

## РОЗДІЛ II. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ПРОБЛЕМИ STEM-ОСВІТИ

УДК 53(07)

Ольга Кузьменко

### КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ В УМОВАХ РОЗВИТКУ STEM-НАВЧАННЯ У ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ АВІАЦІЙНОГО ПРОФІЛЮ

*У статті розглядаються концептуальні засади розвитку методики навчання фізики, зокрема оптики, в умовах розвитку STEM-навчання. Розглянуто нове обладнання з оптики, що дозволяє досліджувати явище інтерференції та активізувати пізнавально-пошукову діяльність студентів в умовах розвитку STEM-освіти.*

**Ключові слова:** *методика навчання фізики, оптика, фізичний експеримент, інтерференція, STEM-освіта, авіаційний напрям навчання.*

**Постановка проблеми.** Перехід на STEM-навчання вимагає удосконалення методики навчання оптики, як одного з розділів курсу загальної фізики, що передбачає: використання нових методів, прийомів, засобів навчання, які допомагали б розв'язувати низку методичних завдань з оптики; застосування і запровадження у навчально-виховному процесі з фізики цікавих і важливих наукових досягнень, а також посилення тих аспектів, які стимулюють та активізують самостійну пізнавальну діяльність студентів Кіровоградської льотної академії Національного авіаційного університету. Отже, для формування переконливих уявлень із загального курсу фізики, зокрема з оптики, необхідно створити й відпрацювати відповідну методику навчання фізики, яка б покращила рівень знань та вмій і стимулювала до активної пізнавально-пошукової та самостійної роботи студентів під час вивчення фізики в умовах розвитку STEM-навчання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В нашій країні проблему розвитку фізичного експерименту висвітлено в роботах Є. Коршака, Б. Миргородського, В. Нижника, Д. Костюкевича, І. Попова, С. П. Величка, В. Вовкотруба, В. Кліха, Є. Клоса, І. Ковальова, В. Савченка, М. Садового, В. Сиротюка, В. Тищука, В. Савченка, О. Сергєєва, О. Бугайова, С. Гончаренка, В. Тищука, М. Шульги, В. Шабаля, М. Молоткова, Г. Гайдучка, Л. Калапуші та інших. Їхні праці забезпечили розвиток теорії та практики демонстраційного експерименту на рівні світових стандартів.

**Метою статті** є визначення концептуальних засад розвитку методики навчання оптики в умовах розвитку STEM-освіти.

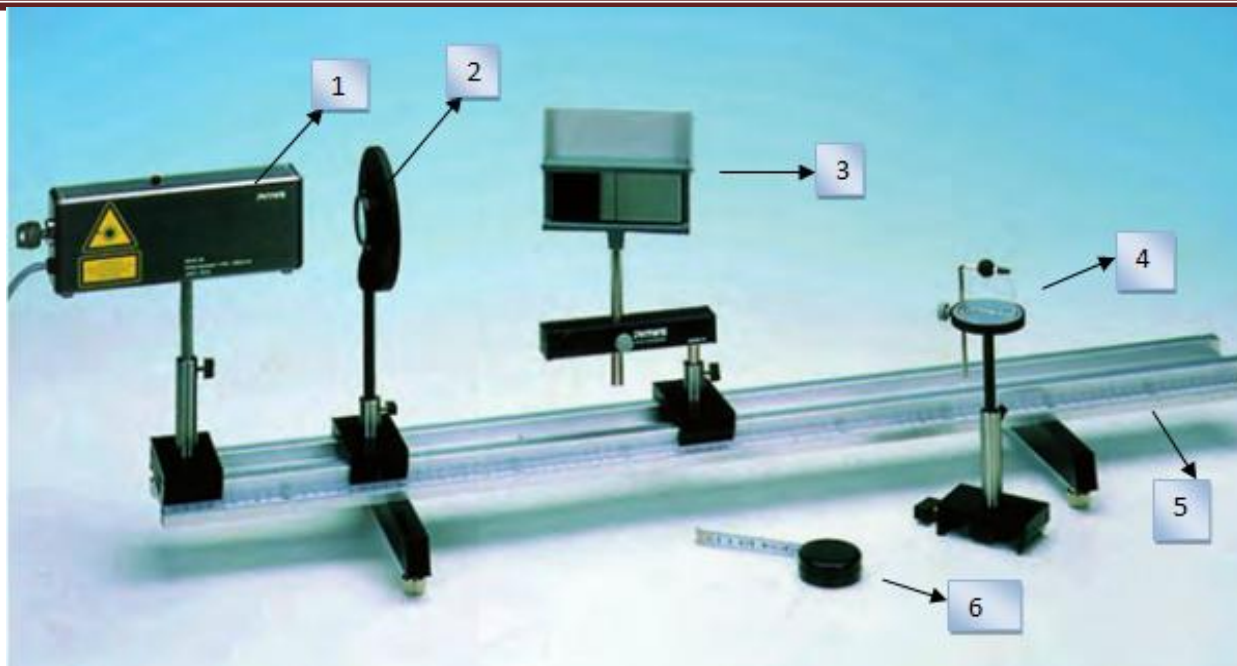
**Виклад основного матеріалу.** У системі навчального фізичного експерименту особливе місце належить лабораторним роботам, які здійснюють практичну підготовку студентів академії у процесі вивчення загального курсу фізики, як фундаментальної науки.

Основна мета виконання лабораторних робіт є ознайомлення студентів з експериментальним методом дослідження фізичних явищ, формування розуміння принципів вимірювання фізичних величин, оволодіння способами і технікою вимірювань, а також методами аналізу похибок.

Можливість виконання навчального експерименту в умовах сучасного розвитку освіти, зокрема STEM-технологій, пов'язана з матеріальною комплектацією фізичного кабінету. У даній статті ми пропонуємо розглянути нові прилади та на їх основі представити перелік дослідів з оптики, а також сформулювати концептуальні засади розвитку методики навчання фізики, зокрема оптики, у ВНЗ авіаційного напрямку навчання.

Фізичний експеримент з оптики забезпечується різними новими комплектами та приладами. Розглянемо їх особливості.

Універсальний та цікавий комплект для вивчення інтерференції світла представлений німецькою компанією «Phywe». Вона пропонує використання різного обладнання, що має різні прилади та пристрої для дослідження й вивчення оптичних явищ [11].

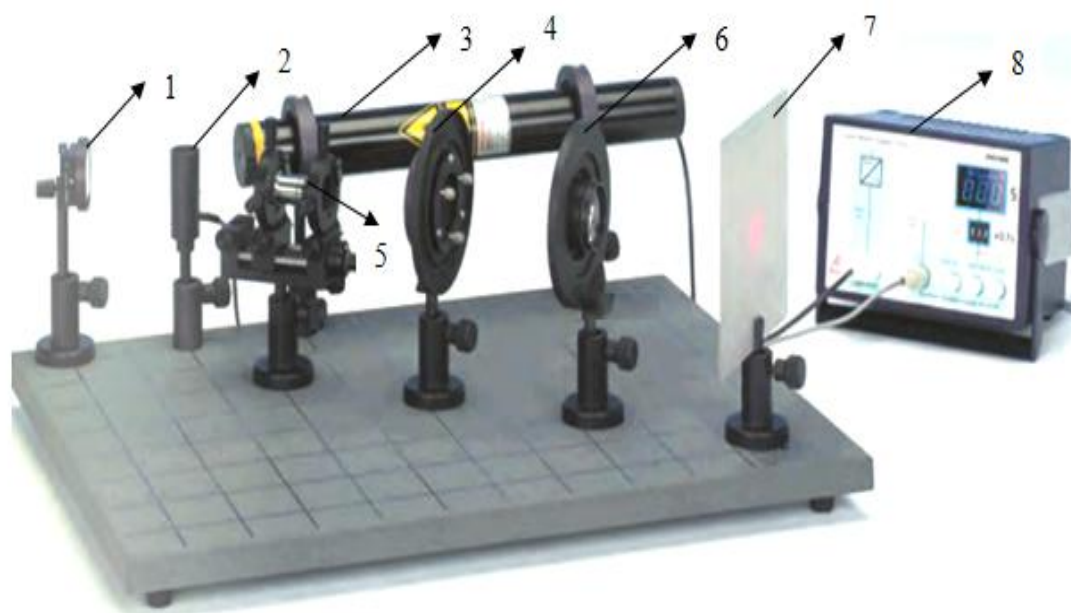


**Рис. 1** Установка для дослідження інтеференції світла: 1- лазер; 2 – лінза; 3 – біпризма Френеля; 4 – призмий стіл з утримувачем; 5- оптична профільна лава; 6 – вимірювальна стрічка

Таблиця 1

Технічні характеристики

№ п/п	Назва елемента	Код	Кількість
1	Біпризма Френеля	08556.00	1
2	Призмий стіл з утримувачем	08254.00	1
3	Дзеркало Френеля	08560.00	1
4	Лінза, що підіймається, $f=+20$ мм	08018.01	1
5	Лінза, що підіймається, $f=+300$ мм, ахроматична	08025.01	1
6	Лінзовий утримувач	08012.00	2
7	Рухаюча оптична профільна лава, $h=30$ мм	08286.01	2
8	Рухаюча оптична профільна лава, $h=80$ мм	08286.02	2
9	Оптична лава, $l = 1000$ мм	08282.00	1
10	Регульована основа для оптичної лави	08284.00	2
11	Лазер, He-Ne 1.0 мВт, 230 V AC	08181.93	1
12	Вимірювальна стрічка, $l = 2$ м	09936.00	1
13	Регульований утримувач	08256.00	1

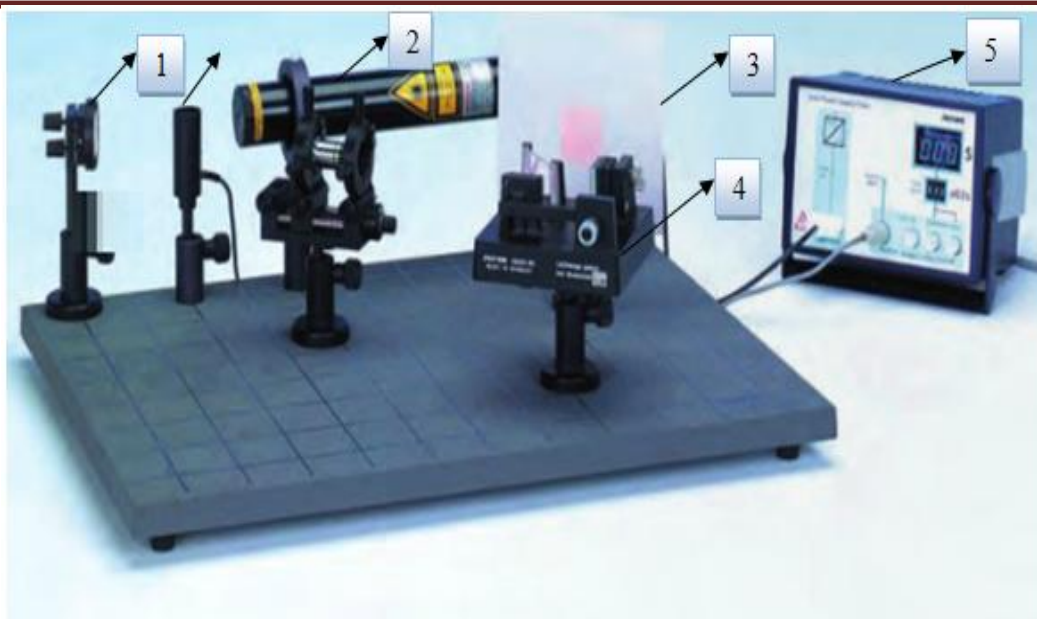


**Рис. 2** Установка для дослідження кілець Ньютона: 1 – лінза; 2 – магнітна стопа для оптичної лави; 3 – лазер; 4 – лінза; 5 – утримувач; 6 – лінза; 7 – екран; 8 – джерело живлення

Таблиця 2

Технічні характеристики

№ п/п	Назва елемента	Код	Кількість
1	Оптична лава з гумовими стопами	08700.00	1
2	Лазер, He-Ne, 5 мВт	08701.00	1
3	Електропостачання для лазера, 5 мВ	08702.93	1
4	Утримувач, 35×35 мм	08711.00	1
5	Зовнішнє дзеркало, 30×30 мм	08711.01	1
6	Ахроматичний об'єктив	62174.20	1
7	Невеликий отвір, 30 мікрон	08743.00	1
8	Ковзаючий горизонтальний пристрій	0817.00	1
9	ху пристрій	08714.00	2
10	Адаптер кільцевого пристрою	08714.01	1
11	Магнітна стопа для оптичної лави	08710.00	5
12	Ньютоновські лінзи для оптичної лави	08730.02	1
13	Лінзовий утримувач	08723.00	1
14	Лінза, що рухається, $f=+50$ мм	08020.01	1
15	Екран, прозорий з утримувачем	08732.00	1
16	Вимірювальна стрічка, $l = 2$ м	09936.00	1
17	Лазер, He-Ne 0.2/1.0 мВт, 220 V AC або діодний лазер 0.2/1.0 мВт, 635 нм	08180.93 08760.99	1 1



*Рис. 3. Інтерферометр Майкельсона на оптичній базовій платформі: 1 – лінза; 2 – інтерферометр Майкельсона; 3 – екран; 4 – магнітна стопа для оптичної базової платформи; 5 – джерело живлення*

Таблиця 3

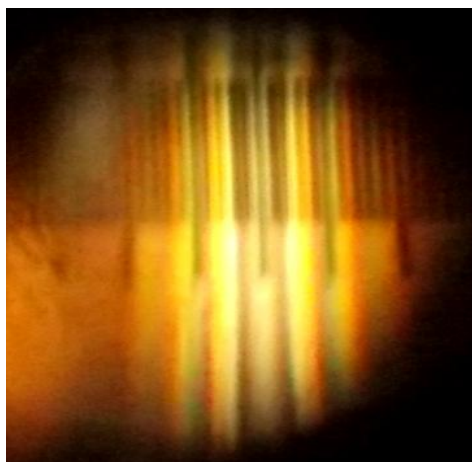
### Технічні характеристики

№ п/п	Назва елемента	Код	Кількість
1	Оптична базова тарілка з гумовими стопами	08700.00	1
2	Лазер, He-Ne, 5 мВ	08701.00	1
3	Електропостачання для лазера, 5 мВ	08702.93	1
4	Утримувач	08711.00	1
5	Зовнішнє дзеркало 30×30 мм	08711.01	1
6	Магнітна стопа для оптичної базової платформи	08710.00	4
7	Інтерферометр Майкельсона	08557.00	1
8	Ахроматичний об'єктив 20×N.A. 0.45	62174.20	1
9	Невеликий отвір, 30 мікрон	08743.00	1
10	Ковзаючий горизонтальний пристрій	08713.00	1
11	ху пристрій	08714.00	2
12	Адаптер кільцевого пристрою	08714.01	1
13	Екран білий, 150 × 150 мм	09826.00	1
14	Лазер, He-Ne 0.2/1.0 мВт, 220 V AC	08180.93	1
	або діодний лазер 0.2/1.0 мВт, 635 нм	08760.99	1

Розглянемо демонстраційні досліди на основі інтерферометра Юнга [8].

**Дослід 1. Спостереження інтерференції і дифракції світла на щілині Юнга. Обладнання:** інтерферометр Юнга. Встановити тест – об'єкт № 2 у нейтральне положення «центр». Планку тест – об'єкта № 1 встановити в положення «2» (щілина Юнга) і направити інтерферометр вхідною щілиною

на джерело випромінювання суцільного спектра (Сонце, діапроектор, настільна лампа). Попередньо навести окуляр на різке бачення штрихів шкали сітки. Розглядаючи крізь окуляр сітку, домогтися появи в полі зору темних і світлих різнобарвних смуг. Це і буде інтерференційна картина (Рис.4).

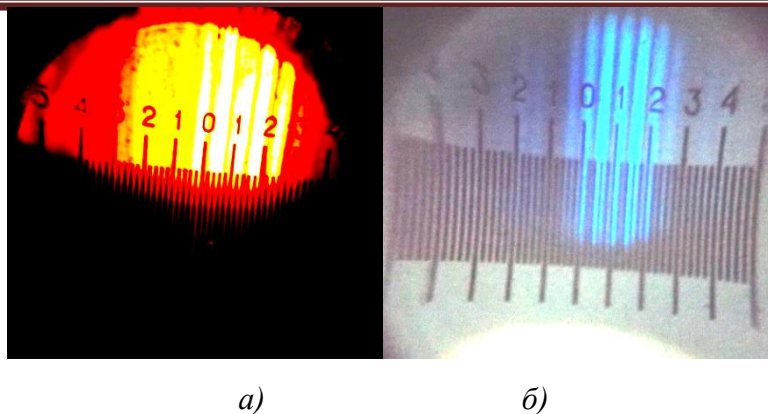


*Рис. 4. Інтерференційна картина*

**Висновок з досліджу:** для білого світла видима інтерференційна картина являє собою чергування кольорових смуг, як на краю так і в центрі. Повного потемніння немає ніде – місця мінімумів для однієї довжини хвилі збігаються з положенням максимумів для іншої.

Другий етап досліджу полягає в наступному. Закріпити на перехідній втулці інтерферометра штатний освітлювач, виконаний на двох світлодіодах з автономним живленням на пальчикових батарейках. Поперемінно включати світлодіоди з випромінюванням червоного і синього світла.

Порівнюючи інтерференційні картини, що спостерігаються від джерел випромінювання з різним спектральним складом (Сонцем із суцільним спектром і світлодіоди з квазімонохроматичним спектром випромінювання), дійдемо **висновку** про те, що інтерференційні смуги стали більш контрастнішими й монохроматичними та збільшилися розміри інтерференційної картини. Крім того, утворюється різна ширина інтерференційних смуг у зображеннях отриманих від синього і червоного світлодіодів (Рис. 5).

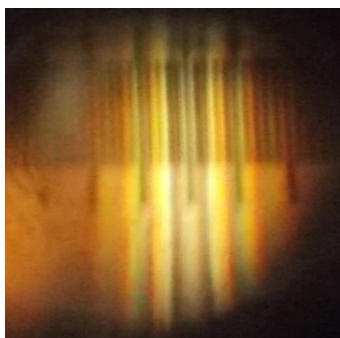


**Рис. 5.** Зображення інтерференційної картини за допомогою інтерферометра Юнга при використанні червоного (а) та синього (б) світлодіодів

**Загальні висновки з дослідження:** випромінювання світлодіодів за спектральним складом є майже монохроматичним. У наслідок цього зникають численні інтерференційні смуги (максимуми і мінімуми), що спостерігаються при використанні джерел випромінювання суцільного спектра. Інтерференційна картина стає монохроматичною і контрастною, а різна ширина інтерференційних смуг викликається різними довжинами світлових хвиль у цих ділянках спектра.

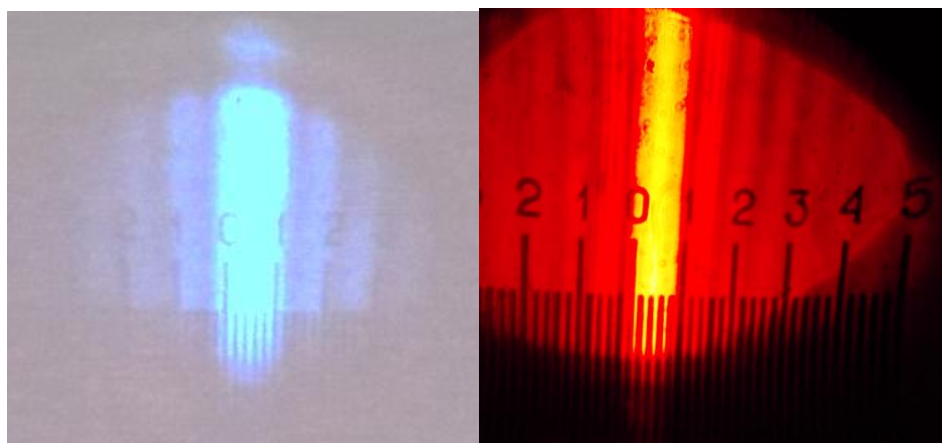
**Дослід 2. Спостереження дифракції світла на одиночній щілині.**

**Обладнання:** інтерферометр Юнга. Встановити тест – об’єкт № 2 у нейтральне положення «центр». Навести окуляр інтерферометра на різке бачення штрихів сітки. Встановити тест-об’єкт № 1 у положення «центр» (щілина пряма вузька) і зафіксувати. Направити інтерферометр вхідною щілиною на джерело випромінювання (Сонце, діапроектор, настільна лампа). Розглядаючи крізь окуляр сітку-екран, домогтися в полі зору темних і світлих смуг з кольоровою облямівкою. Це і буде дифракційна картина (Рис. 6).



**Рис. 6.** Дифракційна картина

**Висновки з досліджу:** для білого світла видима дифракційна картина являє собою чергування кольорових смуг, як на краю так і в центрі. Повного потемніння немає ніде: місця мінімумів для однієї довжини хвилі збігаються з положенням максимумів для іншої. Встановити планку з тест – об'єктами в положенні «1» (щілина пряма вузька) і «центр» (щілина пряма широка). Навести окуляр на чітке зображення поділок сітки. Закріпити на перехідній втулці інтерферометра штатний освітлювач. По черзі включаючи, червоний і синій світлодіоди, спостерігати дифракційну картину на шкалі сітки окуляра інтерферометра. У полі зору спостерігаємо дифракційну картину «дифракція Френеля на щілині», при цьому в якості тест – об'єкта слугує тонка щілина (замість класичної точкової діафрагми). У центрі дифракційної картини спостерігається широкий максимум (Рис.7). Ширина залежить від ширини щілини і довжини світлової хвилі. Чим вужче щілина тим ширше максимум, чим більше довжина світлової хвилі, тим більше дифракційний максимум. По обидві сторони від широкого дифракційного максимуму бачимо максимуми (мінімуми) 2-го, 3-го і т. д. дифракційних порядків, так як і під час спостереження зон Френеля на отворі.



*Рис. 7. Широкий максимум*

**Загальні висновки з досліджу:** червоний і синій світлодіоди мають вузький спектральний інтервал випромінювання. Внаслідок цього зникають численні дифракційні смуги (максимуми і мінімуми) властиві видимій ділянці сонячного спектру. Картина стає майже монохроматичною та контрастною. Для підвищення результативності самостійної навчально-



пошукової діяльності студентів доцільно виділити *концептуальні засади розвитку методики навчання фізики, зокрема оптики:*

1. Навчальний матеріал, який відображає основи оптики і містить у собі основні фізичні поняття, висхідні факти, принципи, моделі та наслідки ґрунтується як на вже наявних у студентів знаннях з основ фізичної науки, так і становить зміст нового навчального матеріалу, який ще не пізнаний студентами, однак викликає у них підвищений інтерес. Для усвідомлення та опанування навчального матеріалу студентами викладач широко має використовувати наочність, експеримент, засоби ІКТ, нове обладнання в умовах розвитку STEM-освіти. За цих умов методика навчання оптики і створення методичного комплексу має забезпечувати правильне наукове тлумачення усіх понять, законів та елементів теорій, що описують оптичні явища з урахуванням можливості подальшого їхнього розвитку, розширення та вдосконалення.

2. Піднесення експериментальної складової у вивченні оптичних явищ за рахунок збільшення кількості різних видів дослідів (кількісних і якісних) у фізичному експерименті.

3. Вивчення курсу фізики в ВНЗ авіаційного профілю з урахуванням потреб суспільства та STEM-освіти одночасно передбачає, що запропонована система фізичного експерименту повинна мати особистісне спрямування з урахуванням індивідуальних особливостей, здібностей, нахилів кожного студента та відбивати особливості й специфіку авіаційного профілю навчання. Виходячи з даної вимоги, доцільно забезпечити варіативний підхід до вивчення оптики за рахунок розширення обсягу експериментальних завдань, робіт фізичного практикуму як обов'язкових на заняттях з фізики, а також запропонувати на сучасному обладнанні різнорівневі лабораторні роботи і дослідження, що найбільшою мірою зможуть задовольнити пізнавальні потреби студентів і відповідати їхнім здібностям і нахилам.

4. Важливим аспектом у посиленні ролі самостійної пошуково-пізнавальної діяльності у системі фізичного експерименту з оптики є

розробка навчальних експериментів, які передбачають поступове і постійне поглиблення вивчення фізичних явищ і процесів з оптики, розширення теоретичних знань та експериментальних умінь у використанні нового навчального обладнання та виконанні фізичних досліджень, широке запровадження лабораторних робіт і фізичного практикуму дослідницького характеру [8].

5. Успішне оволодіння студентами навчальним матеріалом передбачає добір системи навчальних вправ, завдань і задач, що мають авіаційний напрям в умовах розвитку STEM-освіти, що ілюструють конкретні приклади застосування фізики. Крім того, одночасно в цій підсистемі практичних вправ необхідно підібрати серію навчальних задач, спрямованих на систематичне повторення і закріплення основного змісту.

6. В умовах розвитку STEM-освіти вдосконалення фізичної освіти і процес ознайомлення студентів з фізикою, зокрема оптикою, неможливий без широкого впровадження нових сучасних інноваційних технологій та використання засобів їх реалізації. Поряд із розробкою нових методичних рекомендацій і пропозицій з урахуванням останніх досягнень у галузі психологічних та педагогічних досліджень вагоме місце в процесі розкриття оптики мають посісти сучасні технічні STEM-засоби, зокрема й комп'ютерна техніка та ІКТ. З цією метою поряд із розробкою конкретних методичних пропозицій з оптики необхідно відібрати та розробити нові педагогічні програмні засоби для ефективного запровадження комп'ютерної техніки.

7. Враховуючи сучасні тенденції та основні напрямки вдосконалення навчально-виховного процесу, які відображені в роботах [1, 2, 3, 4], створена методика навчання оптики для ефективного ознайомлення студентів академії із основами оптики повинна бути спрямована не тільки на якісне, науково й методично обґрунтоване викладання змісту її основ, що забезпечується навчальною діяльністю викладача, а головним чином на активізацію самостійної навчально-пошукової діяльності студентів. Така методика повинна розвивати й стимулювати інтерес до пізнання і розуміння оптики,

застосування їх у поясненні явищ та процесів мікросвіту й навколишнього світу в цілому і давати студентам дієву систему знань, умінь і навичок та формувати природничо-науковий світогляд.

**Висновок.** Виходячи із зазначеного, ми вважаємо, що методика навчання фізики, зокрема оптики, в умовах розвитку STEM-освіти, повинна узгоджуватися з використанням STEM-обладнання, технічними засобами навчання, відображати сучасний рівень наукових досягнень з фізики, враховувати індивідуальні особливості студентів для покращення знань, умінь та навичок під час виконання різного рівня складності завдань з фізики у ВНЗ авіаційного напрямку навчання і належним чином розв'язувати завдання формування і розвитку особистості кожного студента.

**Перспективи подальших досліджень** полягають в удосконаленні даного навчального обладнання, що полягає у відпрацюванні методики і техніки виконання навчального експерименту з фізики в ВНЗ авіаційного профілю в умовах розвитку STEM-освіти.

#### **Список використаних джерел**

1. Величко С. П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі: дис. ... доктора пед. наук: 13.00.02 / Величко Степан Петрович. – К., 1998. – 460 с.
2. Величко С. П. Розвиток системи навчального експерименту та обладнання з фізики у середній школі / Величко С. П. – Кіровоград : КДПУ, 1998. – 302 с.
3. Величко С. П. Педагогічні принципи та ергономічні вимоги до шкільного фізичного експерименту / С. П. Величко, В. П. Вовкотруб. – Монографія. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2007. – 128 с.
4. Величко С. П. Сучасні технології у фізичному експериментуванні з оптики: [навчальний посібник для вчителів] / С. П. Величко, О. С. Кузьменко. – Кіровоград : ПП Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2009. – 164 с.

5. Кузьменко О. С. Методика навчання оптики в умовах профільного навчання фізики: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.02 / Кузьменко Ольга Степанівна. – Кіровоград, 2011. – 312 с.

6. Кузьменко О. С. Фронтальні лабораторні роботи з оптики: [посібник для вчителів фізики] / Кузьменко О. С.; за ред. проф. С. П. Величка. – Херсон : ТОВ «Айлант», 2009. – 44 с.

7. Кузьменко О. С. Роботи фізичного практикуму з оптики: [посібник для вчителів фізики] / Кузьменко О. С.; за ред. проф. С. П. Величка. – Херсон : ТОВ «Айлант», 2009. – 72 с.

8. Кузьменко О. С. Інтерферометри. Фізичний практикум з оптики з новим та нетрадиційним обладнанням: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О. С. Кузьменко, М. І. Садовий, В. П. Вовкотруб – Кіровоград : КЛА НАУ, 2015. – 204 с.

9. Садовий М. І. Окремі питання сучасної та традиційної фізики: Навчальний посібник для студентів педагогічних навчальних закладів освіти. – Кіровоград : Видавництво ПП «Каліч О.Г.», 2007. – 138 с.

10. Робоча програма з дисципліни «Фізика» для курсантів за напрямком підготовки 6.07102 «Аеронавігація», професійного спрямування професійного спрямування «Аварійне обслуговування та безпека на авіаційному транспорті» / Укладач: О. С. Кузьменко. – Кіровоград : КЛА НАУ, 2016. – 23 с.

11. PHYWE [Електронний ресурс] – Режим доступу: [/http://www.phywe.com/460/apg/327/Optics.htm](http://www.phywe.com/460/apg/327/Optics.htm).

**Ольга Кузьменко. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКИ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ STEM-ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ АВИАЦИОННОГО ПРОФИЛЯ**

*В статье рассматриваются концептуальные основы развития методики обучения физики, в частности оптики, в условиях развития STEM-обучения. Рассмотрено новое оборудование по оптике, что позволяет*

*исследовать явление интерференции и активизировать познавательно-поисковую деятельность студентов в условиях развития STEM-образования.*

*Ключевые слова: методика обучения физики, оптика, физический эксперимент, интерференция, STEM-образование, авиационное направление обучения.*

**Olha Kuzmenko. CONCEPTUAL BASES FOR THE DEVELOPMENT OF PHYSICS TRAINING METHODS IN STEM-EDUCATION CONDITIONS IN HIGHER TRAINING BODIES OF AVIATION PROFILE**

*The article deals with the conceptual principles of the development of teaching methods for physics, in particular optics, in the context of the development of STEM learning. The new optical equipment is considered, which allows to investigate the phenomenon of interference and activate the cognitive-search activity of students in the conditions of development of STEM-education.*

*Key words: physics teaching method, optics, physical experiment, interference, STEM-education, aviation direction of training.*

**УДК 378.1:530-057.87(045)**

**Ігор Чернецький, Наталія Поліхун, Ірина Сліпухіна**

**МІСЦЕ STEM-ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ В ОСВІТНІЙ ПАРАДИГМІ ХХІ СТОЛІТТЯ**

*Проаналізовано новий освітній напрямок STEM, встановлено витoki, актуальність, дидактичні особливості STEM-освіти. Виокремлено існуючі тенденції у вітчизняній освіті щодо впровадження STEM та окреслено основні напрямки подальших дій.*

*Ключові слова: STEM-технологія, STEM-освіта, STEM-навчання, NBICS-технологія, навички ХХІ століття, міждисциплінарність, LEGO, МАНлаб.*