

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ПЕРЕВІРКИ НОВОЇ МОДЕЛІ СИСТЕМИ НАВЧАЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ СТАРШОЇ ШКОЛИ

Ірина САЛЬНИК

Проведений аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку системи навчального фізичного експерименту старшої школи, виявлені протиріччя та особливості її запровадження у віртуально орієнтованому навчальному середовищі привели до створення нами нової функціональної моделі такої системи. З метою перевірки розробленої моделі системи навчального експерименту було створене методичне та матеріально-технічне забезпечення її реалізації. Таке забезпечення являє собою навчально-методичний комплекс з експериментального вивчення питань хвильової оптики, забезпечує реалізацію можливостей як реального, так й віртуального експерименту, відповідає вимогам педагогічної синергетики, ергономіки та основним засадам сучасної парадигми освіти. В статті розглядаються особливості організації та проведення педагогічного експерименту з метою перевірки ефективності нової моделі в навчально-виховному процесі з фізики.

Conducted analysis of current state and development trends of the system of learning physics experiment in high school. discovered the contradictions and features of its implementation in a virtual oriented learning environment have resulted to the creation of our new functional models of the system. In order to test the model of system of educational experiment, that developed by us, was created methodical and logistical support of its implementation. This providing is an educational and methodical complex of experimental study of wave optics, it ensures the implementation of capabilities of real and virtual experiment, meets the requirements of the pedagogical synergy, ergonomics and the basic principles of modern paradigm of education. In the article are considered the features of organization and conducting of pedagogical experiment in order to verify effectiveness of the new model in the educational process of physics.

Постановка проблеми. Сучасний стан розвитку фізичної освіти, який пов'язаний з переходом на нові стандарти [2] та викладанням фізики за новими програмами [4], вимагає перегляду не тільки змісту та методів, але й засобів навчання. Виходячи з того, що головна мета навчання фізики в середній школі полягає в розвитку особистості учнів засобами фізики як навчального предмета, зокрема завдяки формуванню в них предметної компетентності на основі фізичних знань, наукового світогляду й відповідного стилю мислення, розвитку експериментальних умінь і дослідницьких навичок, творчих здібностей і схильності до креативного мислення, перед школою постають завдання, безпосередньо пов'язані із оволодінням учнями науковими методами пізнання, досвідом практичної діяльності людства в галузі здобуття фактів, формуванням експериментальних вмінь й дослідницьких навичок. Шляхи розв'язання цих завдань передбачають пошук і запровадження таких форм і методів організації пізнавальної роботи учнів, за допомогою яких значну кількість інформації учні дістають самостійно, внаслідок активної розумової діяльності. Мова йде про підвищення ролі навчального фізичного експерименту, який, на нашу думку, є найефективнішим засобом впровадження діяльного та синергетичного підходів в навчанні фізики, особливо учнів старшої профільної школи. Одночасно інформатизація системи освіти та впровадження нових інформаційних технологій у навчальний процес викликають все більший інтерес та надають особливої значущості

проблемі створення методичних систем навчання з використанням комп'ютерних технологій.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Становлення сучасної системи ШФЕ тісно пов'язане з іменами таких вчених, як Л. І. Анциферов, П. С. Атаманчук, О. І. Бугайов, В. О. Буров, С. П. Величко, Г. М. Гайдучок, Ю. І. Дік, Л. Р. Калапуша, Є. В. Коршак, Д. Я. Костюкевич, В. Г. Нижник, Б. Ю. Миргородський, О. В. Сергєєв, В. І. Тищук, М. М. Шахмаєв, В. Г. Чепуренко, М. І. Шут та багатьох інших.

Навчальний експеримент завжди був і є основою вивчення фізики у школі. Зміни, які відбуваються в системі освіти безпосередньо стосуються процесу навчання фізики в цілому, і його складової «системи навчального фізичного експерименту». Як показав наш попередній аналіз, дослідження навчального фізичного експерименту проводяться науковцями в різних напрямках: розглядаються ті чи інші функції експерименту, різні варіанти його виконання, запровадження інноваційних методів та інформаційних технологій в шкільному фізичному експерименті і т.д., але немає досить повного аналізу сучасного поняття «навчальний фізичний експеримент» та обґрунтованої моделі системи сучасного навчального фізичного експерименту, що об'єднує діяльність вчителя та учнів у новому віртуально орієнтованому середовищі, яка відповідає тенденціям його розвитку, новим підходам до його побудови та функцій, ґрунтується на взаємопов'язаному використанні віртуального та реального.

Особливо актуальною дана проблема є для старшої профільної школи, де навчальний фізичний експеримент набуває певної специфіки, яка повинна бути врахована в побудові нової моделі системи експерименту.

Враховуючи зазначені аспекти, проведений аналіз сучасного стану експерименту та розглядаючи систему навчального фізичного експерименту старшої школи як складне особистісно спрямоване утворення, що ґрунтується на взаємозв'язку віртуального та реального, забезпечує реалізацію цілей навчання фізики та особистісних траєкторій навчання учнів, нами була побудована функціональна модель такої системи [5, с.246].

Створена нами модель системи навчального фізичного експерименту є поліструктурною, відкритою, динамічною моделлю, що реалізується в сучасному віртуально орієнтованому навчальному середовищі та передбачає таку діяльність вчителя та учнів, що ґрунтується на діалогічності, взаєморозумінні та орієнтації на задоволення потреб та нахилів кожного суб'єкта навчально-виховного процесу.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Розроблена нова модель системи навчального фізичного експерименту старшої школи вимагає цілісної та ґрунтовної перевірки на предмет її запровадження в навчально-виховному процесі з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах. Метою нашої статті є аналіз результатів реалізації пропонованої моделі в процесі навчання фізики.

Виклад основного матеріалу. Розпочинаючи своє дослідження, ми виходили з гіпотези, яка складається з двох частин. Перша частина, пов'язана з необхідністю цілісного осмислення понять віртуального і реального у системі навчального фізичного експерименту на основі синергетичного підходу, що забезпечить реалізацію їх взаємозв'язку, фактично доведена результатами нашого дослідження представленими в першому та другому розділах. Друга частина полягає в тому, що взаємопов'язане і

взаємообумовлене використання у системі навчального експерименту реального та віртуального з урахуванням психолого-педагогічних та ергономічних чинників дозволить забезпечити ефективність інноваційної моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи, яка передбачає випереджувальний характер розвитку особистості учня та сприяє повнішому формуванню системи фізичних знань.

Наше припущення щодо вдосконалення навчально-виховного процесу з фізики старшої школи на основі посилення зв'язків реального та віртуального в системі навчального фізичного експерименту зводилося не лише до необхідності формування у школярів певної системи знань, умінь і навичок. Воно передбачало водночас піднести роль самого учня у процесі навчання, активізувати його навчально-пізнавальну діяльність, сприяти розвитку мислення і творчих здібностей школярів та в умовах варіативного навчання фізики в сучасній профільній школі найбільшою мірою задовольнити запити і побажання, плани на майбутнє кожного випускника школи.

Обґрунтування гіпотези дослідження вимагає ширшого використання емпіричних методів дослідження. Воно передбачає проведення педагогічного експерименту, що дозволить: провести оцінку рівня сформованості у учнів емпіричних знань та рівня оволодіння фізичними фактами, виявити ступінь залежності рівня емпіричного знання від рівня теоретичних знань та перевірити ефективність запропонованої нової моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи.

Якісний аналіз процесу навчання фізики сучасної старшої школи, що діє як профільна, та діючої системи навчального фізичного експерименту, яка крім реальної включає й віртуальну складову, що постійно розширюється та посилюється, дозволив нам констатувати необхідність розробки нової моделі сучасної системи навчального фізичного експерименту на основі взаємозв'язку реального та віртуального.

З метою виявлення частки емпіричних знань в різних темах був проведений якісно-кількісний аналіз системи емпіричних знань в курсі фізики старшої школи. Було показано, що відсоток емпіричного знання в курсі фізики старшої школи найбільшою мірою відповідає його відсотковому показнику в темі «Хвильова оптика». Аналіз різних розділів шкільного курсу фізики (контент-аналіз діючих програм, підручників та посібників для старшої школи) показав, що саме цю тему найбільш доцільно використати як базу для перевірки розробленої моделі системи навчального фізичного експерименту.

Проведене на цьому етапі дослідження дозволило нам констатувати наявність багатопланового впливу взаємопов'язаного запровадження віртуального та реального в системі НФЕ старшої школи на весь навчально-виховний процес.

На основі спостережень, бесід з вчителями загальноосвітніх шкіл м.Кіровограда та області, аналізу відвіданих занять та власного досвіду викладання фізики в 10-11-х класах Комунального закладу «Педагогічний ліцей Кіровоградської міської ради Кіровоградської області», було зроблено висновок про загально низький рівень пізнавальної активності учнів на уроках фізики та під час виконання ними експериментальних досліджень. Проведені контрольні роботи, що мали на меті виявити рівень опанування не лише теоретичного знання, а й загального розуміння внутрішньої сутності природних явищ та процесів, показав, що знання та вміння учнів з фізики нерідко мають формальний характер, що, у свою чергу, значною мірою впливає на якість та успішність навчання.

Було зроблене припущення, що підвищити пізнавальну активність учнів на уроках фізики та рівень опанування ними фізичними знаннями дозволить фізичний експеримент, що виконується не лише на реальному обладнанні, а й з широким запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій.

З метою реалізації нової моделі навчального фізичного експерименту старшої школи розроблялося матеріально-технічне та методичне забезпечення з метою створення навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики, який включає комплект обладнання «Оптична міні-лава» для проведення усіх видів реального навчального експерименту, цифровий навчальний комплект, що забезпечує віртуальну складову, а також інструктивні розробки лабораторного експерименту, методичні рекомендації та посібники для вчителів та учнів [1].

Одночасно, з метою перевірки ефективності нової моделі системи навчального фізичного експерименту ставилося питання розробки засобів діагностики рівнів опанування учнями фізичного знання. З цією метою розроблялися критерії та відповідні їм показники, які б забезпечували якісну та кількісну перевірку опанування учнями теоретичним та емпіричним знанням.

Здійснений нами аналіз психолого-педагогічної та методичної літератури засвідчив, що не існує загальноприйнятого набору критеріїв і показників, які чітко й однозначно визначали б рівень теоретичного й, особливо, емпіричного знання.

В сучасній загальноосвітній школі оцінка знань учнів з фізики здійснюється, як правило, за результатами відповідей на теоретичні питання та розв'язування задач. Причому з усієї сукупності задач учням пропонують здебільшого задачі суто розрахункового характеру, які вимагають знання формул та вміння проводити математичні перетворення і обчислення. На жаль, такі оцінки в повній мірі не характеризують володіння учнями фактичним матеріалом та розуміння сутності фізичних явищ та процесів.

Разом з тим, враховуючи, що школярі, особливо старшокласники, мають підвестися до теоретичного рівня узагальнення, засвоїти одночасно багатий фактологічний матеріал та емпіричні методи пізнання й усвідомити теоретичні закони, принципи фізики, оволодіти теоретичними знаннями і вміннями їх застосовувати в практичній діяльності, ми відбирали ті показники та критерії для перевірки, які дозволили б визначити не лише рівень опанування теоретичним матеріалом, а усією системою фізичного знання та методами їх отримання.

Отже, оскільки найважливішою умовою формування в учнів системи фізичних знань є взаємопов'язане оволодіння як емпіричною, так і теоретичною складовими курсу фізики, на даному етапі педагогічного експерименту нами розроблялися критерії та показники рівнів досягнень учнів з метою:

1. Визначення рівня оволодіння учнями теоретичними знаннями.
2. Визначення рівня сформованості емпіричного знання.
3. Визначення рівня володіння фізичними методами вимірювання в процесі виконання експериментальних досліджень.
4. Володіння навичками самостійної роботи

Для визначення рівня опанування учнями системою фізичних знань нами була використана методика перевірки емпіричного знання запропонована в дослідженні Р.В. Майєра [3].

Критерієм сформованості в учнів емпіричних знань є вміння передбачати результати дослідів, виходячи з умов, та планувати експеримент, що доводить справедливості висунутої гіпотези. В цьому випадку результати оцінки емпіричних знань не завжди відповідають рівню теоретичних знань й тому є самостійною характеристикою фізичних знань учнів. Але, якщо в системі навчального фізичного експерименту встановлені тісні взаємозв'язки між віртуальним та реальним, які безпосередньо відповідають за формування теоретичного та емпіричного, то теоретичні та емпіричні знання будуть формуватися взаємопов'язано й корелювати між собою.

З метою визначення рівня сформованості емпіричного знання виділимо критерії, що були запропоновані в роботі [3] та адаптовані до вимог та умов нашого наукового дослідження (таблиця 1).

Таблиця 1

Критерії та рівні сформованості емпіричного знання

Рівні	Критерії сформованості емпіричного знання
Низький рівень	Учень не володіє вмінням експериментального доведення, не знає умов та результати експерименту або спостереження, не може провести його аналіз, погано орієнтується в сутності явища, що досліджується, не володіє елементарними навичками експериментування.
Середній рівень	Учень не володіє вмінням експериментального доведення, але за відомими умовами досліду правильно передбачає його результат, одночасно має певні утруднення з аналізом експерименту, має уявлення про фізичне явище, що досліджується, але на повсякденному рівні, знає лише зовнішні його прояви, володіє елементарними навичками експериментування
Достатній рівень	Учень не в повній мірі володіє експериментальним доведенням, але знає умови, результат експерименту та вміє аналізувати їх, орієнтується у сутності явища, знає його зовнішні та внутрішні властивості, володіє навичками експериментування, вміє самостійно добирати обладнання до проведення експерименту.
Високий рівень	Учень володіє експериментальним доведенням, тобто може самостійно довести факт існування фізичного явища або функціональної залежності, описуючи умови та результати досліду, що доводить це явище, проводить його аналіз, може запропонувати та обґрунтувати свій план проведення дослідження і вибір необхідного обладнання.

Для визначення рівня сформованості емпіричних знань у певної групи учнів передбачалося використання тестів перевірки вміння планувати експеримент, що доводить дане твердження, або передбачати результат досліду, виходячи з його умов. Тест містив питання типу: «Доведіть існування явища заломлення», «Опишіть дослід, що підтверджує існування явища дифракції світла» або «Що відбудеться, якщо в досліді по

спостереженню інтерференції світла з подвійною щілиною Юнга, змінити відстань між щілинами?»).

Інший метод діагностики, який передбачалося використати для оцінки рівня емпіричного знання учнів є бесіда, яка дозволяє перевірити володіння методологічною його складовою. Алгоритм бесіди наведений на рис. 1 Бесіда проводиться за таким принципом: спочатку задається питання, що відповідає більш високому рівню знань, якщо відповідь незадовільна, рівень знижується.

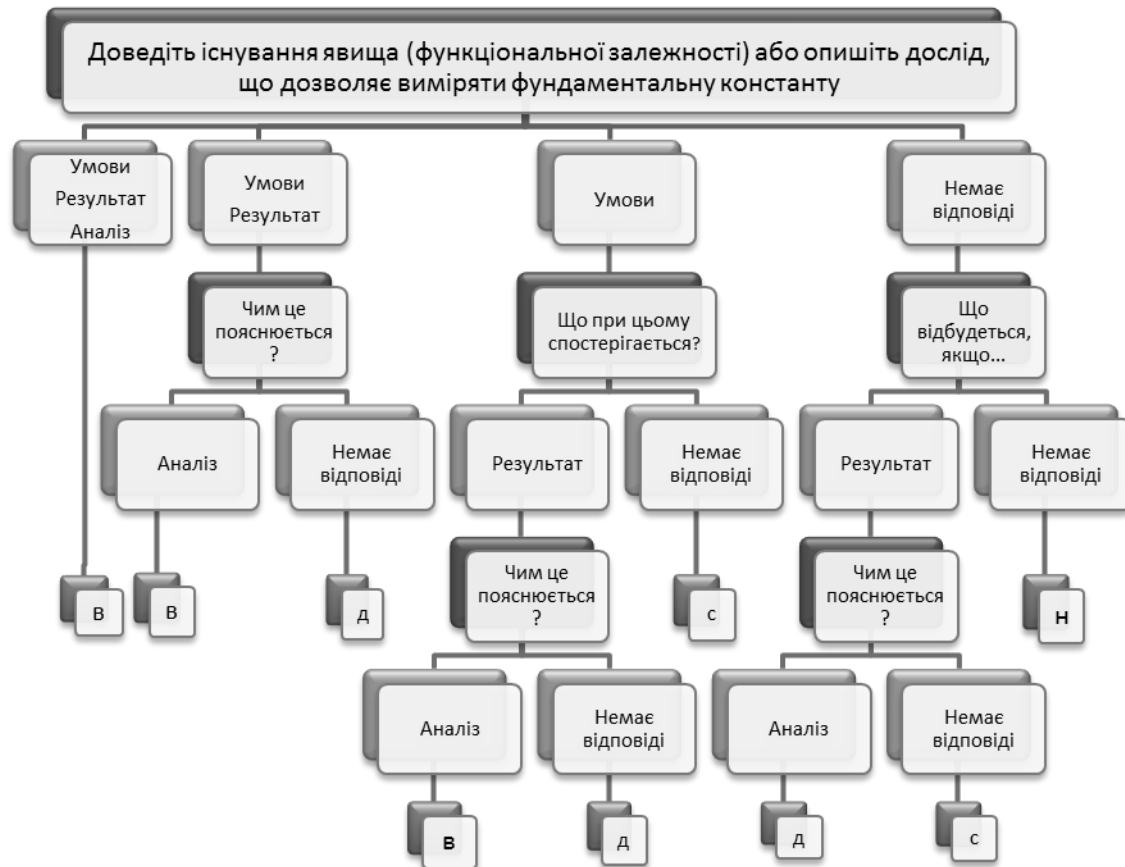


Рис. 1. Алгоритм бесіди з перевірити володіння методологічною складовою емпіричного знання

Одночасно, з метою визначення рівня оволодіння учнями теоретичними знаннями аналізувались контрольні та тестові роботи учнів оцінені відповідно до критеріїв запропонованих у Пояснювальній записці до програм з фізики для старшої школи [4]. Такі ж критерії були використані і для визначення рівня досягнень під час виконання лабораторних та практичних робіт.

Експериментальною базою дослідження були загальноосвітні навчальні заклади м.Кіровограда та Кіровоградської області, Черкаської області, м.Харкова. На даному етапі експериментом було охоплено 590 учнів, що вивчають фізику за різним профілем. Класи добирались таким чином, щоб вони найбільшою мірою відповідали умовам проведення педагогічного експерименту. Для проведення експерименту були вибрані школи, кабінети фізики яких були забезпечені обладнанням для постановки необхідного фізичного експерименту (комплектами «Оптична міні-лава»), а вчителі фізики були досвідченими та

мали можливість проводити уроки з використанням або мультимедійного проектора, або інтерактивної дошки.

Для експериментальної перевірки авторської моделі було сформовано контрольні та експериментальні групи. Для поділу учнів на групи нами був проведений аналіз рівня навчальних досягнень учнів з фізики за результатами навчання в 10 класі (оскільки передбачалася реалізація моделі в процесі вивчення хвильової оптики, що розглядається в 11 класі). До того ж під час розподілу учнів був врахований профіль навчання таким чином, щоб і в контрольній, і в експериментальній групах були учні, що вивчають фізику відповідно до рівнів стандарту, академічному, профільному.

У таблиці 2 наведено розподіл учнів на контрольні та експериментальні класи за рівнями навчальних досягнень з фізики на початку формувального етапу педагогічного експерименту.

Таблиця 2

Рівні навчальних досягнень учнів з фізики за результатами навчання в 10 класі

Групи	Кількість учнів, що мають відповідний рівень							
	Високий 10-12 балів		Достатній 7-9 балів		Середній 4-6 балів		Низький 1-3 бали	
	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%
Експериментальна n=297	23	7,8	143	48,2	110	37	21	7
Контрольна m=293	18	6,2	146	49,8	106	36,2	23	7,8
Разом	41	7	289	49	216	36,6	44	7,4

Головною ідеєю, яку ми переслідували на формувальному етапі педагогічного дослідження, була практична перевірка ефективності розробленої нами моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи за допомогою створеного та впровадженого навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики.

У контрольних класах навчання фізики здійснювалося за традиційною методикою, яка передбачала вивчення питань хвильової оптики в 11 класі відповідно до програм профільного навчання з використанням експерименту з наявним в закладі обладнанням та епізодичним впровадженням інформаційно-комунікаційних технологій (презентації до уроків, відеофільми).

Експериментальні класи навчалися відповідно до запропонованої нами методики із використанням навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики, тобто вчителі мали можливість запроваджувати на уроках комплект приладів «Оптична міні-лава» та цифровий інформаційний комплект, а також рекомендації щодо методичних підходів їх використання.

З метою проведення кількісної обробки результатів перевірки рівня емпіричного знання учнів нами було здійснене ранжування, тобто кожному рівню був поставлений у відповідність певний бал, що узгоджується з показниками рівнів навчальних досягнень: низький рівень – 2 бали, середній рівень – 5 балів, достатній рівень – 8 балів, високий рівень – 11 балів.

Третій етап педагогічного експерименту був реалізований по завершенню вивчення хвильової оптики в 11 класах за допомогою проведення комплексної контрольної роботи з метою визначення загального рівня опанування учнями системою знань з хвильової оптики.

Результати перевірки рівня опанування учнями системою емпіричного знання подано в таблиці 3.

Таблиця 3

Рівні опанування учнями системою емпіричного знання (по завершенню експерименту)

Класи	Кількість учнів, які відповідають рівню			
	низький (2 бали)	середній (5 балів)	достатній (8 балів)	високий (11 балів)
Експериментальні n=297	12	49	195	41
Контрольні m=293	18	104	151	20
Разом	30	153	346	61

Результати перевірки рівня опанування учнями системою теоретичного знання (на основі аналізу відповідей на запитання тестів) подано в таблиці 4.

Таблиця 4

Рівні опанування учнями системою теоретичного знання (по завершенню експерименту)

Класи	Кількість учнів, які відповідають рівню			
	низький (1-3 бали)	середній (4-6 балів)	достатній (7-9 балів)	високий (10-12 балів)
Експериментальні n=297	19	85	164	29
Контрольні m=293	20	125	128	20
Разом	39	210	292	49

Як було зазначено раніше, наприкінці експерименту була проведена комплексна контрольна робота з метою порівняння рівнів навчальних досягнень учнів в контрольних та експериментальних класах. Результати подані в таблиці 5.

Таблиця 5

Результати комплексної контрольної роботи по завершенню педагогічного експерименту та розподіл учнів за рівнями досягнень

Групи	Кількість учнів, що мають відповідний рівень							
	Високий 10-12 балів		Достатній 7-9 балів		Середній 4-6 балів		Низький 1-3 бали	
	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%	Кільк.	%
Експериментальна n=297	30	10,1	166	55,9	89	30	12	4
Контрольна m=293	21	7,2	116	39,6	138	47,1	18	6,1
Разом	51		282		227		30	

На рис. 2, 3 та 4 представлені графічні інтерпретації одержаних результатів у вигляді гістограм (подано розподіл учнів контрольних та експериментальних груп за рівнями навчальних досягнень з фізики на початку та по завершенню педагогічного експерименту).

Статистична обробка результатів по завершенню експерименту показала, що довірчий інтервал експериментальної групи перевищує відповідний показник контрольної групи, а також, що вони не перекриваються, що у свою чергу дає підстави стверджувати з надійністю $\gamma=0,95$, що рівень опанування учнями системою емпіричного та теоретичного знання, а також загальний рівень опанування навчальним матеріалом вищий в експериментальних класах і це не є випадковістю.

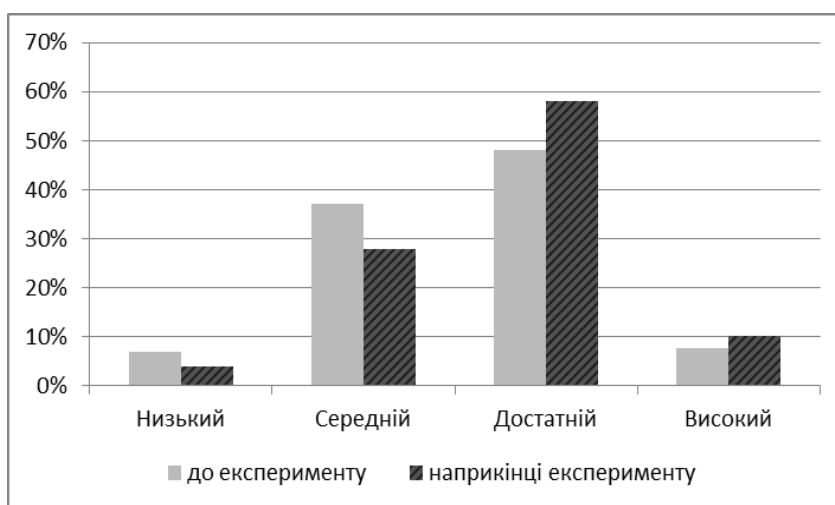


Рис 2. Порівняння рівнів знань учнів експериментальних класів.



Рис. 3 Порівняння рівнів знань учнів контрольних класів.

Порівняння середніх вибіркового спостережуваного значення критерію Стьюдента та його критичного значення показало, що вони відрізняються значимо (не випадково).

Значущість різниці пояснюється ефективністю впровадження нових методичних підходів до вивчення питань хвильової оптики на основі нової моделі системи навчального фізичного експерименту.

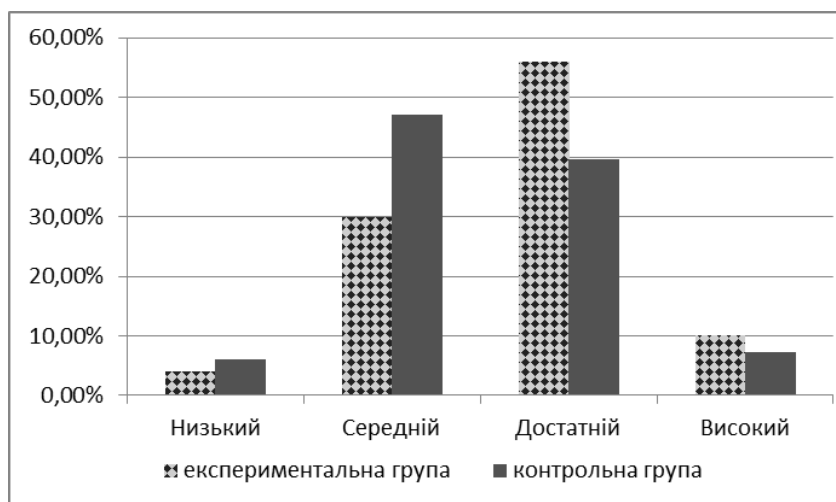


Рис. 4 Порівняння рівнів знань учнів експериментальної та контрольної груп після експерименту

Аналіз одержаних результатів переконливо засвідчує, що запровадження в процесі навчання фізики лише традиційних підходів до навчання без урахування сучасних тенденцій розвитку навчального фізичного експерименту та взаємозв'язків віртуальної та реальної його складових не забезпечує того рівня опанування системою фізичного знання, який досягається в результаті запровадження авторської моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи та реалізується за допомогою пропонованого навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики.

Висновок. Проведений педагогічний експеримент, статистична обробка та кореляційний аналіз його результатів, що мають статистично достовірний характер, переконливо доводять ефективність пропонованої моделі системи навчального фізичного експерименту старшої школи та розробленого й впроваджененого навчально-методичного комплексу експериментального вивчення хвильової оптики, що реалізує запропоновані автором методичні підходи до взаємопов'язаного використання віртуального та реального в навчальному експерименті старшої школи.

БІБЛЮГРАФІЯ

1. Величко С. П. Оптична міні – лава та інтегрований навчальний експеримент. Частина 2. Навчальний фізичний експеримент з комплектом «Оптична міні-лава». Посібник для вчителів та студентів пед. вищих навч.закладів / С.П.Величко, І.В.Сальник, Е.П.Сірик – у 2-х частинах – Кіровоград: ЦОП «Авангард», 2015. – 135 с.
2. Державний стандарт повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/general-secondaryeducation/state_standards/
3. Майер Р.В. Проблема формирования системы эмпирических знаний по физике: автореф. дисс. на соискание уч. степ. доктора. пед. наук: спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения физике"/ Р.В.Майер. – Санкт-Петербург, 1999. – 42 с.
4. Навчальні програми для учнів 10-11 класів шкіл з українською мовою навчання. Фізика. Рівень стандарту. Академічний рівень. Профільний рівень. [Електронний ресурс] / Міністерство освіти та науки України – Режим доступу: <http://osvita.ua/school/program/30993/>
5. Сальник І.В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи [монографія]/ І.В.Сальник -Кіровоград: ФО-П Александрова М.В., 2015 – 324 с.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Сальник Ірина Володимирівна – доцент, кандидат педагогічних наук, докторант кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка

Коло наукових інтересів: сучасне навчальне середовище з фізики, взаємозв'язок віртуального та реального у системі навчального фізичного експерименту.