Цей спосіб, навпаки, полягає у відніманні кольорів. Йдеться про механічне змішування фарб. Фарба віднімає у білого певний колір. За такого змішування основними кольорами є жовтий, блакитний та пурпуровий. Накладання двох фарб основного кольору дає вторинний колір: червоний, синій та зелений. Накладання трьох основних кольорів за механічного змішування віднімає від білого всі три основні кольори оптичного змішування. Тому в результаті отримуємо чорний колір.

Як зрозуміти суть механічного змішування? Припустимо, що ми наносимо на білу поверхню фарбу певного кольору. Біла поверхня відбиває всі кольори. Нехай ми нанесли фарбу блакитного кольору. Пригадаємо, що блакитне світло – це суміш зеленого та синього. Тобто блакитна поверхня має

здатність відбивати синє та зелене світло, а червоне – повністю поглинає. Отже, блакитний колір віднімає від білого червоний колір. Якщо ми змішаємо жовту та блакитну фарбу, то в результаті поглинатися буде синє (поглинає жовтий колір) і червоне (поглинає блакитний колір) світло. Тому отримуємо зелений колір. У разі змішування фарб трьох кольорів – жовтого, пурпурового та блакитного – віднімаються, відповідно, синій, зелений та червоний колір. Тобто в наше око світло не потраплятиме й поверхню ми будемо бачити чорною.

3. Відбивання та поглинання світла. Світлові промені, які потрапляють на поверхню тіла, поглинаються, відбиваються або проходять через це тіло. Прозорі тіла володіють усіма трьома властивостями, а непрозорі – тільки поглинанням та відбиванням.

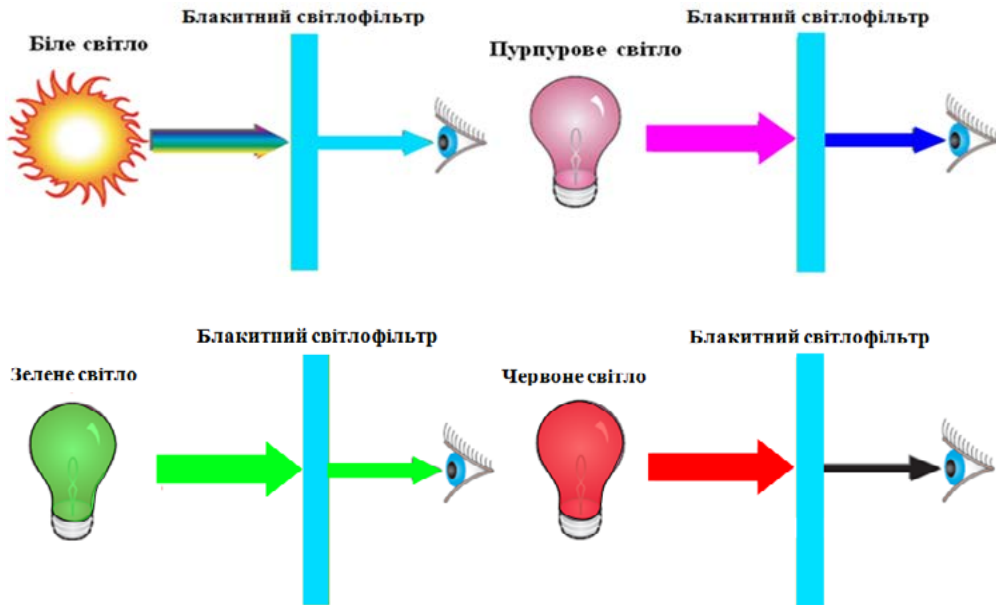
Розглянемо процес поглинання світла окремими прозорими тілами. Тіло, яке поглинає світло певних довжин і пропускає інші електромагнітні хвилі, називається світлофільтром. Світлофільтр можна використовувати, щоб частину світла поглинати, а іншу – пропускати. Фільтр основного кольору (червоний, синій або зелений) пропускатиме світло лише цього основного кольору. Якщо дивитися, наприклад, на червоне світло через червоний фільтр, то світло буде виглядати червоним (або чорним, якщо цього кольору світла немає).

За допомогою фільтру вторинного кольору (жовтого, пурпурового або блакитного) можна передати відповідний вторинний колір (або будь-який з основних кольорів, з яких він складається). На рис. 3 показано результати проходження світла різного кольору через блакитний світлофільтр.

Біле світло як результат синтезу трьох основних кольорів містить і зелений, і синій колір. Блакитний світлофільтр поглинає всі кольори, окрім зеленого та синього. Тому через світлофільтр пройде світло синього та зеленого кольору, які в разі злиття дадуть блакитний колір. Пурпурове є синтезом червоного та синього кольору, але блакитний світлофільтр поглинає червоне світло. Тому зображення пурпурового предмета через блакитний світлофільтр буде повністю синім. Червоне світло повністю поглинається блакитним світлофільтром. Тому зображення червоних предметів через блакитний світлофільтр будуть чорними.

В однорідному середовищі світлові промені поширюються прямолінійно. Якщо ж на своєму шляху вони зустрічають непрозору поліровану поверхню, то переважно відбиваються від неї. Дзеркальні поверхні дають правильне відбивання, шороховаті – відбитий розсіяний або дифузний колір. Тому білий сніг і відполірована металева поверхня сприймаються нами як кольорові об'єкти, що мають різні візуальні характеристики.

Цікавим є ефект кольору за освітлення предме-



**Рис. 3. Проходження світла різних кольорів через блакитний світлофільтр**

тів монохроматичним світлом. У випадку білого тіла ми бачитимемо освітлений предмет такого ж кольору, яким світлом його освітлюємо. Чорний предмет у будь-якому випадку залишиться чорним, оскільки поглинаються всі кольори. У разі освітлення зеленого предмета зеленим світлом він залишиться зеленим, оскільки зелена поверхня відбиває тільки зелене світло. Навпаки, в разі освітлення зеленого куба синім світлом ми будемо бачити його чорним. Це знову ж таки пояснюється тим, що зелений куб відбиває тільки зелене світло. Оскільки в цьому випадку він освітлюється синім світлом, то все випромінювання, що падає, поглинається.

Складніша ситуація зі світлом та поверхнями неосновних кольорів. Так, у разі освітлення блакитного куба жовтим світлом ми бачимо його в зеленому кольорі. Це пояснюється тим, що блакитний колір є сумішшю зеленого та синього, а жовтий – зеленого та червоного. Отже, блакитний куб відбиває зелене та синє світло, а інші – поглинає. Тобто в цьому випадку відбиватиметься тільки зелене світло. Аналогічно за освітлення червоного куба блакитним світлом останній буде чорним, адже блакитне світло – це суміш зеленого і жовтого й у такому випадку ці кольори поглинаються.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** У роботі проведено методичний аналіз окремих питань теми «Світлові явища» з метою допомогти вчителю систематизувати інформацію

про формування кольоросприйняття. Висвітлено проблеми, з якими стикаються учні, зокрема нерозуміння різних моделей змішування кольорів та відбивання світла. Запропонований методичний підхід дозволяє вчителям фізики ефективніше інтегрувати знання з фізики, біології, психології та образотворчого мистецтва, що забезпечує краще засвоєння матеріалу та підвищує мотивацію учнів до навчання. Результати дослідження вказують на необхідність формування комплексного розуміння теми, що допоможе учням цілісно сприймати світ та розвиватиме їх критичне мислення.

Інтегрований підхід до вивчення світлових явищ має значний потенціал для застосування у STEAM-освіті. Він сприяє формуванню навичок міждисциплінарного аналізу, необхідного для сучасних наукових досліджень. Вивчення фізики кольору може бути інтегроване з мистецтвом через вивчення основ колористики та психології сприйняття, з інформатикою – через програмування моделей змішування кольорів, з біологією та хімією – через дослідження взаємодії світла з речовинами. Розвинутий надалі такий підхід дозволить учням не тільки краще зрозуміти фізичну природу світла, кольору та їх взаємозв'язок, особливості сприйняття кольору людським оком, але й сприятиме підвищенню художньо-естетичного рівня особистості та вихованню емоційно-естетичного ставлення до навколишнього світу.

### ЖИТЕПАТҮПА

1. Alvargonzález D. Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, and the Sciences. *International Studies in the Philosophy of Science*. 2011. Vol. 25(4). P. 387–403. <https://doi.org/10.1080/02698595.2011.623366>
2. Chitu C., Dumitran A., Manole C., Antohe S. The Light – an integrated approach to the phenomenon. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2011. Vol.15. P. 277–283. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.086>
3. Ilisie G., Barna E., Chitu C. Interactive training at physics classes through conceptual map. *EDULEARN10 Proceeding*. 2010. P. 3529–3534. URL: <https://library.iated.org/view/ILISIE2010INT>
4. Ivanovic I. C., Rossi M. An Experimental Approach to the Didactics of Color in Lighting Design: a Work in Progress. *Colour and Colorimetry Multidisciplinary Contributions*. 2019. Vol. XV B. URL: <https://www.academia.edu/43060086/>
5. Vassileva R. An integrated approach to teaching the topic of light and colors from the seventh grade physics syllabus. *Bulgarian Chemical Communications*. 2022. Vol. 54(B2). P. 112–116. <https://doi.org/10.34049/bcc.54.B2.0293>

### REFERENCES

1. Alvargonzález D. (2011) Multidisciplinarity, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, and the Sciences. *International Studies in the Philosophy of Science*, vol. 25, no. 4, pp. 387–403.
2. Chitu C., Dumitran A., Manole C., Antohe S. (2011) The Light – an integrated approach to the phenomenon. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, vol. 15, pp. 277–283.
3. Ilisie G., Barna E., Chitu C. (2010) Interactive training at physics classes through conceptual map. *EDULEARN10 Proceeding*, pp. 3529–3534.
4. Ivanovic I. C., Rossi M. (2019) An Experimental Approach to the Didactics of Color in Lighting Design: a Work in Progress. *Colour and Colorimetry Multidisciplinary Contributions*, vol. XV B.
5. Vassileva R. (2022) An integrated approach to teaching the topic of light and colors from the seventh grade physics syllabus. *Bulgarian Chemical Communications*, vol. 54, no. B2, pp. 112–116.