

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики**

Кафедра фізики та методики її навчання

**ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО
КОМПЛЕКСУ «ЕЙНШТЕЙН» ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ
ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ**

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

Виконав (ла): студент 2 курсу, групи 15-211 М
Спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)
Освітньо-професійна програма
Середня освіта (Фізика)
Грічановський Леонід Володимирович

Керівник
кандидат педагогічних наук, доцент
Єрмакова-Черченко Н.О.

Рецензент
кандидат педагогічних наук, доцент
Бистрянцева А.М.

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Удосконалення шкільного фізичного експерименту як необхідна вимога підвищення ефективності освітнього процесу..	6
1.1. Шкільний фізичний експеримент як невід’ємна складова процесу викладання фізики у закладах загальної середньої освіти.	6
1.2. Цифрові фізичні лабораторії як сучасні засоби навчання фізики.	14
РОЗДІЛ 2. Методика використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики у 7 класі.....	23
2.1. Аналіз навчальної програми та підручників з фізики з позиції можливості використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» в освітньому процесі.	23
2.2. Методичні рекомендації використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики у 7 класі.	27
РОЗДІЛ 3. Методика організація та проведення педагогічного експерименту.....	38
3.1. Організація педагогічного експерименту.....	38
3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	44
ВИСНОВКИ	53
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТКИ	61
Додаток А.....	61
Додаток Б.....	62

ВСТУП

Затверджена у 2011 році Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період 2012-2021 роки передбачає реалізацію Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, а також здійснення організації освітнього процесу у закладах загальної середньої освіти з упровадженням принципів науковості; створюючи ситуації, у яких учень може проявити самостійність та активність у навчанні; навчати на доступному для школярів рівні, при цьому перетворювати знання у безпосередню продуктивну силу (постанова Кабінету Міністрів України № 1392 від 23.11.2011 року) [31].

Досягнення поставленої мети можливе при залученні учнів до різних видів діяльності у процесі вивчення дисциплін природничого напрямку, зокрема фізики. Залучення школярів до планування та проведення навчального фізичного експерименту є одним із видів діяльності, який надасть можливість вчителю не тільки переконати учнів у правильності своїх тверджень, а й навчити їх працювати самостійно і формувати специфічні для фізики уміння (у тому числі й експериментальні).

Матеріальна база шкільних кабінетів фізики поступово оновлюється. При цьому широкого використання набувають вимірювальні та дослідницькі комплекти для кабінетів фізики, таких розробників як Житомирського, Сумського, Рівненського університетів, основною метою якого є формування в учнів знань і відповідних умінь. Проте, поряд із вітчизняними виробниками активні позиції займають розробники цифрових вимірювальних лабораторій, серед яких LabDisc, PASCО, L-мікро, Архімед, Einstein. Проте, основною проблемою впровадження в освітній процес цифрових лабораторій з фізики є відсутність необхідного навчально-методичного забезпечення.

Питання впровадження в освітній процес сучасних цифрових лабораторних комплексів знайшло відображення у роботах таких

вітчизняних науковців як А. Горбушин, В. Заболотний, А. Лаврова, Ю. Федорова, А. Петриця, А. Юрченко та інші.

Не применшуючи значення доробок науковців у цьому напрямку, вважаємо, що питання використання в освітньому процесі сучасних цифрових лабораторних комплексів при проведенні навчального фізичного експерименту залишається актуальним.

Кваліфікаційна робота виконувалась відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її навчання: «Інноваційні освітні технології навчання фізики та астрономії у закладах освіти різних рівнів» (реєстраційний номер № 0119U101144).

Метою дослідження є теоретичне обґрунтування та експериментальна перевірка методики використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики у 7 класі закладів загальної середньої освіти.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні **завдання**:

- зробити аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження, з'ясувати зміст основних дефініцій дослідження («шкільний фізичний експеримент», «цифрова фізична лабораторія», «сучасні засоби навчання фізики»), визначити основні шляхи використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час організації освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти;

– розробити навчально-методичне забезпечення використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики у закладах загальної середньої освіти (на прикладі 7 класу);

– здійснити впровадження розроблених методичних рекомендацій щодо використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн»

під час виконання лабораторних робіт з фізики на етапі базової середньої освіти;

–узагальнити результати теоретичного та експериментального досліджень.

Об’єкт дослідження – освітній процес у закладах загальної середньої освіти.

Предмет дослідження – методика використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики у 7 класі.

Методи дослідження: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури, з метою вивчення основних підходів до визначення понять сучасні засоби навчання, шкільний фізичний експеримент, цифрова фізична лабораторія); емпіричні (бесіди з вчителями та учнями, спостереження за освітнім процесом, анкетування вчителів).

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що автор розкрив методику використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики на етапі базової середньої освіти.

Практичне значення дослідження полягає у тому, що результати роботи можуть бути використані вчителями фізики у професійній діяльності та студентами у період педагогічної практики.

Апробація результатів дослідження проводилася на базі Херсонської спеціалізованої школи I-III ступенів №24 із поглибленим вивченням математики, фізики та англійської мови Херсонської міської ради.

Публікації. За результатами дослідження надруковані тези доповіді «З досвіду використання цифрового лабораторного комплексу Einstein в освітньому процесі з фізики у 7 класі» [11].

РОЗДІЛ 1.

УДОСКОНАЛЕННЯ ШКІЛЬНОГО ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЯК НЕОБХІДНА ВИМОГА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

1.1. Шкільний фізичний експеримент як невід’ємна складова процесу викладання фізики у закладах загальної середньої освіти.

Організація освітнього процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти має специфічні особливості щодо дотримання дидактичних принципів. Це обумовлено наявністю теоретичної та практичної частини шкільного курсу фізики, яка включає в себе експериментальну частину. Обсяг навчального матеріалу, а також уявлення про методи фізичних досліджень, яким учні повинні оволодіти у процесі вивчення фізики, регламентовані затвердженою МОН України навчальною програмою з фізики. Ознайомлення школярів із методами та прийомами наукового дослідження сприяє розвитку у них самостійності при виконанні експериментальних завдань, а також більш глибокому та міцному засвоєнню знань.

Сучасні тенденції в освіті вимагають удосконалення змісту та методів вивчення фізики, при цьому особливої уваги надається підвищенню ролі шкільного фізичного експерименту. Це обумовлено тим, що: 1. фізику як експериментальну науку не можливо вивчати без використання експериментальних методів; 2. система різного виду шкільного фізичного експерименту (демонстраційний, фронтальний, домашні дослідження, експериментальні задачі) сприяють не тільки міцному та глибокому засвоєнню школярами програмного матеріалу, а й формуванню в них експериментальних умінь і навичок; 3. використання експериментальних методів дослідження дозволяє переконати учнів у

важливості фізичного експерименту при побудові і перевірці гіпотез, у відкритті нових явищ і встановленні емпіричних закономірностей та ін.

Враховуючи зазначене, можна стверджувати, що проблема використання в освітньому процесі навчального фізичного експерименту залишається актуальною. Питання методики та техніки проведення шкільного фізичного експерименту у закладах загальної середньої освіти знайшло відображення у роботах вітчизняних та зарубіжних науковців, серед яких О. Степанченко, М. Чумак, В. Сиротюк, В. Тищук, А. Усова, А. Бобров, С. Величко, І. Коробова, О. Бугайов, С. Гончаренко, О. Сергєєв, В. Розумовський, М. Шахмаєв, А. Раєва та ін. Не применшуючи внесок науковців у розробку даного питання, вважаємо, що проблема методики та техніки організації шкільного фізичного експерименту залишається актуальною.

У своїх дослідженнях А. Усова та А. Бобров зазначають, що навчальний фізичний експеримент – це науково поставлений дослід в умовах, які дозволяють спостерігати і відтворювати явище кожного разу за визначених умов (Усова А., Бобров А.) [40].

Аналіз методичних джерел свідчить, що в освітньому процесі з фізики навчальний експеримент є:

- ✓ методом дослідження фізичних процесів, який забезпечує науковість і цілісність шкільного курсу фізики;
- ✓ найбільш ефективний та результативний засіб наочності, є джерелом суб'єктивно нових для учнів емпіричних фактів;
- ✓ необхідний чинник у формуванні понятійного концептуального змісту теоретичного знання, на основі якого з'являються та відтворюються суб'єктивно нові знання;
- ✓ засіб ілюстрації побудови теоретичних висновків та гіпотез, який забезпечує вихід теоретичних знань учнів у сферу практичної їх діяльності (демонструє зв'язок теоретичного знання з практикою);

- ✓ засобом формування експериментальних, дослідницьких умінь та навичок учнів;
- ✓ засобом розвитку мислення, активізації навчальної діяльності та сприймання навчального матеріалу;
- ✓ засіб формування наукового світогляду школярів (Степанченко А., Чумак М., Сиротюк В.) [37].

В залежності від форми організації діяльності учнів, шкільний фізичний експеримент поділяється на: демонстраційний експеримент, фронтальний експеримент, експериментальні задачі, фізичний практикум і домашні досліди та спостереження. Розглянемо особливості кожного із зазначених видів навчального експерименту.

Демонстраційний експеримент є обов'язковим та невід'ємним елементом при побудові освітнього процесу з фізики і належить до ілюстративних методів навчання. Використання наочних засобів навчання допомагає учням правильно зрозуміти природу того чи іншого фізичного явища. Наочна демонстрація сприяє активізації пізнавальної діяльності учнів і як наслідок підвищенню ефективності навчання (Дима Я.) [13].

Необхідно зазначити, що процес постановки демонстрації чи досліду вимагає від учителя ретельної підготовки, а від учня усвідомлення проблеми та мети досліду, розуміння послідовності дій, обґрунтованого вибору умов проведення та обладнання. У своїй роботі О.Булах розкриває один із можливих алгоритмів організації та проведення демонстраційного експерименту з фізики [4].

З методичної точки зору демонстрація фізичних дослідів є необхідною при розв'язанні деяких задач, а саме:

ілюстрація пояснень учителя. Досвід роботи свідчить, що ефективність засвоєння навчального матеріалу учнями значно підвищується, при умові супроводу пояснення вчителя демонстрацією фізичних дослідів.



Рисунок 1.1 - Основні етапи постановки демонстраційного експерименту (за О.Булах) [4].

При цьому вчитель має можливість керувати навчально-пізнавальною діяльністю школярів, звертати їх увагу на найбільш важливих обставинах для розуміння змісту навчального матеріалу;

1. *ілюстрації застосування вивчених фізичних явищ у техніці та побуті.* Демонстрація таких дослідів є необхідною умовою для ілюстрації зв'язків фізики з технікою, для підготовки школярів до життя. Ознайомлення учнів із об'єктами технічного характеру сприяє підвищенню навчальної мотивації школярів до вивчення фізики, сприяє поглибленню та систематизації знань учнів про раніше вивчені фізичні явища;

2. *підвищення та активізація пізнавального інтересу учнів до фізичних явищ та теорій.* Якісно підготовлений демонстраційний експеримент може бути поштовхом до активної пізнавальної діяльності школярів

3. *перевірка припущень, які висувують учні в ході обговорення навчальних проблем* (Методика навчання фізики в середній школі) [25].

Перелік демонстраційних експериментів, які повинен провести вчитель при викладанні фізики регламентується навчальною програмою з фізики. Проте, проведення лише демонстраційного експерименту та

залучення учнів до його обговорення не достатньо включає учнів до активного сприймання спостережуваних явищ і предметів, мало сприяє формуванню у них дослідницьких умінь. У зв'язку з цим, необхідно демонстраційний експеримент доповнювати іншими видами самостійного експерименту, серед яких особливе місце посідає фронтальний експеримент.

Як зазначають у своїх роботах О. Степанченко, М. Чумак, С. Дмитрук фронтальний фізичний експеримент – це такий вид експерименту, який школярі виконують ланками чи індивідуально одночасно на однотипному обладнанні (Степанченко О., Чумак М., Дмитрук С.) [14, 37]. При цьому вчитель здійснює безпосередній контроль та керівництво діяльністю учнів, проводить вступний та поточний інструктаж, знайомить зі специфічними прийомами роботи, організовує інтерпретацію та обговорення отриманих результатів. У методичній літературі фронтальний експеримент умовно поділяють на:

1) фронтальні дослідження і спостереження, які представляють собою короткочасний експеримент, за результатами якого роблять якісні висновки;

2) фронтальні лабораторні роботи – це більш тривалий за виконанням експеримент, який дозволяє робити не тільки якісні, а й кількісні висновки (В. Солонар, І. Коробова) [20].

Залучення школярів до виконання фронтального експерименту має ряд переваг в освітньому процесі. Зокрема, даний вид навчального експерименту дає змогу:

а) поєднати вивчення теоретичного навчального матеріалу зі експериментальним дослідженням явищ та властивостей тіл;

б) на основі результатів спостережень та експериментів усіх ланок учнів робити узагальнюючі висновки;

в) керувати процесом формування та розвитку дослідницьких умінь школярів;

г) залучати до пошуку розв'язку поставленої проблеми всіх учнів та активізувати їх пізнавальну діяльність;

д) організувати колективне обговорення отриманих результатів після проведення дослідів та оцінити здобуті результати (Вовоктруб В., Подопрігора Н.) [5].

Необхідно зазначити, що фронтальні досліди займають проміжну ланку між демонстраційним експериментом та лабораторними роботами. У процесі їх виконання відбувається початкове формування практичних навичок учнів під керівництвом учителя, а на лабораторних роботах набуті вміння та навички закріплюються та удосконалюються. Натомість лабораторні роботи сприяють підвищенню розуміння учнями демонстраційного експерименту, сприяє формуванню у них самостійних думок про навколишні явища (Марголіс А.) [24].

Аналіз навчальної програми з фізики (у редакції 2017 року) дозволив виділити три рівні виконання лабораторних робіт:

- репродуктивний, який передбачає виконання роботи за наданою інструкцією;
- частково-пошуковий вид лабораторних робіт передбачає виконання експерименту за поданою метою, обладнанням та загальними вказівками, при цьому учні самостійно розробляють алгоритм виконання роботи та реалізують його, роблять власні висновки;
- дослідницький вид лабораторних робіт передбачає за поданою метою дослідження самостійний підбір учнями необхідного обладнання, розробку плану виконання роботи та його реалізація, формулювання висновків (Навчальна програма з фізики) [27].

Необхідно також зазначити, що лабораторні роботи з фізики сприяють встановленню як внутрішньо-предметних (між різними темами і розділами курсу фізики), так і міжпредметні зв'язки (Дмитрук С.) [24].

У своєму дисертаційному дослідженні А. Андрєєв під експериментальними розуміє «такі фізичні задачі, постановка та розв'язування яких органічно пов'язані з експериментом (з різними вимірюваннями, відтворенням фізичних явищ, спостереженнями за фізичними процесами, складанням експериментальних установок, розробкою приладів, з безпосереднім проведенням експериментального дослідження)» (Андрєєв А.) [1]. Експериментальні фізичні задачі відрізняються від фронтальних лабораторних робіт та дослідів. Оскільки, головною метою фронтальних лабораторних досліджень є вивчення явищ та формування у школярів експериментальних умінь, то розв'язуючи експериментальні задачі учні використовують та розвивають набуті експериментальні уміння.

Залучення учнів до розв'язування експериментальних задач сприяє досягненню таких цілей навчання як: 1) навчання школярів складанню експериментальних задач; 2) навчання учнів етапам розв'язування задач такого типу (Кучменко О., Касперський А.) [21].

До експериментальних відносять два типи задач: 1. задачі, які у постановці проблеми містять дослідження та пояснення конкретного експерименту, при цьому використовується ґрунтовний теоретичний матеріал; 2. експериментальні дослідження, метою яких є вивчення процесів, явищ, їх особливостей та закономірності виключно експериментальними методами. Початкові дані для розв'язування експериментальних задач школярі отримують з того досліді, який учитель виконує на демонстраційному столі або учні виконують самостійно (Дмитрук С.) [14].

Фізичний практикум – це вид навчального фізичного експерименту, яким завершується вивчення фізики у кожному класі. Діяльність учнів організована таким чином, що школярі об'єднуються у ланки по 2-3 особи виконують роботи, використовуючи письмові інструкції, які готуються вчителем заздалегідь. Зазвичай, роботи фізичного практикуму значно

складніші, ніж фронтальні лабораторні роботи, тому на їх виконання відводять по дві години (Галатюк Ю.) [7].

На думку О. Грицьких провідною метою лабораторного фізичного практикуму є розвиток самостійності учнів під час виконання експерименту; ознайомлення школярів із різноманітними методами виконання фізичного дослідження; закріплення вивченого матеріалу; сприяння розвитку практичних навичок політехнічного характеру.

До системи робіт лабораторного фізичного практикуму доцільно відносити роботи, які дозволяють: 1) повторити вивчений матеріал (у зв'язку з цим роботи фізичного практикуму проводять наприкінці навчального року, або у два етапи – наприкінці першого та другого семестрів) та поглибити, узагальнити вивчені раніше питання на вищому рівні; 2) дозволяють розвинути творчі здібності школярів (Грицьких О.) [10].

Домашні дослідження та спостереження. Традиційно методисти вважають домашніми такі дослідження, які виконуються учнями у домашніх умовах, а спостереження, які проводяться на природі, під час екскурсій на промислові об'єкти. При цьому відсутній безпосередній контроль зі сторони вчителя за виконанням таких експериментальних досліджень. При проведенні домашніх дослідів школярів використовують предмети побуту та підручні матеріали, саморобні прилади, іграшкові набори, дитячі конструктори та інше (Дмитрук С.) [14].

При виконанні домашніх дослідів і спостережень учням доцільно дотримуватися такої послідовності дій: 1. сформулювати мету дослідження чи спостереження; 2. з'ясувати фізичні процеси, що лежать в основі досліджень; 3. відтворити в пам'яті зв'язки між фізичними величинами, що описують відповідні процеси; 4. скласти алгоритм проведення дослідження; 5. підібрати перелік необхідних приладів і матеріалів серед предметів домашнього вжитку (Сікора Г., Бойко В., Атаманчук П.) [35].

Узагальнюючи вищенаведене погоджуємося із думкою В. Тищука, що залучаючи учнів до виконання фізичного експерименту та

навчально-дослідницьких завдань експериментального змісту, можна досягти таких дидактичних цілей:

- ✓ організація індивідуального підходу навчання шляхом;
- ✓ організація самостійної навчально-дослідницької діяльності школярів у «зоні найближчого розвитку» дослідницьких можливостей;
- ✓ формування пізнавальних мотивів шляхом залучення учнів до виконання навчально-дослідницьких завдань проблемного характеру;
- ✓ поетапне та свідоме оволодіння школярами узагальненими дослідницькими вміннями і навичками;
- ✓ дотримання принципів перспективності та наступності в навчальній дослідницькій діяльності школярів (Тищук В.) [39].

1.2. Цифрові фізичні лабораторії як сучасні засоби навчання фізики.

Результати спостереження за освітнім процесом у закладах загальної середньої освіти засвідчили різке зниження зацікавленості учнів дисциплінами природничого циклу, у тому числі й фізикою. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є активне використання в освітньому процесі з фізики сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Проблема комп'ютеризації шкільного фізичного експерименту набуває широкого обговорення серед науковців. Дане питання знайшло відображення у роботах таких науковців як С. Величко, А.Гуржій, Ю.Жук, В.Желюк, О.Заболотний, С.Клятченко, А.Лаврова, М.Моклюк, І.П'яних, В.Петриця, О.Соколюк, Н.Сосницька, В.Сумський, Ю.Федорова, А. Юрченко та ін.

До сучасних засобів ІКТ, які дозволяють провести демонстраційний та лабораторний фізичний експеримент з використанням цифрових засобів обробки даних, відносять «цифрові

лабораторії». Поєднання сучасної комп'ютерної та цифрової техніки із обладнанням фізичного кабінету відкриває широкі можливості для розкриття дидактичного потенціалу шкільного фізичного експерименту, а також формування експериментальних умінь учнів та підвищення рівня їх навчальної мотивації.

Аналіз нормативно-правової бази організації освітнього процесу засвідчив, що наказ Міністерства освіти та науки України № 704 від 22.06.2016 року «Про затвердження Типового переліку засобів навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів» містить термін «цифровий вимірювальний комп'ютерний комплекс» для кабінету фізики, який підключається до комп'ютера USB-порту комп'ютера, має можливість бездротового та/або дротового способу під'єднання або має автономний режим з безпосереднім виводом результатів на вбудований екран з можливістю подальшого їх перенесення для обробки до основного комп'ютера (Наказ Міністерства освіти та науки України) [30].

Розглянемо підходи науковців до визначення поняття «цифрова лабораторія». С. Максюта дає визначення «цифрової лабораторії» як «нове покоління шкільних природничо-наукових лабораторій, призначених для проведення фронтальних і демонстраційних дослідів, для організації навчальних досліджень і дослідницьких практик» (Максюта С.) [25].

В. Заболотний та А. Лаврова розглядають поняття «цифрова лабораторія» як сучасна універсальна комп'ютеризована лабораторна система, яка використовується для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології тощо (Заболотний В., Лаврова А.) [15].

А. Кудін та А. Юрченко у свої роботах зазначають, що цифрова лабораторія це «сукупність спеціальної цифрової техніки та

відповідного програмного забезпечення для її використання та подальшого опрацювання «знятих» результатів» (Кудін А., Юрченко А.) [48].

Зазначені означення дефініції «цифрова лабораторія» надавалися з урахуванням того, що зазначений засіб навчання буде використовуватися у процесі викладання шкільного курсу фізики.

Порівнюючи традиційне обладнання шкільного фізичного кабінету та сучасні цифрові лабораторії, більшість науковців прийшли до висновку, що зазначені засоби навчання доповнюють одне одного. При цьому цифрові лабораторії мають ряд переваг у порівнянні із традиційним обладнанням кабінету фізики, до яких можна віднести:

- ✓ при підготовці до проведення фронтального або демонстраційного експерименту вчитель витрачає менше часу;
- ✓ підвищення наочності експерименту та візуалізація його результатів, розширення переліку фізичних дослідів та експериментів, модернізувати вже відомі експерименти;
 - ✓ отримання експериментальних даних з великою точністю;
 - ✓ проведення вимірювань у польових умовах;
 - ✓ формування в учнів умінь обробляти цифрову інформацію.

У своїх доробках Н. Мисліцька, О. Колесникова, В. Заболотний до переваг цифрових лабораторій також відносять якісно новий рівень роботи зі школярами, можливість підготувати учнів до самостійної творчої роботи, реалізувати діяльнісний підхід в організації освітнього процесу з фізики, формувати та розвивати в учнів пізнавальну, інформаційну та комунікативну компетенції (Мисліцька Н., Колесникова О., Заболотний В.) [26].

Огляд першого покоління цифрових лабораторій засвідчив, що вони були розраховані лише на учнів та виконання ними лабораторних робіт. До їх складу входили КПК Palm M130 та вимірювальні інтерфейси (реєстратори даних) ImagiWorks. Цифрові лабораторії

наступного покоління дають можливість вчителю проводити демонстраційний експеримент. Останні покоління реєстраторів, що входять до складу цифрових лабораторій, надають змогу обробляти та розміщувати дані в інформаційному середовищі.

Розглянемо найбільш популярні цифрові лабораторії з фізики та виділимо їх основні переваги.

Мобільна природничо-наукова лабораторія «LabDisc» (рис. 1.2) оснащена мультисенсорним реєстратором даних для проведення фізичних експериментів при вивченні не тільки фізики, а й під час вивчення природничих наук у початковій і середній школі. Цифрова лабораторія «LabDisc» забезпечена набором інструменту автоматичного тестування та калібрування датчиків, які входять до складу лабораторії. При цьому, вимірювання можна починати з моменту його включення.

У навчальній аудиторії цифрову лабораторію «LabDisc» можна під'єднати до комп'ютера через USB-кабель або шляхом бездротового з'єднання Bluetooth.

Перевагою даної цифрової лабораторії є її можливість роботи у польових умовах. Для цього лабораторія «LabDisc» оснащена акумулятором на 150 годин роботи, має графічний дисплей, кнопкову клавіатуру та пам'ять на 100 000 вимірювань. Завдяки своїй мобільності лабораторія дозволяє проводити вимірювання в різних місцях. Цифрова лабораторія «LabDisc» використовується в навчальних закладах країн Європи (Сучасні рішення для освіти) [38].



Рисунок 1.2 – Реєстратор даних цифрової лабораторії «LabDisc».

Компанія PASCO Scientific понад 50 років займається розробкою та виготовленням обладнання для навчальних кабінетів та наукових лабораторій. В асортименті є цифрові датчики, демонстраційне та лабораторне оснащення, а також програмне забезпечення для організації та проведення лабораторних практикумів та STEAM-проектів. Цифрові лабораторії PASCO відкривають широкі можливості для практико-орієнтованого навчання та профорієнтаційної роботи (Цифрова лабораторія PASCO) [47].

Аналіз цифрової лабораторії «Pasco» засвідчив, що це високотехнологічна наукова лабораторія, до складу якої входить перелік датчиків, який дозволяє вчителю та учням проводити досліди не тільки з фізики, а й інших природничих дисциплін (хімії, біології, географії, екології) (Горбушин А.) [9].

Основним елементом цифрової лабораторії «Pasco» є мобільний пристрій SPARK Science Learning System (рис. 1.3). Даний пристрій дає можливість знімати показання з датчиків «Pasco», а також візуалізувати у ході експерименту дані та проводити їх аналіз. До складу SPARK Science Learning System входить понад 60 безкоштовних лабораторних робіт SPARKlabs, які поєднують у собі фонові зображення, збір та аналіз даних, а також систему оцінювання.



Рисунок 1.3 - Елементи цифрової лабораторії «Pasco».

Цифрова лабораторія «L-мікро» представляє собою експериментальне середовище, до складу якого входить демонстраційне обладнання та набори датчиків для виконання лабораторних робіт та практикуму. До кожного вимірювального приладу можуть підключатися одночасно два цифрові датчики. Система датчиків побудована таким чином, що вчитель має можливість коригувати кількість лабораторних робіт з використанням комп'ютерних засобів вимірювання (рис. 1.4).

Лабораторія виконана у вигляді окремих модулів, з яких можуть збиратися різноманітні експериментальні установки. Це обладнання достатньо просте, програмне забезпечення не потребує значних ресурсів комп'ютера чи ноутбука. Лабораторні роботи, які включені до цифрової лабораторії охоплює всі розділи фізики старшої школи (Огляд цифрових лабораторій) [28].



Рисунок 1.4 - Цифрова лабораторія «L-мікро».

Сьогодні на ринок цифрових лабораторій вийшли природничо-наукові лабораторії нового покоління, які призначені для проведення демонстраційних дослідів, лабораторних і практичних робіт, а також організації навчальних досліджень в галузі фізики, біології та хімії. До таких відноситься цифрова лабораторія «Архімед», яка пропонується у двох варіантах та має у складі набір датчиків та реєстратор.

Оснoву першого варіанту складає NOVA Link – реєстратор, який з використанням USB кабелю може бути приєднаний до комп'ютера або ноутбука. Другий варіант – мобільний, в якому аналогічний реєстратор об'єднаний в одному корпусі з КПК «NOVA 5000» (рис. 1.5) (Юрченко А.) [48].



Рисунок 1.5 – Цифрова лабораторія «Архімед» (NOVA Link та NOVA 5000).

Цифрова лабораторія «Einstein» (рис. 1.5) це сучасна цифрова лабораторія, яку вчитель може використовувати на заняттях з усіх природничих дисциплін, у тому числі й фізики. До складу лабораторії входить аналогово-цифровий перетворювач Einstein™ LabMate+, шість вбудованих датчиків (датчики напруги (± 25 V), струму (± 2.5 A), температури (-40 to 140 °C), температури (термопара) (0 до 1200 °C), мікрофонний датчик, датчик магнітного поля, датчик руху (відстані), фотоворота, датчик сили, інтелектуальний датчик-шків, датчик рівня звукового тиску, датчик прискорення) та понад 60 зовнішніх датчиків, які дозволяють проводити різноманітні виміри. Використання цифрової лабораторії надає можливість залучати учнів до проведення широкого спектру досліджень, виконувати науково-дослідні проекти, а також демонстраційні і лабораторні роботи.

Лабораторія «Einstein» відрізняється своєю мобільністю, що дозволяє проводити дослідження не тільки у приміщенні, а й у польових умовах. Програмне забезпечення для аналізу експериментальних даних

має простий, зручний та інтуїтивно зрозумілий школярам інтерфейс (Інноваційні рішення) [18].



Рисунок 1.6 – Цифрова лабораторія «Einstein».

Узагальнюючи зроблений аналіз цифрових лабораторій можна стверджувати, що цифрова лабораторія – це сучасне обладнання, яке надає широкі можливості для проведення демонстрацій, лабораторних робіт та робіт фізичного практикуму, виконання досліджень, проектної та дослідницької діяльності школярів. До складу лабораторій входить набір датчиків, які підключаються до комп'ютера. Цифрові лабораторії відрізняють мобільністю, що дозволяє проводити дослідження не тільки у класі, а й за його межами.

Проте, аналіз лабораторій виявив ряд недоліків у їх використанні:

- висока вартість обладнання – не всі школи мають можливість придбати таке сучасне оснащення;

- відсутність методичного забезпечення – для використання лабораторій в освітньому процесі вчителю необхідно розробити інструкції до виконання лабораторних робіт з використанням цифрових лабораторій або удосконалити вже існуючі шкільні лабораторні роботи традиційного типу до робіт із застосуванням лабораторії.

Але, не зважаючи на виявлені недоліки, цифрові лабораторії представляють актуальне сучасне обладнання, яке сприятиме підвищенню рівня викладання фізики у закладах загальної середньої

освіти, а також сприятимуть підвищенню зацікавленості школярів до вивчення фізики та розвитку у них експериментальних умінь.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ «ЕЙНШТЕЙН» ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ФІЗИКИ У 7 КЛАСІ

2.1. Аналіз навчальної програми та підручників з фізики з позиції можливості використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» в освітньому процесі.

Зміни у суспільстві вимагають певних змін у процесі підготовки кожної особистості до життя, яка починається у школі. Щоденне використання технічних засобів, комп'ютерної техніки та гаджетів вимагає від учнів формування певних умінь та навичок. Вивчення фізики у закладах загальної середньої освіти сприяє формуванню різних навичок школярів, у тому числі й уміння планувати свою діяльність та використовувати технічні пристрої. Викладання фізики на сучасному рівні потребує використання сучасних засобів навчання, одними з яких є цифрові лабораторні комплекси. Проте, впровадження в освітній процес цифрових комплексів потребує певних змін в організації процесу навчання фізики. Враховуючи це доцільним є аналіз навчальної програми з фізики та підручників з позиції можливості використання в освітньому процесі з фізики сучасних цифрових лабораторних комплексів.

Аналіз навчальної програми з фізики засвідчив, що шкільний фізичний експеримент є органічною необхідною складовою методичної системи навчання фізики, яка забезпечує формування у школярів різних типів умінь та особистісного досвіду експериментальної діяльності. Завдяки цьому учні можуть розв'язувати завдання засобами фізичного експерименту у межах набутих знань. Види шкільного фізичного експерименту наведені у п.п. 1.1.

Перелік демонстраційних дослідів та лабораторних робіт, який наведений у програмі, є необхідним та достатнім щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти [12]. Проте, згідно «Закону про освіту» [16], вчителю надається автономія дій щодо вибору демонстрацій та лабораторних робіт залежно від умов і наявної матеріальної бази фізичного кабінету: вчитель може замінити окремі роботи/демонстраційні досліди рівноцінними, доповнювати наведений у програмі перелік додатковими дослідями, короткочасними експериментальними завданнями.

Згідно навчальної програми на вивчення фізики у 7 класі передбачено 70 год. (2 год. на тиждень). Основними розділами фізики у 7 класі є «Фізика як природнича наука. Пізнання природи», «Механічний рух», «Взаємодія тіл. Сила».

Під час вивчення розділу «Фізика як природнича наука. Пізнання природи» вчителю пропонують залучити школярів до виконання трьох лабораторних робіт: Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки шкали приладу; Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і сипких матеріалів; Вимірювання розмірів малих тіл різними способами. Серед демонстраційних експериментів запропоновані такі: Приклади фізичних явищ: механічних, теплових, електричних, світлових тощо; Моделі молекул; Приклади застосування фізичних явищ у техніці; Засоби вимірювання.

Під час вивчення розділу «Механічний рух» вчителю пропонують організувати виконання учнями таких лабораторних робіт як Визначення періоду обертання тіла; Дослідження коливань нитяного маятника. Також у процесі викладання зазначеного розділу вчителю рекомендують провести такі демонстрації: Різні види механічного руху, Відносність руху, форми траєкторії, швидкості.

Вивчення розділу «Взаємодія тіл. Сила» виконання учнями таких лабораторних робіт як Вимірювання маси тіл; Визначення густини

речовини (твердих тіл і рідин); Дослідження пружних властивостей тіл; Визначення коефіцієнта тертя ковзання; З'ясування умов плавання тіл. Також у процесі викладання зазначеного розділу вчителю рекомендують провести 16 демонстрацій.

Організація освітнього процесу не можлива без використання підручників. Розглянемо основні підручники з фізики для 7 класу.

У підручнику під редакцією В. Бар'яхтара, С. Довгого [44] наведені інструкції до виконання лабораторних робіт, рекомендовані до виконання навчальною програмою з фізики. Кожна з наведених у підручнику інструкція до виконання лабораторної роботи має таку структуру: тема, мета, обладнання, теоретичні відомості, вказівки до виконання роботи (підготовка до експерименту, експеримент та оцінювання результатів експерименту). Наведені інструкції передбачають виконання лабораторного експерименту з використанням традиційного обладнання кабінету фізики. Окрім інструкцій до виконання лабораторних робіт, підручник містить додаткові експериментальні завдання, для виконання учнями фізичного експерименту вдома.

Автори підручника з фізики М. Головка, Л. Непорожня [43] розмістили усі інструкції до виконання лабораторного експерименту вкінці підручника, при чому інструкції не передбачають виконання експерименту з використанням сучасного обладнання.

У підручнику фізики В. Сиротюка [46] також зазначені інструкції до виконання рекомендованих навчальною програмою з фізики з використанням традиційного фізичного обладнання, яке міститься у шкільному фізичному кабінеті.

Відмінною особливістю підручника з фізики для 7 класу авторського колективу П. Пістун, В. Добровольський, П. Чопик [45] є те, що окрім переліку традиційних лабораторних робіт та інструкцій до їх виконання з використанням традиційного обладнання фізичного

кабінету, у підручнику наявні завдання, які потребують використання електронного додатку до підручника та персонального комп'ютера.

Результати аналізу навчальної програми та підручників з фізики засвідчили, що:

- вчителю надається певна автономія у виборі демонстрацій та лабораторних робіт – обирати або замінити на рівноцінні при необхідності, а також в залежності від наявного у кабінеті фізики обладнання;

- підручники містять інструкції до усіх рекомендованих навчальною програмою лабораторних робіт. Проте, виконання лабораторних робіт потребує використання лише традиційного обладнання;

- інструкції, наведені у підручниках фізики, не передбачають використання сучасних цифрових лабораторних комплексів.

Узагальнюючи результати аналізу підручників та навчальної програми з фізики, прийшли до висновку, що відсутні методичні рекомендації з використання цифрових лабораторних комплексів (використання яких сприяє осучасненню шкільного навчального фізичного експерименту) при виконанні лабораторних робіт. У зв'язку з цим, у ході дослідження нами розроблені методичні рекомендації щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт у 7 класі, які наведені у наступному пункті роботи.

2.2. Методичні рекомендації використання цифрового вимірювального комплексу «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт з фізики у 7 класі.

Організація роботи цифрового лабораторного комплексу «Ейнштейн» передбачає роботу із спеціальним програмним забезпеченням, яке було представлено у вигляді доповнення програмою як «Classroom Manager» (рис. 2.1, 2.2). Зазначене програмне забезпечення надає можливість з'єднувати усі робочі пристрої та підключати їх до головного комп'ютера. Особливістю програмного забезпечення «Classroom Manager» є можливість створювати профіль вчителя, а також профіль для кожного учня. Основними функціями програмного забезпечення є: передача файлів від робочої машини учня до головної машини; можливість спілкуватися зі школярами у чаті (загальному та приватному); можливість віддаленого підключення головної машини до інших машин; трансляція як головної так і інших машин на монітори усіх пристроїв підключених до локальної мережі.

Використання зазначених функцій надають можливість вчителю налаштувати зворотній зв'язок між вчителем та учнем, а також здійснювати моніторинг виконання учнями роботи за пристроєм. При цьому, при виконанні лабораторних та практичних занять дає можливість учням мобільно відсилати виконані завдання одразу вчителю.

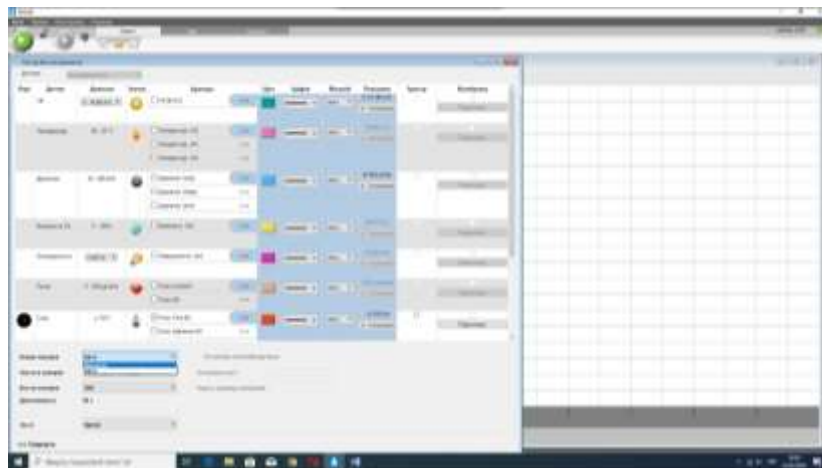


Рисунок 2.1. – Вигляд програмного забезпечення «Classroom Manager».

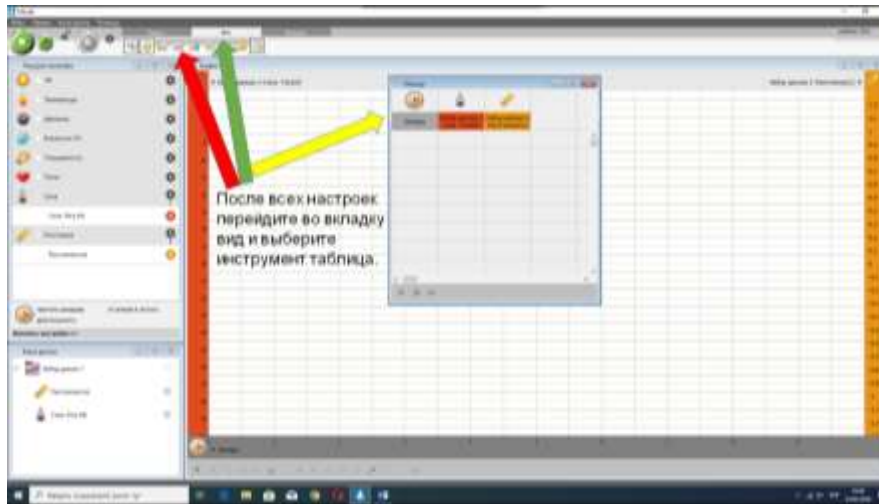


Рисунок 2.2. – Видяг програмного забезпечення «Classroom Manager».

Оскільки до комплекту цифрового вимірювального комплексу не входили інструкції по виконанню лабораторних робіт, нами були розроблені відповідні рекомендації для школярів (інструкція роботи із програмним забезпеченням «Classroom Manager», а також інструкції виконання експериментальних робіт для учнів 7, 8 та 9 класів). Нижче наведені зразки інструкцій виконання лабораторних робіт для школярів з використанням цифрового лабораторного комплексу «Einstein».

Лабораторна робота: Дослідження коливань нитяного маятника (7 клас).

Мета роботи: встановити залежність періоду та частоти коливань нитяного маятника від амплітуди коливань, маси вантажу та довжини нитки.

Обладнання: штатив, нитка, вантажі (кульки різної маси), лінійка, фотovorота, АЦП (аналогово-цифровий перетворювач) Einstein LabMate+, кабель для під'єднання датчика, ПК.

Програмне забезпечення: MiLAB.

Теоретична частина

Нитяним маятником називають систему, що складеться з тіла підвішеного на довгій нерозтяжній нитці. Важливо щоб розміри тіла були малі порівняно з довжиною нитки. Математична модель, що описує дану систему, називають математичним маятником.

Амплітуда коливань - це фізична величина, що рівна найбільшій відстані, на яку відхиляється маятник від положення рівноваги. У системі СІ одиниці вимірювання амплітуди коливання – 1 метр, позначається літерою – А.

Період коливань – це фізична величина, що дорівнює проміжку часу, за який тіло здійснює одне повне коливання. У системі СІ одиниця вимірювання періоду коливань – 1 секунда, позначається літерою – Т.

Частота коливань – це кількість коливань маятника за одиницю часу. У системі СІ одиниця вимірювання частоти – 1 Герц, позначається літерою - ν .

Підготовка експерименту

1. Встановіть на столі штатив та закріпіть на ньому горизонтальний стрижень.

2. Приєднайте до вантажів (кульок) нитку. Підберіть довжину нитки по розміру вертикального стрижня так, щоб вантаж міг коливатися, не заважаючи фоторотам.

3. Закріпіть на вертикальному стрижні штативу фоторота так, щоб вантаж міг вільно проходити крізь ворота, та перекривати світловій датчик для запису даних.

4. З'єднайте АЦП із USB входом вашого ПК (також дочекайтесь поки світлодіод стане не червоним, а жовтий або зелений).

5. Підготуйте в зошиті, або відкрийте на ПК підготовлену таблицю та занесіть до неї результат.

Налаштування програмного забезпечення MiLab

1. Запустіть програму, ярлик якої розміщеної на робочому столі ПК.

2. Натисніть кнопку на АЦП та дочекайтесь, щоб світлодіод почав мигати.

3. Після появи у лівій частині програми переліку вбудованих датчиків, зєднайте фоторота з АЦП за допомогою кабелю у бідь-якій

вільний вхід на реєстраторі.

4. Після автоматичного розпізнання датчика оберіть у переліку датчиків - фотоворота.

5. Оберіть знизу меню повне налаштування.

6. Після появи вікна з повним налаштуванням, оберіть частоту замірів – 100 замірів на секунду та кількість – 10000. Тривалість зробіть – 10с.

Налаштування експерименту

Переконайтесь, що фотоворота налаштовані правильно, для цього натисніть кнопку «Старт» на короткій інтервал часу, та перервіть світловій промінь фотоворот, після цього у вікні графіка повинен з'явитися пік. Натисніть кнопку «Старт» ще раз, для того щоб зупинити роботу програми.

Проведення експерименту

Частина 1.

1. Виміряйте довжину нитки від точки підвіса до точки кріплення вантажу. А також виміряйте розмір вантажу і розділіть його навпіл (отримані результати занесить до таблиці 1).

2. Розташуйте на фотоворотах Лінійку.

3. Відхиліть вантаж від положення рівноваги на відстань 2 см, відстань визначити потрібно за допомогою закріпленої лінійки.

4. Відпустіть вантаж та натисніть кнопку «Старт».

5. Після завершення запису даних повтріть це вимірювання відхилівши кульку на 4, 6, 7, 10 см.

Аналіз експериментальних даних

1. У меню оберіть робочій простір – вікно графіку.

2. У меню історії оберіть перше вимірювання і перетягніть папку у новостворене вікно.

3. У меню оберіть вкладку «Аналіз» та натисніть кнопку фотоворота.

4. У вікні, що з'явиться, оберіть наступні пункти: Час, Маятник.

5. У вкладці, що з'явиться, буде присутній рядок, що складається з вимірювальних даних кожного коливань.

6. Визначте середнє значення періоду, округліть до сотих та занесіть до таблиці 1.

Таблиця 1.

Номер досліду	Довжина нитки l (см)	Амплітуда коливань A (см)	Період коливань T (с)	Частота коливань ν (Гц)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

7. Розрахуйте частоту коливань ν та занесіть до таблиці 1.

8. Зробіть висновки про зв'язок періоду та частоти коливань з амплітудою коливання.

Частина 2

Заменіть кульку на нову з іншою масою. Довжину нитки залишити такою ж як була. Перейдіть до вкладки інструменти і оберіть новий експеримент. Після цього повторіть усі кроки, які перераховані у частині 1.

Аналіз експериментальних даних

1. У меню оберіть робочий простір – вікно графіку.

2. У меню історії оберіть друге вимірювання і перетягніть папку у новостворене вікно.

3. У меню оберіть вкладку «Аналіз» та натисніть кнопку фотоворота.

4. У вікні, що з'явиться, оберіть наступні пункти: Час, Маятник.

5. У вкладці, що з'явиться, буде присутній рядок, що складається з вимірювальних даних кожного коливань.

6. Визначте середнє значення періоду, округліть до сотих й занесіть до таблиці 2.

Таблиця 2

Номер досліду	Довжина нитки l (см)	Амплітуда коливань A (см)	Період коливань T (с)	Частота коливань ν (Гц)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

7. Розрахуйте частоту коливань ν та занесіть до таблиці 2.

8. Зробіть висновки про зв'язок періоду та частоти коливань з амплітудою коливання.

9. Після заповнення усіх таблиць, зробіть висновки та відішліть їх вчителю.

Лабораторна робота: Дослідження пружних властивостей тіл (7 клас).

Мета роботи: встановити зв'язок між силою пружності та видовженням пружини, розрахуйте жорсткість пружини.

Обладнання: штатів, пружини різної жорсткості, набір вантажів, датчик сили, датчик відстані, АЦП, Einstein LabMate+, кабель для з'єднання датчика з ПК.

Програмне забезпечення: MiLab.

Теоретична частина

Деформацією називають зміну форми або розмірів тіла. Якщо після припинення дії на тіло зовнішніх сил деформація повністю зникає, такі деформації називають пружними.

Сила пружності - це сила, яка виникає під час деформації тіла і напрямлена у протилежному напрямку зміщення частин цього тіла в процесі деформації.

У разі малих пружних деформацій розтягнення та стиснення виконується закон Гука: сила пружності прямо пропорційна видовженню тіла і направлена в протилежну сторону деформації.

Величина сили пружності обчислюється за формулою: $F = -kx$, де k - жорсткість тіла, x – видовження тіла.

Підготовка експерименту

1. Встановіть на столі штатив та закріпіть на ньому горизонтальний стрижень.

2. Закріпіть на стрижні датчик сили та закріпіть на ньому пружину, коефіцієнт жорсткості якої будете визначати.

3. Внизу установи встановіть датчик відстані. Зовнішній вигляд експериментальної установки наведений на рисунку 2.3.

5. З'єднайте АЦП із USB входом вашого ПК (також дочекайтесь поки світлодіод стане не червоним, а жовтим або зеленим).

6. Підготуйте в зошиті, або відкрійте на ПК підготовлену таблицю та занесіть до неї результат.

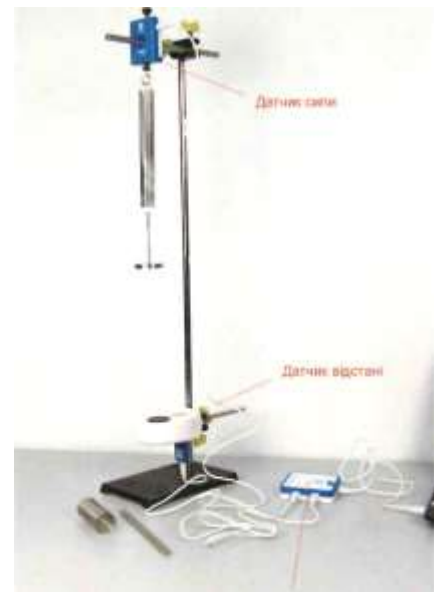


Рисунок 2.3. – Зовнішній вигляд експериментальної установки

Налаштування програмного забезпечення MiLab

1. Запустити програму, ярлик якої розміщений робочому столі.

2. Натиснути кнопку на АЦП та дочекайтесь щоб світлодіод почав білимати.

3. Після появи у лівій частині програми переліку вбудованих датчиків, з'єднайте датчик сили та відстані з АЦП за допомогою кабелю у будь-які вільні входи на реєстраторі.

4. Після автоматичного розпізнання датчиків оберіть у переліку датчики сили та відстані.

5. Оберіть внизу меню повне налаштування.

6. Після появи вікна з повним налаштуванням, оберіть внизу частоту вимірів вручну, а кількість вимірів – 10.

Проведення експерименту

1. Натисніть кнопку замірів.
2. Закріпіть на пружині вантаж і знову натисніть кнопку заміри.
3. Повторіть попередні дії для усіх наявних вантажів, до моменту коли відстань між вантажем і датчиком відстані буде не менше 20 см.
4. Зупинить експеримент, якщо кількість замірів менша 10.
5. Занесіть отримані результати до таблиці 1.
6. Повторить кроки для пружин з іншими показниками жорсткості та занесить дані у таблиці 2 та 3.

Аналіз експерименту

1. Розрахуйте значення жорсткості $k = \frac{F}{x}$ для кожного вимірювання.
2. Отримані значення занесить до таблиці 1.
3. Розрахуйте середне значення жорсткості для першої пружини і занесіть значення до таблиці 1.
4. Повторить попередні пункти для інших пружин.
5. Узагальніть проведену роботу у висновку.

Таблиця 1, 2, 3

Номер досліду	Видовження пружини x (м)	Сила пружності $F_{\text{пр}}$ (Н)	Жорсткість пружини k (Н/м)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
Сер.	—	—	

Тема роботи: Вивчення теплового балансу за умов змішування води різної температури (8 клас).

Мета роботи: визначити співвідношення кількостей теплоти отриманої і відданою водою при її змішуванні, визначити втрати тепла.

Обладнання: 2 калориметра або 2 теплоізольовані посудини, 2 датчика температури, вода різної температури, мірний циліндр, АЦП (аналогово-цифровий перетворювач) Einshein LabMate+, ПК.

Програмне забезпечення: MiLAB.

Теоретична частина

При контакті тіл з різною температурою відбувається вирівнювання температур за рахунок усереднення середньої кінетичної енергії руху часток цих тіл. Процес вирівнювання температур називають теплообміном. Згідно із законом збереження енергії кількості теплоти, відданим нагрітим, і отримана холодним тілом повинна бути рівною. На цій основі записують рівняння теплового балансу: $Q_1=Q_2$, де Q_1 - кількість теплоти, віддана нагрітим тілом Q_2 – кількість теплоти, отримана холодним тілом.

Підготовка експерименту

1. Встановіть на столі 2 калориметра.
2. Налийте в один із калориметрів холодну воду об'ємом 50 мл, відмірявши мірним циліндром. Занесіть до таблиці масу води m_2 .
3. В інший калориметр налейте таку ж кількість гарячої води. Занесіть до таблиці масу води m_1 .
4. Закрийте кришкою калориметри і помістіть в них датчик температури.
5. З'єднаєте АЦП із USB входом вашого ПК.
6. З'єднайте датчик температури з АЦП.
7. Підготуйте у зошиті або на ПК таблицю для занесення результатів.

Налаштування програмного забезпечення MiLab

1. Запустіть програму MiLAB, обравши відповідну іконку на робочому столі.
2. Натисніть кнопку на АЦП так, щоб світлодіод почав блимати.
3. Оберіть внизу вікна Повне налаштування.
4. Оберіть у цьому вікні датчик температури.
5. Оберіть дискретизацію Авто, частота вимірів – 1- замірів на секунду. Кількість замірів – 1000.
6. Оберіть Мінімальні налаштування.

Проведення експерименту

1. Натисніть кнопку Пуск.
2. Через 20 секунд відкрийте кришки калориметрів і швидко перелийте гарячу воду в калориметр із холодною водою.
3. Закрийте кришку калориметра зі змішаною водою та перемішуйте її збовтуванням.
4. Дочекайтеся завершення запису даних.

Аналіз даних експерименту

1. Оберіть графік, що відповідає калориметру, який заповнений гарячою водою на ділянці.
2. Занесіть значення температури гарячої води t_2 до таблиці.
3. Оберіть наступний графік, що відповідає калориметру з холодною водою.
4. Запишіть початкову температуру холодної води t_1 до таблиці.
5. Запишіть значення температури після змішування двох різних за температурою порцій води.
6. Розрахуйте значення кількості теплоти, відданої гарячою водою: $Q_1 = c_v m_2 ([t_1 - t_3])$, $c = 4200$ Дж/кг*К, m_2 - маса гарячої води.
7. Розрахуйте значення кількості теплоти, відданої гарячою водою: $Q_2 = c_v m_1 ([t_3 - t_1])$, $c = 4200$ Дж/кг*К, m_1 - маса гарячої води.
8. Занесіть значення до таблиці.
9. Розрахуйте втрати тепла $\Delta Q = Q_1 - Q_2$. Занесіть значення до таблиці.

10. Узагальніть результати експерименту, після цього зробіть висновки про виконаний дослід.

m_1 (кг)	m_2 (кг)	t_1 (С)	t_2 (С)	t_3 (С)	Q_1 (Дж)	Q_2 (Дж)	ΔQ (Дж)

Загалом, до складу методичних рекомендацій по використанню цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час виконання лабораторних робіт увійшли інструкції до 5 лабораторних робіт для 7 класу, 6 лабораторних робіт для 8 класу та 5 лабораторних робіт для 9 класу. Результати впровадження в освітній процес розроблених методичних рекомендацій наведені у розділі 3.

РОЗДІЛ 3.

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ПРОВЕДЕННЯ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Організація педагогічного експерименту.

Для перевірки ефективності результатів дослідження з використання цифрового лабораторного комплексу з метою формування та розвитку експериментальних умінь школярів проводився педагогічний експеримент, який складався з констатувального, формуючого та контрольного етапів.

Основними завданнями педагогічного експерименту були:

1. Обґрунтування доцільності та ефективності використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час виконання шкільного фізичного експерименту та розробка відповідного навчально-методичного забезпечення;

2. Перевірка ефективності методичних рекомендацій, яка забезпечить спрямування учнів на набуття навичок самостійного експериментально-дослідного здобуття знань, умінь та навичок, а також формування експериментальних умінь, з використанням сучасних цифрових лабораторій;

3. Виявлення зрушень у рівнях сформованості експериментальних умінь учнів та порівняння результатів отриманих на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Педагогічний експеримент проводився у продовж 2019-2020 навчального року.

З метою планування, організації, та проведення педагогічного експерименту нами були використані основні теоретичні засади проведення науково-педагогічних досліджень, які розкриті у роботах вітчизняних науковців як Ю.Бабанського [2, 3], П.Воловика [6],

С. Гончаренко [8], К.Інгенкампа [17], О. Жосан [29], Г. Лаврентьєва [22], Є. Лодатко [23], Я.Скалкової [36] та ін.

Як було зазначено вище педагогічний експеримент складався з трьох основних частин, зміст та завдання яких наведені нижче.

Констатувальний педагогічний експеримент ще називають діагностичним або контролюючим. Наведені назви відповідають його змісту, оскільки за допомогою цього експерименту визначають реальний стан освітнього процесу до втручання в нього дослідника. Зібрані дані на етапі констатувального експерименту дають можливість побудувати методичні рекомендації щодо організації освітнього процесу та виділити умови ефективного впровадження.

Формувальний експеримент або перетворюючим - передбачає перевірку ефективності розробленого дослідником нового в науці і практиці педагогічного положення. У ході експерименту та після його завершення дослідник може вносити корективи у розроблені методичні рекомендації, удосконалювати їх, робити її придатною для практичного використання в освітньому процесі з фізики у закладах освіти.

Контрольний експеримент це завершальний етап дослідження, який визначає рівень критерію ефективності розробленої методики формувального експерименту (Жосан О.) [29].

Спланований нами педагогічний експеримент мав наступні завдання:

– вивчення питання використання в освітньому процесі з фізики у закладах загальної середньої освіти використання цифрових лабораторій з фізики серед вчителів м. Херсона та Херсонської області;

– розробка методичних рекомендацій щодо використання цифрової лабораторії «Einstein» під час викладання фізики;

– впровадження в освітній процес розробленого навчально-методичного забезпечення;

– виявлення ефективності розроблених методичних рекомендацій використання цифрової лабораторії «Einstein» в освітньому процесі з фізики шляхом порівняння рівня показника ефективності у контрольній групі на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Спираючись на роботи провідних науковців, вважаємо за доцільне виділити в педагогічному експерименті три етапи: констатувальний, формувальний та контрольний (Жосан О.) [29].

Основними завданнями констатувального етапу педагогічного експерименту:

– проведення анкетування серед вчителів фізики, з метою вивчення їх досвіду використання цифрової лабораторії «Einstein» в освітньому процесі;

– розробка методичних рекомендацій щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час виконання лабораторних робіт під час викладання фізики у закладах загальної середньої освіти.

Завданням формувального етапу педагогічного експерименту було впровадження в освітній процес Херсонської спеціалізованої школи I-III ступенів №24 із поглибленим вивченням математики, фізики та англійської мови Херсонської міської ради розроблених методичних рекомендацій щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» в освітньому процесі з фізики.

Контрольний етап педагогічного експерименту передбачав порівняння показника ефективності розробленої методики у контрольній групі отриманими на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Основним критерієм ефективності розроблених методичних рекомендацій спрямованих на використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час виконання лабораторних робіт з фізики був обраний рівень експериментальних умінь школярів.

Аналіз науково-методичної літератури засвідчив, що проблемі формування та розвитку експериментальних умінь учнів у процесі вивчення фізики займалися провідні науковці, серед яких В. Бобров, В. Виюрський, П. Глоріозов, М. Зуєва, Д. Кирюшкін, І.Коробова, Л. Лопатіна, В. Полосін, О. Степанченко, В. Сиротюк, А. Усова, М. Чумак, В. Шарко та ін.

«Експериментальні уміння» є видовим поняттям дефініції «уміння». У словнику О. Петровського зазначається таке визначення поняття уміння як «засвоений суб'єктом спосіб виконання дії, який забезпечується сукупністю набутих знань і навичок. Уміння формуються шляхом вправ і забезпечують можливість виконання дій не лише у відомих, але і в нових умовах» (Петровський О.) [33].

Автори психологічного словника В. Зінченко та Б. Мещеряков дають таке пояснення цього поняття: «Уміння – проміжний етап оволодіння новим способом дії, що спирається на яке-небудь правило (знання) і відповідно правильному використанню цих знань в процесі вирішення певного класу завдань, але ще сформований на рівні навички... Загальними умовами, які забезпечують найбільшу ефективність становлення вмінь, є розуміння суб'єктом узагальненого правила та зворотний зв'язок в процесі вирішення завдань» (Зінченко В., Мещеряков Б.) [32].

На думку О. Усової «уміння – це можливість виконувати дію відповідно до цілей та умов, у яких людині доводиться орієнтуватися» (Усова О.) [41].

Вивчаючи структуру експериментальних умінь О. Степанченко, М. Чумак, В. Сиротюк, Г. Кобель зазначають, що експериментальні уміння мають складну структуру та включають такі вміння:

а) формулювати мету дослідження, висувати гіпотезу про існування зв'язків між явищами, фізичними величинами, що характеризують фізичний об'єкт;

б) теоретично обґрунтовувати спосіб або метод дослідження фізичного об'єкта;

в) планувати експеримент, тобто передбачати прилади та установки для дослідження, порядок проведення та реєстрації результатів;

г) готувати відповідну експериментальну установку та перевіряти її роботу;

д) проводити дослідження за планом, забезпечувати необхідні для даного досліду умови, виконати в певному порядку операції з відповідними пристроями і засобами вимірювання, зміни в досліджуваному об'єкті, зняти покази засобу вимірювання та зробити відповідні записи;

е) обробляти результати експерименту та аналізувати їх, проводити обчислення при посередніх вимірюваннях та обчислювати їх похибки, складати таблиці, креслити графіки, порівнювати здобуті результати, формулювати висновки та перевіряти їх відповідність загальним законам і теоріям (Степанченко О., Чумак М., Сиротюк В., Кобель Г.) [19, 37].

У своєму дослідженні при дотримуємося структури експериментальних умінь, яка наведена у Навчальній програмі з фізики 7-9 клас (у редакції 2017 року):

а) *уміння планувати експеримент*, тобто формулювати мету й гіпотезу дослідження, визначати експериментальний метод і давати йому обґрунтування, складати план досліду й визначати найкращі умови для його проведення, обирати оптимальні значення вимірюваних величин та умови спостережень, ураховуючи наявні експериментальні засоби;

б) *уміння підготувати експеримент*, тобто обирати необхідне обладнання й вимірювальні прилади, збирати дослідні установки чи

моделі, раціонально розташовувати прилади, досягаючи безпечного проведення досліду;

в) *уміння спостерігати*, визначати мету й об'єкт спостереження, встановлювати характерні ознаки перебігу фізичних явищ і процесів, виділяти їхні суттєві ознаки;

г) *уміння вимірювати фізичні величини*, користуючись різними вимірювальними приладами, у тому числі й цифровими пристроями та комплексами, визначати ціну поділки шкали приладу, знімати покази приладу, у тому числі зчитувати покази цифрових приладів;

г) *уміння обробляти результати експерименту*, обчислювати значення величин (за необхідності абсолютну та відносну похибки вимірювань), складати таблиці одержаних даних, використовувати для цього комп'ютерне програмне забезпечення, готувати звіт про проведену роботу, записувати значення фізичних величин у стандартизованому вигляді тощо;

д) *уміння інтерпретувати результати експерименту*, описувати спостережувані явища й процеси, застосовуючи фізичну термінологію, фіксувати результати спостережень й експериментів у різних формах, оцінювати їх вірогідність, встановлювати функціональні залежності, будувати графіки, робити висновки на підставі попередньо сформульованих гіпотез (Навчальна програма з фізики 7-9 клас) [27].

При виборі кількості рівнів сформованості експериментальних умінь були враховані рекомендації МОН України щодо оцінювання рівня початкових досягнень школярів з фізики (чотири рівні: високий, достатній, середній та низький). Спираючись на критерії оцінювання рівня навчальних досягнень учнів, нами були описані рівні сформованості експериментальних умінь школярів:

- високий – учень може самостійно сформулювати мету фізичного експерименту, підібрати обладнання (визначає характеристики приладів і установок), а також скласти алгоритм виконання дослідження, у ході

експерименту правильно знімає покази з приладів, використовуючи знання з математики здійснює обробку результатів, розраховує похибки (якщо потребує завдання), аналізує отримані результати, формулює висновки дослідження, тлумачить похибки проведеного експерименту чи спостереження;

- достатній – учень самостійно монтує необхідне обладнання, виконує роботу в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності проведення дослідів та вимірювань. У звіті правильно й акуратно виконує записи, таблиці, схеми, графіки, розрахунки, самостійно робить висновок. Розрахунки здійснює в з помилками; у висновку до проведеного дослідження містяться певні неточності;

- середній – учень не може підібрати самостійно обладнання для виконання фізичного експерименту, з допомогою вчителя складає алгоритм виконання роботи або виконує її згідно із запропонованого у підручнику зразком, отримані результати роботи дають можливість учню зробити правильні висновки, під час виконання та оформлення роботи допущені помилки;

- низький – учень називає прилади та їх призначення, демонструє вміння користуватися окремими з них, може скласти схему досліду лише з допомогою вчителя, виконує частину роботи без належного оформлення (Критерії оцінювання рівня навчальних досягнень) [42].

Зміни, які відбулися у розподілі школярів за рівнями сформованості експериментальних умінь, шляхом залучення їх до виконання фізичного експерименту із використанням цифрового лабораторного комплексу «Einstein» наведений у наступному пункті.

3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту.

Першим завданням констатувального етапу педагогічного експерименту було проведення анкетування серед вчителів фізики

м. Херсона та Херсонської області з метою вивчення їх досвіду використання цифрових лабораторних комплексів в освітньому процесі з фізики.

Анкетування було проведене за допомогою додатку Google-форми (додаток А), до якого були залучені 13 вчителів фізики закладів освіти Херсонщини. Результати анкетування засвідчили, що 92,3% опитаних знають про цифрові лабораторні комплекси (рис. 3.1).

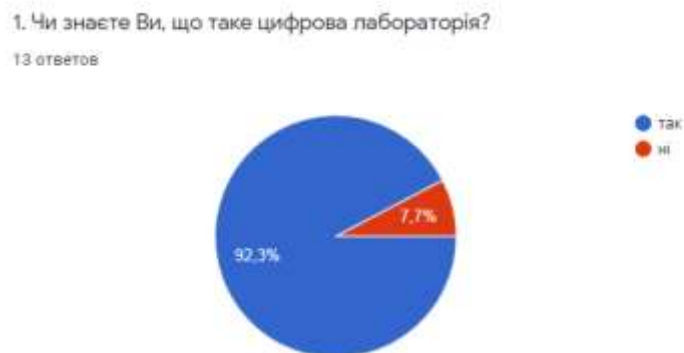


Рисунок 3.1. - Розподіл відповідей вчителів на питання 1.

Серед опитаних вчителів 23,1% не мають у своєму фізичному кабінеті цифрового лабораторного комплексу, натомість 76,9% - мають цифрові комплекси та користуються ними при організації освітнього процесу з фізики (рис. 3.2).



Рисунок 3.2. - Розподіл відповідей вчителів на питання 2.

У ході опитування було встановлено, що більшість опитаних вчителів 38,5% знайомі з таким цифровим комплексом як «LabDisc», 30,8% володіють інформацією про лабораторний комплекс «Einstein», 30,8%

знають про цифрову лабораторію «Архімед» (NOVA Link, NOVA 5000) і 15,4% знайомі з цифровим комплексом «L-micro» (рис. 3.3).

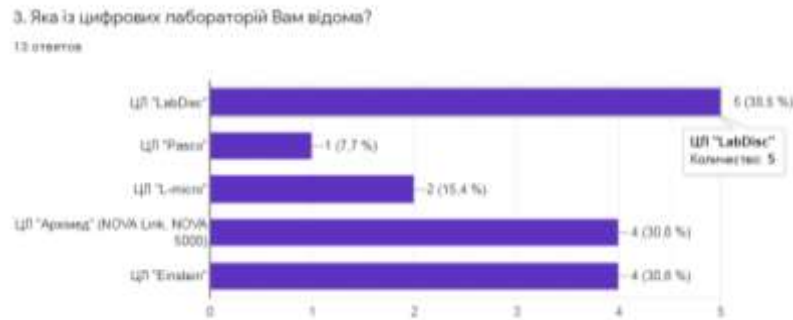


Рисунок 3.3. - Розподіл відповідей вчителів на питання 3.

У ході дослідження було також встановлено, що вчителі, які мають у своєму розпорядженні цифровий лабораторний комплекс (23,1%) самостійно розробляють інструкції по виконанню лабораторних робіт та досліджень, оскільки методичні рекомендації по використанню сучасного засобу не має (рис. 3.4).

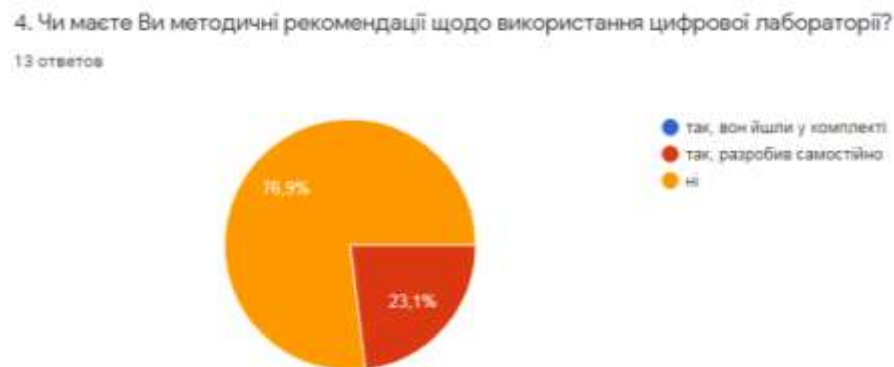


Рисунок 3.4. - Розподіл відповідей вчителів на питання 4.

100% опитаних респонденті засвідчили про доцільність використання цифрових лабораторій в освітньому процесі (рис. 3.5)

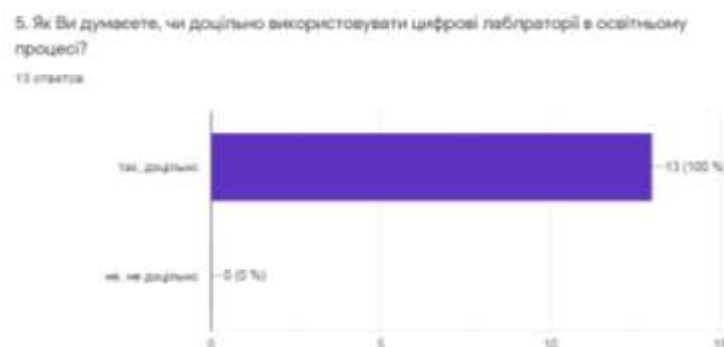


Рисунок 3.5. - Розподіл відповідей вчителів на питання 5.

Узагальнюючи отримані результати анкетування вчителів, можна стверджувати, що впровадження в освітній процес сучасних засобів навчання є актуальним та потребує методичного забезпечення. Отримані результати переконали в актуальності обраної теми дослідження та спонукали до розробки методичних рекомендацій щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час викладання фізики в основній школі.

Ефективність розроблених нами методичних рекомендацій була перевірена шляхом їх впровадження в освітній процес Херсонської спеціалізованої школи I-III ступенів №24 із поглибленим вивченням математики, фізики та англійської мови Херсонської міської ради протягом 2019-2020 навчального року. Загальна кількість учнів, які були залучені до педагогічного експерименту складає 32 особи.

З метою виявлення рівня сформованості експериментальних умінь учням була запропонована анкета, яка зазначена у додатку Б. Зазначене опитування надало можливість розподілити учнів за рівнями сформованості експериментальних умінь: високий, достатній, середній та низький. У таблиці 3.1 наведені результати опитування учнів 7 класу.

Таблиця 3.1.

Рівень сформованості експериментальних умінь школярів 7 класу на початку та в кінці педагогічного експерименту

Етап проведення пед.експ.	Рівень сформованості експериментальних умінь учнів								Всього учнів
	низький		середній		достатній		високий		
	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	К-сть	%	
Початок	5	15,63	10	31,25	13	40,63	4	12,50	32
Кінець	4	12,50	7	21,88	15	46,88	6	18,75	32

Аналіз результатів анкетування школярів наведених у таблиці засвідчив, що відбулися позитивні зрушення по всіх рівнях сформованості експериментальних умінь. Так, кількість школярів, які мають високий рівень експериментальних умінь, в кінці педагогічного експерименту

зросла на 6,25%; кількість учнів із достатнім рівнем експериментальних умінь зросла також на 6,25%; кількість учнів із середнім рівнем експериментальних умінь зменшилась на 9,37%; кількість школярів, які мали низький рівень експериментальних умінь зменшилась на 3,13%. Наочно відмінності у розподілі учнів 7 класу за рівнями сформованості експериментальних умінь зображені на діаграмі 3.6.

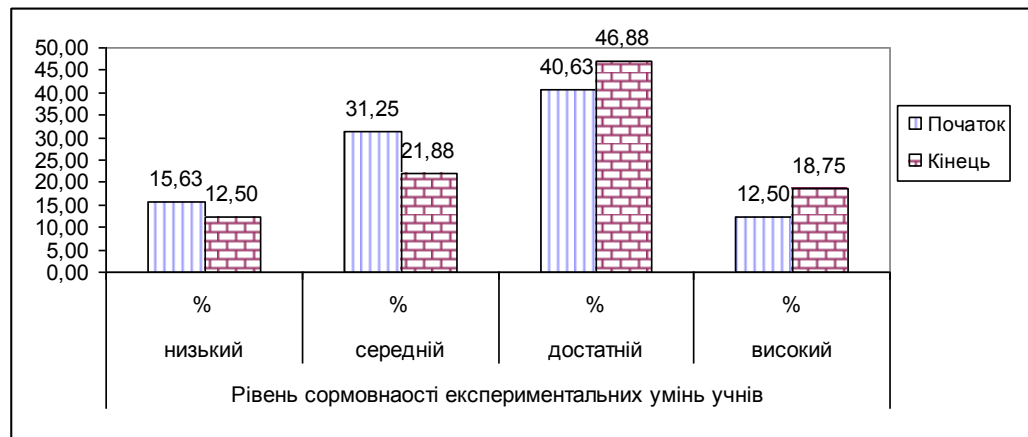


Рисунок 3.6. - Розподіл учнів 7 класу за рівнями навчальної мотивації до вивчення фізики.

Аналіз результатів педагогічного експерименту також передбачав статистичну обробку отриманих результатів. Це означає, що необхідно статистично обґрунтувати ступень розбіжності отриманих результатів з упровадження розроблених методичних рекомендацій щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» при виконанні навчального фізичного експерименту. При виборі методу статистичної обробки результатів експерименту ми спиралися на рекомендації наведені у книзі О. Сидоренко [34]. Скориставшись таблицею «Класифікація зсувів та критеріїв оцінки їх статистичної достовірності», а також врахувавши особливості організації педагогічного експерименту і порівнявши їх із вимогами до застосування критеріїв оцінки достовірності зсувів у показниках, нами був обраний критерій Т-Вілкоксона (або Т-критерій). Підставою для вибору даного статистичного критерію були наступні позиції: даний метод застосовується для експериментальної групи від 5 до 50

осіб (у нашому випадку група містить 32 учня); у ході дослідження один і той самий показник (рівень сформованості експериментальних умінь) вимірювався в експериментальній групі (на початку та в кінці педагогічного експерименту).

Згідно [34], Т-критерій застосовується для співставлення показників, виміряних в різних умовах на одній і тій же експериментальній групі. Він дозволяє встановити не тільки направленість змін, а також їх вираженість. Суть методу полягає у співставленні вираженостей певного показника у тому або іншому напрямках за абсолютною величиною. Для цього необхідно здійснити ранжування всіх абсолютних величин зрушень, а потім підсумувати ранги. Якщо зрушення в позитивний і у негативний бік відбуваються випадково, то суми рангів абсолютних значень їх будуть приблизно рівні. Якщо ж інтенсивність зрушень в одному з напрямків переважає, то сума рангів абсолютних значень зрушень в протилежну сторону буде значно нижчою, ніж це могло бути при випадкових змінах (Сидоренко О.) [34].

Як було зазначено вище, до складу експериментальної групи входили 32 особи учнів. У ході дослідження визначалися зміни у рівнях сформованості експериментальних умінь (дані наведені у таблиці 3.1).

Першим кроком у розрахунку значення Т-критерію був розрахунок різниці між показниками на початку та в кінці педагогічного експерименту (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2.

**Розрахунок різниці між показниками
на початку та в кінці педагогічного експерименту**

Код імені досліджуваного	На початку експерименту (бали)	В кінці експерименту (бали)	Різниця балів	Абсолютне значення різниці	Ранговий номер різниці
1	9	10	1	1	22,5
2	10	11	1	1	22,5
3	6	7	1	1	22,5
4	8	8	0	0	7,5
5	8	8	0	0	7,5

Продовження таблиці 3.2.

6	6	7	1	1	22,5
7	7	6	1	1	22,5
8	5	5	0	0	7,5
9	6	6	0	0	7,5
10	10	11	1	1	22,5
11	3	3	0	0	7,5
12	7	7	0	0	7,5
13	8	9	1	1	22,5
14	5	7	2	2	31
15	7	7	0	0	7,5
16	3	3	0	0	7,5
17	9	10	1	1	22,5
18	3	2	-1	1	22,5
19	9	9	0	0	7,5
20	6	5	-1	1	22,5
21	10	10	0	0	7,5
22	6	7	1	1	22,5
23	3	2	-1	1	22,5
24	7	8	1	1	22,5
25	8	7	-1	1	22,5
26	8	8	0	0	7,5
27	8	8	0	0	7,5
28	3	7	4	4	32
29	6	5	-1	1	22,5
30	6	5	-1	1	22,5
31	10	10	0	0	7,5
32	6	6	0	0	7,5

Сформулюємо гіпотези:

I: Інтенсивність зрушень в сторону підвищення рівня сформованості експериментальних умінь учнів 7 класу не перевищує інтенсивність в сторону її зниження;

II: Інтенсивність зрушень в сторону підвищення рівня сформованості експериментальних умінь учнів 7 класу перевищує інтенсивність в сторону її зниження.

Для доведення однієї з обраних гіпотез необхідно здійснити ранжування за вираженістю всіх зрушень незалежно від їх знаку. В поданій таблиці 3.2 у п'ятому стовпчику наведені абсолютні значення різниці, а в останньому ранги абсолютних величин. Меншому значенню відповідає менший ранг. При цьому сума рангів дорівнює 528, що відповідає розрахункам:

$$\sum R_i = \frac{(N+1)N}{2} = \frac{(32+1)32}{2} = 528.$$

Тепер відмітимо нетипові зрушення, у нашому випадку – від'ємні. Сума рангів нетипових зрушень і є емпіричним значенням критерію Т:

$$T_{\text{емп}} = \sum R_r = 135, \text{ де } R_r \text{ – рангові значення нетипових зрушень.}$$

За таблицею [34**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] визначаємо критичне значення критерію Т для $n=32$:

$$T_{\text{кр}}=140 \text{ (} p \leq 0,01 \text{), } T_{\text{кр}}=175 \text{ (} p \leq 0,05 \text{)}$$

Побудуємо «вісь значущості» (рис.3.7):

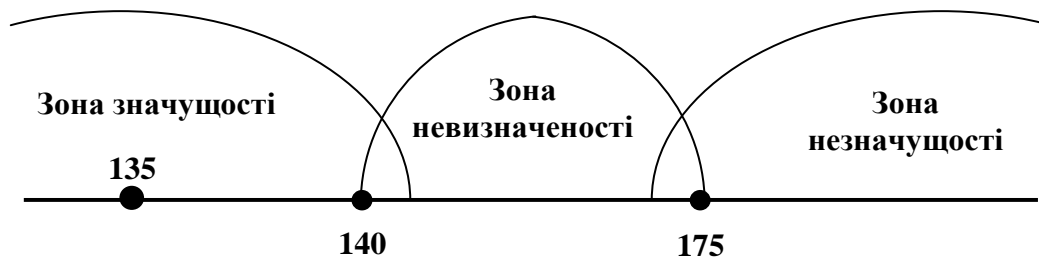


Рисунок 3.7. - Вісь значущості зрушень підвищення рівня експериментальних умінь учнів 7 класу.

З рис. 3.7 видно, що зона значущості знаходиться зліва, справді, якби «нетипових», в даному випадку - від'ємних, напрямів не було б зовсім, то і сума їх рангів дорівнювала б нулю. В даному випадку, емпіричне значення Т потрапляє в зону значущості: $T_{\text{емп}} < T_{\text{кр}}(0,01)$, тому гіпотезу I відкидаємо. Узагальнюючи отримані результати можна стверджувати, що інтенсивність зрушень у розподілі учнів за рівнями сформованості експериментальних умінь учнів 7 класу до вивчення фізики в сторону підвищення перевищує інтенсивність зрушень у

розподілі учнів за рівнями сформованості експериментальних умінь учнів 7 класу до вивчення фізики в сторону її зниження.

Узагальнюючи отримані результати, можна стверджувати, що розроблені методичні рекомендації щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час викладання фізики та виконання шкільного фізичного експерименту мають позитивний вплив (відбулися позитивні зрушення у вибраному критерії ефективності) і можуть бути впровадженні в освітній процес закладів загальної середньої освіти. При цьому, отримані результати анкетування є статистично достовірними.

ВИСНОВКИ

1. Шкільний фізичний експеримент є обов'язковою та невід'ємною частиною освітнього процесу з фізики. До шкільного навчального експерименту відносять: демонстраційний експеримент, лабораторні роботи та практикуми, а також експериментальні задачі. При залученні школярів до виконання лабораторних робіт зазвичай використовують традиційне обладнання шкільного кабінету фізики. Проте, на сьогодні розроблені цифрові лабораторні комплекси, які є сучасним засобом навчання і активно впроваджуються в освітній процес. Цифровий лабораторний комплекс це сучасна шкільна природничо-наукова лабораторія, призначення якої це проведення фронтальних і демонстраційних дослідів, організація навчальних досліджень та дослідницьких практик.

2. Аналіз навчальної програми та шкільних підручників з фізики, а також досвіду використання цифрових лабораторних комплексів засвідчили відсутність методичних рекомендацій щодо їх використання при проведенні лабораторних робіт. У зв'язку з цим, у ході дослідження були розроблені методичні рекомендації спрямовані на використання цифрової лабораторії «Ейнштейн» під час виконання лабораторних робіт у 7 класі.

3. З метою перевірки розроблених методичних рекомендацій щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Ейнштейн» був спланований та проведений педагогічний експеримент. Одним із завдань педагогічного експерименту було провадження в освітній процес Херсонської спеціалізованої школи I-III ступенів №24 із поглибленим вивченням математики, фізики та англійської мови Херсонської міської ради розроблених рекомендацій з метою їх апробації. До педагогічного експерименту були залучені 32 учні 7 класу.

Основним критерієм ефективності розробленої методики був обраний рівень сформованості експериментальних умінь школярів.

Результати анкетування учнів на початку та в кінці педагогічного експерименту засвідчили наявність позитивних зрушень. Так, кількість школярів, які мають високий рівень експериментальних умінь, в кінці педагогічного експерименту зросла на 6,25%; кількість учнів із достатнім рівнем експериментальних умінь зросла також на 6,25%; кількість учнів із середнім рівнем експериментальних умінь зменшилась на 9,37%; кількість школярів, які мали низький рівень експериментальних умінь зменшилась на 3,13%. Окрім цього, отримані результати були статистично підтвердженні за допомогою критерію Т-Вілкоксона (доцільність його використання зазначена у п.п. 3.2.). Результати розрахунку емпіричного значення Т-критерію засвідчили, що $T_{\text{емп}} < T_{\text{кр}} (0,01)$, тому можна стверджувати, що інтенсивність зрушень у розподілі учнів за рівнями сформованості експериментальних умінь учнів 7 класу до вивчення фізики в сторону підвищення перевищує інтенсивність зрушень у розподілі учнів за рівнями сформованості експериментальних умінь учнів 7 класу до вивчення фізики в сторону її зниження.

Узагальнюючи отримані результати педагогічного експерименту, можна стверджувати, що розроблені методичні рекомендації щодо використання цифрового лабораторного комплексу «Einstein» під час виконання лабораторних робіт мають позитивний вплив і можуть бути впровадженні в освітній процес закладів загальної середньої освіти.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреев А. Развитие умения формулировать и решать экспериментальные задачи с физики у процессе изобретательской деятельности старшеклассников : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "теорія та методика навчання (фізика)" / Андреев А.. – Київ, 2007. – 20 с.
2. Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды / Бабанский Ю.К. – М.: Педагогика, 1989. – 560 с.
3. Бабанский Ю.К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований / Бабанский Ю.К. – М.: Просвещение, 1982. – 192 с.
4. Булах О.І. Демонстраційний експеримент в контексті роботи молодого вчителя з фізики [Електронний ресурс] / Булах О.І. // Проблеми реформування педагогічної науки та освіти. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://molodyvcheny.in.ua/files/conf/ped/41feb2020/6.pdf>.
5. Вовоктруб В. Удосконалення класифікації видів шкільного фізичного експерименту за змістом, метою і методами виконання / Вовоктруб В., Подопригора Н. // Наукові записки. Серія: Педагогічні науки.. – 2005. – С. С. 175–178.
6. Воловик П.М. Теорія ймовірностей і математична статистика в педагогіці / Воловик П.М. – К.: Рад. школа, 1969. – 222 с.
7. Галатюк Ю.М. Лабораторна робота з фізики в структурі творчої навчальної діяльності/ Ю.М.Галатюк // Проблеми методики викладання фізики на сучасному етапі: зб. статей. – Кіровоград: РВЦ КППУ імені В. Винниченка, 2000. – 328 с.
8. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. – Київ: Либідь, 1997, – 376 с.
9. Горбушин А. Г. Цифровые лаборатории PASCO – новый проектно-деятельностный подход к обучению// Zbiór raportów

naukowych. „Naukadziś: teoria, metodologia, praktyka, problematyka. (30.07.2014 – 31.07.2014) –Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2014. – 96 str.

10. Грицьких О. Організація дослідної роботи учнів під час виконання лабораторного фізичного практикуму у класах з поглибленим вивченням фізики [Електронний ресурс]/ Грицьких О. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: <http://csw.kart.edu.ua/index.php/2307-4507/article/viewFile/36816/33040>.

11. Грічановський Л. З досвіду використання цифрового лабораторного комплексу Einstein в освітньому процесі з фізики у 7 класі/ Л. Грічановський, Н. Єрмакова-Черченко//

12. Державний стандарт базової середньої освіти [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://ru.osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/.

13. Дима Я. Про демонстраційний експеримент на уроці фізики/ Дима Я.// Збірник наукових праць викладачів, аспірантів, магістрантів і студентів фізико-математичного факультету (до 95-річчя заснування Полтавського державного педагогічного університету імені В.Г. Короленка)/ Дима Я. – Полтава, 2009. – (АСМІ).

14. Дмитрук С. І. Сучасна модель шкільного навчального природничого експерименту// Збірник наукових праць кам'янець-подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2012. – №. 18. – С. 114-117.

15. Заболотний В.Ф. Навчальний фізичний експеримент з використанням цифрової лабораторії Nova 5000 [Електронний ресурс] / В.Ф. Заболотний, А.В. Лаврова// Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. педагогічна. – 2013. – Вип. 19. – С. 82-85. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/znppkped_2013_19_31.pdf

16. Закону про освіту [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
17. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика/ Ингенкамп К.; [пер. с нем. Н.М. Рассказова]. – М.: Педагогика, 1991. – 240 с.
18. Инновационные решения [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.inovar.ru/тсо-и-специальное-оборудование/цифровые-лаборатории/item/7-цифровые-лаборатории-einstein>.
19. Кобель Г.П. Элементы компьютерного моделирования при викладанні молекулярної фізики/ Г.П. Кобель// Матеріали доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції «Діяльнісний підхід у навчальному процесі з фізики та математики». – Рівне, РДПІ, 1996. – Ч. 1. – С. 78-79.
20. Коробова І. В. Значення фронтального фізичного експерименту для розвитку особистості учнів [Текст] / В. О. Солонар, І. В. Коробова // Пошук молодих: Зб. матер. Всеукр. студентської наук.-практ. конф. «Проектування навчального середовища як методична проблема» (19-20 квітня 2007 року, м. Херсон). – Херсон : Вид-во ХДУ, 2007. – Вип. 6. – С. 177-180.
21. Кучменко О.М., Касперський А. В. Експериментально-розрахункові задачі з фізики// Збірник наукових праць кам'янець-подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2004. – №. 10. – С. 26-29.
22. Лаврентьєва Г. П., Шишкіна М. П. Методичні рекомендації з організації та проведення науково-педагогічного експерименту. – 2007.
23. Лодатко Є. О. Структурне моделювання педагогічного експерименту // Педагогічний процес: теорія і практика. – 2014. – №. 2. – С. 5-9.

24.Марголис А.А. Практикум по школьному физическому эксперименту: уч. пособ. для пед. инст. / А.А. Мар голис и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 1968. – 390 с.

25.Методика навчання фізики в середній школі. Демонстраційний фізичний експеримент [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://fizmet.org/L6.htm>.

26.Мисліцька Н. Використання цифрової лабораторії nova-5000 в системі засобів демонстраційного фізичного експерименту [Електронний ресурс] / Мисліцька Н., Колесникова О., Заболотний В. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://journals.uran.ua/index.php/2307-4507/article/viewFile/189584/189030>.

27.Навчальна програма з фізики для учнів 7-9 класів [Електронний ресурс]. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>

28.Обзор цифровых лабораторий [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://sitimedia.ru/cifrovye_laboratorii.

29.Педагогічний експеримент : навч.-метод. посіб. / [укладач О. Е. Жосан]. – Кіровоград: Видавництво КОШПО імені Василя Сухомлинського, 2008. – 72 с.

30.Про затвердження Типового переліку засобів навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів: наказ Міністерства освіти та науки України № 704 від 22.06.2016 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/ru/z1050-16>

31.Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [Електронний ресурс]. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013#Text>.

32. Психологический словарь / Под ред. В.П. Зинченко, Б.Г. Мещерякова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Педагогика–Пресс, 1996. – 440с.
33. Психология. Словарь / Под общ.ред. А.В. Петровского, М.Г. Ярошевского. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Политиздат, 1990. – 494с.
34. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии. — СПб.: ООО «Речь», 2000. — 350 с.
35. Сікора Г.В. Роль домашніх дослідів та спостережень при вивченні фізики / Сікора Г.В, Бойко В.В, Атаманчук П.С. // Перспективи розвитку сучасної науки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Львів, 5-6 грудня 2014 року).. – 2014. – С. 20–22.
36. Скалкова Я. Методология и методика педагогического исследования/ Скалкова Я. [пер. с чешск. Е.Р. Роговской]. – М.: Педагогика, 1989. – 219 с.
37. Степанченко О. В., Чумак М. Є., Сиротюк В. Д. Шкільний фізичний експеримент як засіб формування дослідницьких умінь учнів//Збірник наукових праць кам'янець-подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2013. – №. 19. – С. 51-55.
38. Сучасні рішення для освіти [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://rozumniki.com/catalog/tovary/tsyfrova-bezdrotova-laboratoriya-einstein-labmate/globisens/tsyfrovyi-vymiryuval%60nyy-kompleks-globisens-labdisc-physio-fizyka/>.
39. Тищук В.І. Особливості проведення фізичного експерименту в навчально-пошуковій роботі з обдарованими дітьми/ В.І. Тищук// Матеріали доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції «Діяльнісний підхід у навчально-пошуковому процесі з фізики та математики/ В.І. Тищук. – Рівне: РДП, 1996. – Ч. 1. – С. 29-31.

40.Усова А.В. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики/ А.В. Усова, А.А. Бобров. – М. : Просвещение, 1988. – 112 с.

41.Усова А.В., Бобров А.А. Формирование учебных умений и навыков учащихся на уроках физики. – М.: Просвещение, 1988. – 111 с.

42.Фізика й астрономія. Критерії оцінювання навчальних досягнень [Електронний ресурс]. – 2008. – Режим доступу до ресурсу: <https://ru.osvita.ua/school/estimation/2424/>.

43.Фізика. Підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів/ Головка М., Непорожня Л., 2016 – 279 с.

44.Фізика: підруч. для 7 кл. загальноосвіт. навч. закл. / [В. Г. Бар'яхтар, Ф. Я. Божинова, С. О. Довгий, О. О. Кірюхіна] за ред. В. Г. Бар'яхтара, С. О. Довгого. — Х. : Вид-во «Ранок», 2016. — 240 с.

45.Фізика: підручник для 7 кл. загальноосвітн. навч. закл. / П.Ф. Пістун, В.В. Добровольський, П.І. Чопик. — Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2016. — 208 с.

46.Фізика: підручник для 7 класу загальноосвіт. навч. закл. / В.Д.Сиротюк. – Київ: Генеза, 2016. – 192 с.

47.Цифровая лаборатория pasco [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.polymedia.ru/oborudovanie/cifrovaya-laboratoriya-pasco/>.

48.Юрченко, А. Огляд цифрових фізичних лабораторій як комп'ютеризованих лабораторних систем [Текст] / А. Юрченко // Інновації у вищій освіті – комунікація та співпраця у сучасному університетському середовищі за допомогою специфічних цифрових інструментів : [міжнародна колективна монографія] / за заг. ред. д-ра пед. наук, проф. М. О. Наказного. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2015. – С. 180–191.

Додаток Б

Анкета для учнів