

GENERALIZED PHYSICAL MATHEMATICAL COURSE FOR SENIOR HIGH SCHOOL STUDENTS

The article contains didactic ideas about generalized physical mathematical course for senior high school students, who are going to continue their education on physical and applied-physics school. These ideas are illustrated by didactic materials, which passed experimental validation at the Summer Physical Mathematical School.

Key words: profile senior high school, mathematical apparatus of physics, elective courses, Summer Physical Mathematical School, Small Academy of Sciences.

УДК 372.853

Кузьменко О. С.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОПТИКИ В УМОВАХ ПРОФІЛЬНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

У статті описані результати експериментальної перевірки методики навчання оптики в загальноосвітніх навчальних закладах різного типу та профілю. Внаслідок експериментальної перевірки використовувались математичі статистики: критерія Пірсона χ^2 та критерія Колгоморова-Смирнова для перевірки знань учнів при виконанні тестових завдань та лабораторних робіт з оптики.

Ключові слова: методика, оптика, експеримент, лабораторний практикум, демонстраційні дослідження.

Постановка проблеми. Сучасний стан системи освіти характеризується переходом на інший якісний рівень, що має як позитивні зміни, так і негативні наслідки, викликані глобальними реформами. Тому якість освіти опинилась в кризовому стані, який характерний для будь-яких систем, що знаходяться в стані перебудови. Одним із актуальних питань у сфері методики викладання фізики, а відповідно, й оптики є розв'язання кризових наслідків, одним з яких є знижений рівень ефективності навчально-виховного процесу, який пов'язаний з такими основними факторами: 1) знижений рівень мотивації в навчанні; 2) відсутність актуальності при вивченні основних питань з оптики; 3) відсутність методичного та матеріального забезпечення з оптики в загальноосвітніх навчальних закладах різного типу та профілю.

Таким чином, постає проблема в розробці методики навчання оптики, яка б змогла усунути негативні фактори і підвищити ефективність навчання. Відповідно така методика повинна відповідати певним вимогам, а саме: формувати якісну мотиваційну базу, яка б забезпечила повне включення учнів у процес роботи; нести контекст актуальності; мати широкий спектр застосування, який необмежений спеціальним матеріальним забезпеченням.

Аналіз основних досліджень. Про характер науково-методичних пошуків з оптики яскраво свідчить аналіз дисертаційних досліджень С. П. Величка, Н. Л. Сосницької, С. М. Гайдука, Е. П. Сірика. Велику увагу методиці навчання оптики приділили такі відомі науковці, як Л. І. Анциферова, В. О. Бутова, С. У. Гончаренко, Б. С. Зворикіна, Є. В. Коршака, Б. Ю. Миргородського, О. А. Покровського, І. І. Соколова.

Формулювання цілей статті. Основні завдання педагогічного експерименту визначалися метою та гіпотезою нашого дослідження, тобто розвиток методики навчання оптики набуває систематичного, зростаючого, прогресивного характеру в старших класах, а результати навчання фізики стають більш ефективними і значущими, коли навчальний процес супроводжується оригінальними та новими методиками, які базуються на особистісно орієнтованій основі.

Основною метою педагогічного експерименту була перевірка положень цієї гіпотези. Тому головними завданнями педагогічного експерименту були:

1. Підтвердження необхідності створення та застосування нової методики навчання оптики в загальноосвітніх навчальних закладах різного типу та профілю.
2. Перевірка гіпотези про результативність реалізації у педагогічній практиці методики навчання оптики.
3. Перевірка можливості застосування різних ІКТ та комп'ютерно-тестової програми "Оптика" при вивченні оптики в ЗНЗ різного типу та профілю.
4. Перевірка практичних рекомендацій лабораторного практикуму з розділу "Оптика" на базі нового обладнання для загальноосвітніх шкіл в умовах профільного навчання.

Виклад основного матеріалу. Педагогічний експеримент проводився в декілька етапів:

I етап (2008 н. р.) на основі навчальних програм, посібників і підручників методики навчання фізики та методики навчання оптики, аналізу бесід з учителями та учнями був визначений рівень знань учнів з оптики і встановлено, що зміст програми з даного розділу, методика навчання та система шкільного фізичного експерименту неповною мірою сприяє розкриттю основних фізичних явищ і процесів, законів та закономірностей, які складають основу навчального матеріалу з оптики.

Відповідно, досліджуючи дану проблему, нами було виявлено, що однією з причин такого становища є: 1) відсутність відповідного навчального обладнання; 2) недосконалість системи ШФЕ для вивчення оптики в умовах профільного навчання; 3) застаріле або вже не рекомендоване навчальне обладнання кабінетами фізики середньої школи; 4) мала забезпеченість ШКФ методичними рекомендаціями, посібниками, підручниками при вивченні розділу оптики в старших класах у загальноосвітніх навчальних закладах різного типу та профілю.

Для розв'язку цієї проблеми на підставі науково-теоретичного аналізу нами були сформовані шляхи вдосконалення фізичного експерименту під час вивчення питань з оптики, і запропонована система демонстраційних дослідів, фронтальних лабораторних робіт, робіт фізичного практикуму, які базувалися на основі нового комплексу для вивчення оптики (КВО) [1; 2; 3].

На **II етапі свого дослідження (2009–2010 р.р.)** на основі аналізу стану методики навчання оптики та навчального фізичного експерименту розроблялися і перевірялися у навчальному процесі з оптики в ЗНЗ різного типу та профілю (Таб.1.), (демонстрації, фронтальні лабораторні роботи, роботи фізичного практикуму) на основі нового комплексу для вивчення оптики, відпрацьовувались методика і техніка їх запровадження у навчально-виховний процес з фізики, розроблялися й перевірялися методичні рекомендації з оптики для вчителів фізики [1; 2; 3].

Таблиця 1.

Навчальні заклади, що приймали участь в експерименті

Навчальний заклад	Навчальний рік
1	2
ЗОШ I – III ступенів № 4, м. Кіровоград	2009 – 2010
ЗОШ I – III ступенів № 6, м. Кіровоград	2009 – 2010
ЗОШ I – III ступенів № 20, м. Кіровоград	2009 – 2010
ЗОШ I – III ступенів № 23, м. Кіровоград	2009 – 2010
Шостаківська СЗОШ – інтернат I – II ступенів, Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Піщанобридська СЗОШ – інтернат I – III ступенів, Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Світловодська СЗОШ – інтернат I – III ступенів № 1, Кіровоградська обл.	2009 – 2010

1	2
Голованіська ЗОШ I – III ступенів ім. Т. Г. Шевченка, Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Добрівська ЗОШ I – III ступенів Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Станкуватська ЗОШ I – II ступенів Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Вільшанська ЗОШ I – II ступенів Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Добровеличківська ЗОШ – інтернат I – III ступенів Кіровоградська обл.	2009 – 2010
Кіровоградський обласний загальноосвітній навчально-виховний комплекс гуманітарно-естетичного профілю (гімназія – інтернат – школа мистецтв)	2009 – 2010

При проведенні експериментальної роботи в загальноосвітніх навчальних закладах із запропонованим навчальним комплектом для вивчення оптики та методичними рекомендаціями до виконання дослідів на його основі, вчителями відмічена легкість застосування комплекту КВО, зручність у використанні, запропонований навчальний комплект створений відповідно до сучасних наукових досягнень, відповідає дидактичним вимогам та вимогам профільних програм навчання і забезпечує диференційоване вивчення оптики, значно активізує навчально-пізнавальну діяльність учнів, стимулює інтерес до вивчення основ оптики.

Разом з тим велася підготовка з використання можливостей запровадження ІКТ для посилення вивчення оптики і дослідження властивостей оптичного випромінювання, розроблялася комп'ютерно-тестова програма для перевірки знань учнів, а також використання програми Microsoft PowerPoint для демонстрації лабораторних робіт та дослідів з оптики на уроках фізики, що значно підсилює інтерес учнів до вивчення фізики та стимулює до самостійної пізнавально-пошукової діяльності.

Проведений **на третьому етапі дослідження (2010 н.р.)** педагогічний експеримент мав за мету виявити доцільність ознайомлення учнів з методикою навчання оптики під час постановки і проведення розробленої системи навчального експерименту на уроках фізики, при виконанні фронтальних лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму в умовах профільного навчання з фізики, зокрема оптики та як дана методика вплинула на рівень знань учнів, активізувала їхню пізнавально-пошукову та самостійну роботу.

Для розв'язання таких задач у ході педагогічного експерименту ми **використовували** наступні **методи**: спостереження за ходом навчального процесу та за діяльністю учнів під час виконання фронтальних лабораторних робіт і робіт практикуму з оптики як на уроках фізики, так і під час позакласних занять; бесіди з учнями під час виконання практичних завдань; бесіди з вчителями про забезпечення кабінету фізики навчальним обладнанням та методичним матеріалом для вивчення оптики; використання математичних статистик: критерія Пірсона χ^2 та критерія Колгоморова-Смирнова для перевірки знань учнів контрольних та експериментальних класів при виконанні тестових завдань та лабораторних робіт з оптики.

З метою статистичної обробки результатів **формуючого педагогічного експерименту** застосовувався критерій χ^2 для порівняння розподілів об'єктів двох сукупностей за станом деякої властивості. Перевірялась результативність тестових робіт з фізики, з розділу оптики у 11-х експериментальних (ЕК) та контрольних класах (КК) загальноосвітніх навчальних закладах м. Кіровограда та області.

Для проведення педагогічного експерименту ми відібрали у контрольний клас (КК) 191 учень та у експериментальний клас (ЕК) – 205 учнів, всього в педагогічному експерименті прийняли участь 396 учнів із загальноосвітніх навчальних закладів різного типу та профілю м. Кіровограда та області.

Результати набраних балів при виконанні тестових завдань з оптики у контрольних та експериментальних класах відображені у таблиці 2.

Результати набраних балів при виконанні тестових завдань з оптики у контрольних (КК) та експериментальних (ЕК) класах

Категорії	Кількість набраних балів	Число учнів, які набрали певну кількість балів			
		констатуючий		формуючий	
		ЕК	КК	ЕК	КК
Низький	1 – 3	18	21	14	19
Середній	4 – 6	31	26	26	34
Достатній	7 – 9	28	23	28	27
Високий	10 – 12	29	22	31	19

Для цих класів побудуємо діаграму середніх оцінок (див. рис. 1). На діаграмі чітко виділяється рівень успішності учнів.

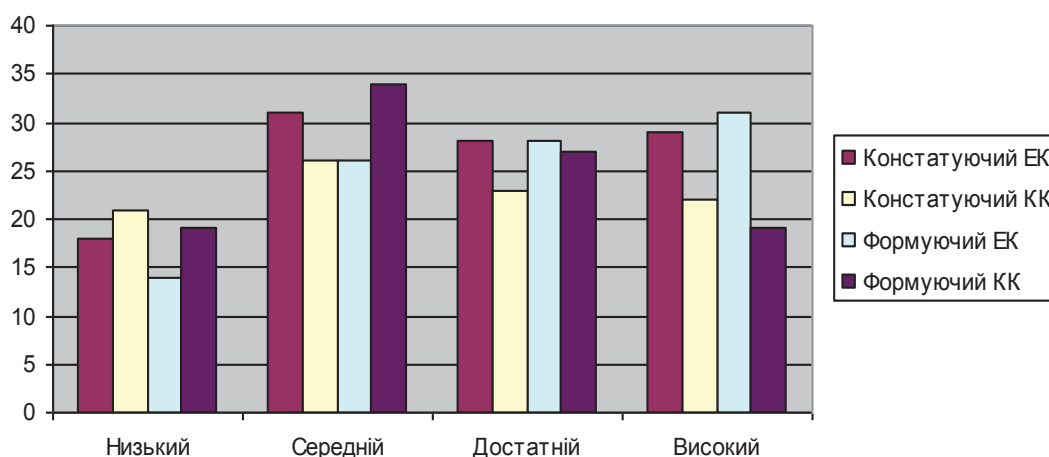


Рис. 1. Діаграма результатів тестової перевірки знань учнів.

Для виявлення статистично значущих відмінностей у рівнях знань учнів контрольних і експериментальних вибірок ми використали метод перевірки нульової і альтернативної гіпотез за критерієм Пірсона (χ^2), оскільки всі необхідні для цього умови виконуються, тобто: 1) обидві вибірки випадкові; 2) вибірки незалежні і члени кожної з вибірок незалежні між собою; 3) шкала вимірів є шкалою найменувань з 4-х категорій.

На основі експериментальних даних, що відображені у вище зазначеній таблиці, перевіряємо нульову гіпотезу $H_0: p_{1i} = p_{2i}$ для всіх категорій ($C=4$). Альтернативною гіпотезою $H_1: p_{1i} \neq p_{2i}$ хоча б для однієї із згаданих чотирьох категорій. Робимо обчислення експериментальної статистики за формулою [4: 106]:

$$T = \frac{1}{n_1 \cdot n_2} \cdot \sum_{i=1}^c \frac{(n_1 \cdot Q_{2i} - n_2 \cdot Q_{1i})^2}{Q_{1i} + Q_{2i}} \quad (1)$$

при значеннях $n_1=205$, $n_2=191$

Результати констатуючого та формуючого експерименту відображені в таблиці 3.

За табличними даними [4: 130] $\alpha=0,05$ і кількості ступенів вільності $\nu=C-I=4-1=3$ знаходимо критичне значення статистики критерію $T: x_{1-\alpha} = 7,815$ тобто $T_{\text{критич}} = 7,815$.

Контрольна і експериментальна вибірки після проведення експерименту мають статистично значущі відмінності, оскільки $T_{\text{спос}} > T_{\text{критич}}$ ($7,98 > 7,815$).

Результати констатуючого та формуючого експерименту

До експерименту			1 – 3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	T
	ЕГ	$n_1 \cdot Q_{1i}$	3690	6355	5740	5945	
	КГ	$n_2 \cdot Q_{2i}$	4011	4966	4933	4202	
		$(n_1 \cdot Q_{2i} - n_2 \cdot Q_{1i})^2$	321^2	$(-1389)^2$	$(-807)^2$	$(-1743)^2$	
	$\frac{1}{n_1 \cdot n_2} (Q_{2i} - Q_{1i})^2 / (Q_{1i} + Q_{2i})$	3,417	0,004	0,001	0,008	3,43	
Після експерименту			1 – 3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	T
	ЕГ	$n_1 \cdot Q_{1i}$	2870	5330	5740	6355	
	КГ	$n_2 \cdot Q_{2i}$	3629	6494	5157	3629	
		$(n_1 \cdot Q_{2i} - n_2 \cdot Q_{1i})^2$	759^2	1164^2	$(-583)^2$	$(-2726)^2$	
	$\frac{1}{n_1 \cdot n_2} (Q_{2i} - Q_{1i})^2 / (Q_{1i} + Q_{2i})$	0,002	0,003	7,96	0,019	7,98	
Контрольний клас до і після експерименту			1 – 3	4 – 6	7 – 9	10 – 12	T
	КГ _{до}	$n_1 \cdot Q_{1i}$	4305	5330	4715	4510	
	КГ _{після}	$n_2 \cdot Q_{2i}$	3629	6494	5157	3629	
		$(n_1 \cdot Q_{2i} - n_2 \cdot Q_{1i})^2$	$(-676)^2$	1164^2	442^2	$(-881)^2$	
	$\frac{1}{n_1 \cdot n_2} (Q_{2i} - Q_{1i})^2 / (Q_{1i} + Q_{2i})$	0,0014	0,003	4,607	0,003	4,641	

Відповідно до правила прийняття рішення одержані результати дозволяють відхилити нульову гіпотезу H_0 і прийняти альтернативну H_1 . Отже, можна зробити висновок про те, що учні експериментальних класів під час виконання тестових завдань з оптики при використанні комп'ютерної програми показали кращі результати, ніж учні, які навчались без застосування експериментальної методики на уроках фізики.

Для проведення педагогічного експерименту нами використовувався критерій Колгоровова-Смирнова. В експериментальних (ЕК) та контрольних класах (КК) виконувалась лабораторна робота з оптики “Визначення довжини світлової хвилі за допомогою дифракційної ґратки” за різними методиками. В експерименті брали участь учні 11-х класів: Кіровоградського обласного загальноосвітнього навчально-виховного комплексу гуманітарно-естетичного профілю, Голованіська ЗОШ I – III ступенів ім. Т. Г. Шевченка, ЗОШ № 4 та ЗОШ № 6. Відповідно частина учнів виконували лабораторну роботу за експериментальною методикою, а частина з них – за традиційною.

Результати виконання учнями лабораторної роботи оцінювалися за 6 рівнями, спрямованих на виконання експериментальних і обчислювальних умінь.

Відповідно при проведенні педагогічного експерименту перевірялась гіпотеза $H_0 : F(x) = G(x)$ про однаковість функцій розподілення оцінок за балами стосовно виконання лабораторної роботи з оптики серед учнів експериментальних та контрольних класів за традиційною та експериментальною методикою.

З цією метою, із числа одинадцятикласників, що виконували лабораторну роботу з оптики і навчались за різними варіантами методики, відповідно методом випадкового

відбору було взято в контрольний клас (КК) 100 учнів, та в експериментальний (ЕК) – 100 учнів. У результаті випадкового відбору були сформовані дві вибірки (f_1 – учні, які навчались за експериментальною методикою, f_2 – за традиційною методикою), відповідно $n_1 = n_2 = n = 100$ учнів. Дані для знаходження статистики Колгоморова-Смирнова відображені в таблиці 4.

Альтернативна гіпотеза $H_1 : F(x) \neq G(x)$ передбачає, що функції розподілення балових оцінок не однакові у двох розглянутих сукупностях учнів.

Таблиця 4.

Таблиця даних для знаходження статистики критерію Колгоморова-Смирнова в експериментальних та контрольних класах

№ п\п	Кількість вірно виконаних завдань	Абсолютна частота у вибірці № 1 (ЕК), f_1	Абсолютна частота у вибірці № 2 (КК), f_2	Накопичена частота у вибірці № 1 (ЕК), $\sum f_1$	Накопичена частота у вибірці № 2, $\sum f_2$	Різниця накопичених частот у вибірках № 1 та № 2 $ \sum f_1 - \sum f_2 $
1	6	34	19	100	100	0
2	5	31	22	66	81	15
3	4	24	29	35	59	24
4	3	6	13	11	30	19
5	2	5	11	5	17	12
6	1	0	5	0	5	5
7	0	0	1	0	1	1

Максимальне значення виразу для різниці накопичених частот у вибірках №1 та №2 $|\sum f_1 - \sum f_2|$ становить 24, тобто: $T_1 = (\frac{1}{n}) \cdot \max |\sum f_1 - \sum f_2| = (\frac{1}{100}) \cdot 24 = 0,24$.

Критичне значення критерію знаходимо за формулою для вибірок відносно великого об'єму ($n > 40$). Відповідно для нашого випадку експериментальні значення $n_1 = n_2 = n = 100$.

$$W_{1-\alpha} = \lambda_{\alpha} \frac{\sqrt{(n_1 + n_2)}}{n_1 \cdot n_2} \quad [4].$$

Для значення $\alpha = 0,05$ маємо значення $\lambda_{\alpha} = 1,36$, звідки $W_{1-\alpha} = 1,36 \cdot \frac{\sqrt{200}}{10000} \approx 0,192$.

Таким чином, виконується нерівність:

$$T_{\text{спост.}} > W_{1-\alpha}, \text{ тобто } (0,24 > 0,192).$$

Висновки. Відповідно до правила прийняття рішення про нульову гіпотезу відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза H_1 , що вказує на різницю у розподілі оцінок у балах за виконання лабораторної роботи при вивченні оптики в умовах профільного навчання серед одинадятикласників, які навчались за експериментальною і традиційною методиками у загальноосвітніх навчальних закладах.

Подальші дослідження даної проблеми можна побачити у наступних публікаціях.

ЛІТЕРАТУРА:

1. 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.

2. Величко С. П. Фронтальні лабораторні роботи з оптики: Посібник для вчителів фізики / С. П. Величко, О. С. Кузьменко. – Херсон: ТОВ “Айлант”, 2009. – 44 с.
3. Величко С. П. Роботи фізичного практикуму з оптики: Посібник для вчителів фізики / С. П. Величко, О. С. Кузьменко. – Херсон: ТОВ “Айлант”, 2009. – 72 с.
4. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М.: Педагогика, 1977. – 216 с.

Кузьменко О. С.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ОПТИКИ В УСЛОВИЯХ ПРОФИЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ

В статье описаны результаты экспериментальной проверки методики обучения оптики в общеобразовательных учебных заведениях разного типа и профиля. Вследствие экспериментальной проверки использовались математические статистики: критерия Пирсона χ^2 и критерия Колгморова-Смирнова для проверки знаний учеников при выполнении тестовых заданий и лабораторных работ по оптике.

Ключевые слова: методика, оптика, эксперимент, лабораторный практикум, демонстрационные опыты.

Kuzmenko O. S.

RESULTS OF EXPERIMENTAL VERIFICATION TEACHING METHODS OPTICS IN THE PROFILE STUDY OF PHYSICS

The article describes the results of experimental verification of the introduction of new methods of training in the study of optics in the secondary schools of various types and account. As experimental verification of mathematical statistics were used: Pearson criterion and criterion Kolhomorova – Smirnov to test students' knowledge in the performance of test tasks and laboratory work in optics.

Key words: methodology, optics, experiment, laboratory practical work, demonstration experiments.

УДК 378.016.53

Пастушенко С.М.

ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ З ФІЗИКИ В СЕРЕДНІХ І ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

Розглянуто методичні питання проведення тестового контролю знань з фізики в старшій школі і вищих навчальних закладах. Показано, що процес розв'язання тестових завдань дає змогу одночасно проводити контроль знань, формувати знання і виробляти загальні навчальні вміння.

Ключові слова: тестовий контроль знань з фізики, розв'язання тестових завдань, формування знань, вироблення вмінь.

Мета дослідження. Метою даної роботи є розгляд методичних питань застосування тестових завдань з фізики в середніх і вищих навчальних закладах. Зокрема ставилися такі задачі: розробити структуру тесту для підсумкового контролю знань з фізики в школі і вхідного контролю у вищому навчальному закладі, дослідити можливості тестового контролю для вироблення нових знань, розвитку загальнонавчальних умінь учнів (студентів). Ставилася також задача розробити досконалу структуру і визначити обсяг тесту залежно від його призначення.

Постановка проблеми і актуальність дослідження. Як зазначалося в роботі [1], технологія навчання – це шлях освоєння конкретного навчального матеріалу у рамках певного предмета, теми, питання і у межах обраної технології. *Технології навчання*