

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра загальної та прикладної фізики**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

**на тему: «МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ВИКОРИСТАННЯ  
ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ ЗА  
ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ»**

Виконала студентка: 2 курсу, групи 8.0142-ф  
спеціальності 014 Середня освіта  
(шифр і назва спеціальності)

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)  
освітньої програми Середня освіта (Фізика)

Д. О. Пастух

(ініціали та прізвище)

завідувач кафедри загальної та прикладної  
фізики, професор, доцент, доктор педагогічних  
наук Андреєв А. М.

Керівник

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

доцент кафедри природничих дисциплін для  
іноземних студентів та токсикологічної хімії  
Запорізького державного медико-  
фармацевтичного університету, доцент, кандидат  
педагогічних наук

Рецензент

Філіпенко І. І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя – 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет Математичний

Кафедра загальної та прикладної фізики

Рівень вищої освіти Магістр

Спеціальність 014 Середня освіта

Освітня програма Середня освіта (Фізика)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри  
загальної та прикладної фізики,  
професор, доцент, доктор пед. н.  
Андрєєв А.М.

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023р.

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)**

Пастух Дарині Олегівні

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Методичні засади використання демонстраційного експерименту  
за дистанційної форми навчання фізики

керівник роботи Андрєєв Андрій Миколайович, д. пед. наук, доцент

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » травня 2023 року № 642-С

2. Строк подання студентом роботи 21.11.2023

3. Вихідні дані до роботи 1. Постановка задачі.

2. Перелік літератури.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Основні теоретичні відомості;

2. Матеріали та методи дослідження;

3. Результати та їх обговорення;

4. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): презентація.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 12.06.2023**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи	19.06.2023	
2.	Збір вихідних даних	13.07.2023	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел	03.08.2023	
4.	Розробка першого та другого розділу	30.08.2023	
5.	Розробка третього розділу	03.10.2023	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи	27.11.2023	
7.	Захист кваліфікаційної роботи	13.12.2023	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)Д. О. Пастух  
(ініціали та прізвище)Керівник роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)А. М. Андрєєв  
(ініціали та прізвище)**Нормоконтроль пройдено**Нормоконтролер \_\_\_\_\_  
(підпис)А. М. Андрєєв  
(ініціали та прізвище)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Методичні засади використання демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики»: 64 сторінки, 3 таблиці, 5 рисунків.

ДЕМОНСТРАЦІЙНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ, ДИСТАНЦІЙНЕ ФОРМА НАВЧАННЯ ФІЗИКИ, ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ КОМПЛЕКС, ЦИФРОВА ЛАБОРАТОРІЯ, ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС З ФІЗИКИ.

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

Мета роботи: обґрунтування методичних засад проведення демонстраційного експерименту з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Методи дослідження – аналітичний, емпіричний, експериментальний.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробленні методичних засад проведення демонстраційного експерименту з фізики за допомогою цифрових вимірювальних комплексів в умовах дистанційної форми навчання.

Практичне значення дослідження визначається тим, що розроблені методичні засади використання цифрових вимірювальних комплексів можна використовувати в освітньому процесі з фізики під час проведення демонстраційних робіт як у очній, так і дистанційній формі навчання.

## SUMMARY

Master's Qualification Thesis: "Methodical Foundations of Using Demonstration Experiments in Distance Learning of Physics": 64 pages, 5 figures, 3 tables.

DEMONSTRATION EXPERIMENT, DISTANCE LEARNING OF PHYSICS, DIGITAL MEASUREMENT COMPLEX, DIGITAL LABORATORY, EDUCATIONAL PROCESS IN PHYSICS.

The object of study: educational process in physics in institutions of general secondary education.

Purpose: substantiation of methodical principles for conducting demonstration experiments in physics in general secondary education institutions through distance learning.

Research Methods: analytical, empirical, experimental.

The scientific novelty of the obtained results lies in the development of methodical principles for conducting demonstration experiments in physics using digital measurement complexes in the conditions of distance learning.

The practical significance of the research is determined by the fact that the developed methodical principles for using digital measurement complexes can be applied in the educational process of physics during the conduct of demonstration experiments in both face-to-face and distance learning formats.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.....	9
1.1 Демонстраційний експеримент як важлива складова навчального процесу фізики .....	9
1.2 Дистанційне навчання як актуальна форма організації сучасного освітнього процесу.....	17
2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ.....	25
2.1 Педагогічні умови проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики.....	25
2.2 Методичні особливості проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики .....	31
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ	38
3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту.....	38
3.2 Аналіз педагогічного експерименту .....	42
ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	49
ДОДАТОК А.....	54
ДОДАТОК Б .....	55
ДОДАТОК В.....	57
ДОДАТОК Г .....	61

## ВСТУП

В ході вивчення фізики в закладах загальної середньої освіти важливе значення приділяється набуттю учнями не тільки теоретичних знань, а й опануванню практичних умінь. У процесі навчання цьому сприяють такі види діяльності, які дозволяють використовувати набуті знання на практиці, зокрема проведення демонстраційних та лабораторних робіт. При їх виконанні учні вчаться використовувати свої знання на практиці, розв'язувати пізнавальні завдання засобами фізичного експерименту, ознайомлюються з експериментальною технікою, поглиблюють свої знання з певного розділу фізики, розвивають логічне мислення.

Роль демонстраційного експерименту у курсі фізики посідає вагомим значення, адже вивчення предмета природничого циклу без демонстраційних експериментальних робіт неможливе. Проте, як виявилось, під час дистанційного навчання, (що було зумовлене карантинними обмеженнями через пандемію COVID-19, та повномасштабне вторгнення) вчителі фізики зіткнулись із проблемою реалізації державних програм в частині діяльнісного компонента та проведення демонстраційних експериментів дистанційно.

Отже, актуальною є проблема проведення демонстраційних експериментів в умовах дистанційної форми навчання.

*Метою роботи* є обґрунтування методичних засад проведення демонстраційного експерименту з фізики у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання.

Виходячи з поставленої мети та теми роботи, були визначені такі *завдання*:

1. З'ясувати умови проведення дистанційного експерименту у закладах загальної середньої освіти за дистанційної форми навчання фізики.
2. Розробити методичні засади проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання.

3. Шляхом проведення педагогічного експерименту довести ефективність розроблених методичних матеріалів.

*Об'єкт дослідження:* освітній процес з фізики у закладах загальної середньої освіти.

*Предмет дослідження:* методичні засади проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики.

*Методи дослідження:* аналітичний, емпіричний, експериментальний.

*Наукова новизна* одержаних результатів полягає в розробленні методичних засад проведення демонстраційного експерименту з фізики за допомогою цифрових вимірювальних комплексів в умовах дистанційної форми навчання.

*Практичне значення* дослідження визначається тим, що розроблені методичні засади використання цифрових вимірювальних комплексів можна використовувати в освітньому процесі з фізики під час проведення демонстраційних робіт як у очній, так і дистанційній формі навчання.

Результати дослідження були апробовані на XVI університетській науково-практичній конференції студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених «Молода наука-2023», що проходила 17-22 квітня 2023 року, а також на науково-методичному засіданні кафедри загальної та прикладної фізики ЗНУ (протокол №4 від 27.11.2023).

Кваліфікаційна робота містить: вступ, три розділи, висновки, перелік посилань (42 джерела), 5 рисунків, 3 таблиці, 4 додатки .



# 1 СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ПРОВЕДЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

## 1.1 Демонстраційний експеримент як важлива складова навчального процесу фізики

В основу викладання фізики покладено експеримент, що відповідає специфіці фізичної науки, в якій досвід є основою пізнання явищ, законів природи. Фізичний експеримент реалізує одне із головних дидактичних принципів – наочність навчання. Фізична демонстрація – це показ вчителем фізичних явищ і зв'язків між ними, які призначені для одночасного сприйняття учнями всього класу.

Демонстраційні досліді супроводжують або укладають вивчення нового матеріалу. Вони можуть бути вихідним елементом для пояснення, ілюструвати чи підтверджувати виклад. Демонстраційний експеримент підвищує інтерес учнів до матеріалу, що вивчається, і тим сприяє його кращому засвоєнню. Фізичні досліді на уроці, показ ряду дослідів за допомогою відеодемонстрацій, опис деяких дослідів у підручнику, лабораторні роботи складають основу експериментального методу викладання фізики. Використання у ряді випадків демонстраційного експерименту на заняттях з фізики для постановки проблеми сприяє розвитку та тренуванню логічного мислення, навичок самостійної діяльності. Хоча навчальний фізичний експеримент не тотожний науковому, він містить багато його елементів, тому що в ньому використовуються не тільки ті прилади, принцип дії яких зрозумілий учням.

Основними методами пізнання в науці взагалі і в шкільному курсі фізики зокрема є моделювання та експеримент. Застосування в шкільному курсі фізики експерименту і моделювання як методів навчального пізнання є одним з основних завдань шкільної фізичної освіти, оскільки сприяє становленню

правильних уявлень про сучасну наукову картину світу, формуванню наукового світогляду, розвитку творчого мислення, а також дозволяє учням проводити на своєму рівні наукові дослідження явищ, процесів, об'єктів.

Розглянемо визначення основних понять щодо демонстраційного експерименту. Експеримент – метод пізнання, за допомогою якого в контрольованих і керованих умовах досліджуються явища природи та суспільства [13, с. 4].

Моделювання – дослідження якого-небудь з реально існуючих предметів і явищ і конструйованих об'єктів шляхом побудови та вивчення їх моделей. Експеримент становить основу всього фізичного наукового знання. Тому викладання фізики в школі на основі лише теорії, так звана крейдова фізика, є великою потенційною небезпекою сильного зниження рівня розуміння і в кінцевому рахунку освіти учнів. У зв'язку з цим з'являється необхідність приділяти особливу увагу шкільному фізичному експерименту в рамках підготовки майбутніх педагогів, вказувати на важливість та методичну цінність експерименту. Правильно поставити та пояснити фізичний експеримент – завдання не з легких, ось чому на перший план виходять поняття методики та техніки експерименту.

Методика демонстрування – сукупність методів і прийомів, які забезпечують ефективність демонстрації, краще сприйняття її учнями. Методика демонстраційного експерименту – визначення змісту, ролі та місця демонстраційного експерименту у викладанні фізики, відбір демонстраційних дослідів виходячи з дидактичних завдань, які вирішуються з їх допомогою у викладанні фізики; використання демонстраційного експерименту як методу викладання фізики, методу активізації пізнавальної діяльності учнів.

Техніка – знання, вміння; прийоми робіт та додаток їх до справи; побут, вправність; сукупність навичок та прийомів діяльності. Техніка демонстраційного експерименту – це застосування в постановці демонстраційного експерименту спеціально створених приладів та пристроїв. Техніка демонстрування – сукупність прийомів поводження з технікою

демонстраційного експерименту у процесі підготовки та проведення демонстрацій, які забезпечують їх успішність та виразність.

Демонстраційний експеримент – це показ фізичних явищ, закономірностей та його практичних застосувань, розрахований на одночасне сприйняття всіма учнями класу.

Схема демонстрації – поєднання приладів та пристроїв та їх взаємодія, що дозволяє поставити конкретну демонстрацію фізичного явища.

Сформулюємо основні вимоги до демонстраційних установок:

– вони не повинні містити нічого зайвого (на столі не повинно бути предметів, які відволікають увагу);

– використовувані установки повинні бути знайомі учням (інакше перед проведенням демонстрацій необхідно описати принцип роботи приладів та призначення матеріалів);

– процес демонстрації повинен являти собою безперервний логічний ланцюг;

– демонстраційні установки мають бути естетично красивими; досліди повинні бути видно будь-якому глядачеві, який перебуває в аудиторії;

– демонстраційні досліди мають бути суворо обмежені у часі.

З цих визначень випливає, що перед вчителями стоять непрості завдання: навчити учнів самостійно виконувати експерименти, правильно їх пояснювати і набувати навичок постановки шкільних демонстрацій.

Переважає більшість фізичних явищ, що вивчаються в школі, не може бути добре засвоєно учнями без використання спланованої системи експериментів, як демонстраційних, так і фронтальних. Досить складно знайти аналоги шкільного демонстраційного фізичного експерименту: ні спостереження з життя, ні найкращі комп'ютерні анімації не можуть повністю забезпечити виконання функцій демонстраційного експерименту. Тому в процесі підготовки педагогів фізичному практикуму з шкільного демонстраційного експерименту відведено важливе місце. Він сприяє виробленню у учнів навичок поводження з демонстраційним обладнанням, що принципово відрізняється від лабораторного,

навичок планування та здійснення експерименту. Педагогічна ефективність експерименту залежить від уміння вчителя правильно пояснити суть досвіду, акцентуючи увагу учнів певних явищах. Таким чином, формування у майбутніх педагогів навичок методики та техніки, можливе в ході фізичного практикуму з шкільного фізичного демонстраційного експерименту – першорядне дидактичне завдання.

В. В. Смирнов у статті «Вчителю про підготовку фізичного експерименту» [13, с. 4] виділяє наступну сукупність дій з розробки експериментальної установки для відтворення заданого явища: виділення елементів експериментальної установки та обов'язкових властивостей, якими вона повинна мати; розробка важливих схем експериментальних установок, з допомогою яких можна відтворити певне фізичне явище; оцінка параметрів елементів експериментальної установки, за якими здійснюється взаємозв'язок цих елементів; підбір (виготовлення) приладів з експлуатаційними характеристиками, що відповідають розрахунковим; складання монтажною схеми та програми монтажу експериментальної установки; монтаж експериментальної установки. Для відтворення явища за допомогою цієї установки необхідно: скласти програму відтворення явища за допомогою даної експериментальної установки, відтворити явище, далі необхідно проконтролювати результат, відповівши на запитання: чи дійсно відтворено те явище, яке було заплановано; чи дійсно це явище виникає внаслідок впливу виділених об'єктів, а не з якихось інших причин.

Щоб зрозуміти значення терміну «демонстраційний експеримент», необхідні базові знання понять «демонстрація» та «експеримент». Демонстрація передбачає наочно-чуттєве ознайомлення учнів із природними явищами, процесами, об'єктами. Його основна мета – розкрити динаміку досліджуваних явищ, але він також служить для ознайомлення людей із зовнішнім виглядом об'єкта, внутрішньою структурою або його розташуванням серед подібних об'єктів [19, с. 46].

У філософському контексті «демонстрація» визначається як доказ, синонім візуальної ілюстрації процесу чи предмета, часто шляхом експерименту.

Звертаючись до визначення експерименту у філософському словнику, він характеризується як систематичне спостереження, що передбачає навмисне виділення, поєднання та зміну умов для вивчення залежних явищ. Цей метод має вирішальне значення для отримання наукових знань, зокрема у сфері шкільної фізики.

Важливо розрізняти освітні експерименти, що проводяться в класах або вдома, від тих, що проводяться в наукових лабораторіях. У той час як експерименти в школах спрямовані на навчання, наукові експерименти часто служать для підтвердження або формулювання теорій.

Теорія, яка організовує дослідницькі дані за допомогою узагальнень та ідей, забезпечує нове розуміння та практичне застосування відкритих законів. Правильність теоретичних висновків перевіряється дослідженнями та практичним застосуванням. Пізнавальний процес просувається від досліджень і спостережень до абстрактного мислення, теорії, і, зрештою, практики.

Враховуючи ці визначення, «демонстраційний експеримент» можна розуміти як візуальну демонстрацію фізичних явищ і процесів. Його мета – активно впливати на ці явища в освітньому контексті, узгоджуючи його з цілями дослідження.

Міжнародні моніторингові дослідження якості шкільної математичної та природничо-наукової освіти, такі як TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) та PISA (Programme for International Student Assessment) [39], розкрили недоліки шкільної освіти в Україні. Серед них основними стали: невміння застосовувати отримані знання та вміння до реальних ситуацій, характерних для повсякденного життя; недостатній розвиток просторових геометричних і ймовірнісних уявлень, а також вміння інтерпретувати кількісну інформацію. Українські учні добре впоралися із завданнями розрахункового типу, проте їх вміння якісно аналізувати і пояснювати фізичні явища виявились помітно нижче. Пасивна форма сприйняття інформації не розвиває самостійних якостей

школярів, що призводить до невміння вирішувати нестандартні завдання та завдання, що потребують особливого логічного мислення.

«Учень – це не посудина, яку потрібно наповнити, а смолоскип, який потрібно запалити», – казав Плутарх. Тому залучення учнів до процесу навчання є величезну цінність. Це завдання може вирішити правильно організований демонстраційний експеримент.

З появою сучасних інтерактивних засобів навчання проблема нестачі приладів стоїть дуже гостро. Школярі нашого часу можуть на екрані проектора бачити навіть найскладніші та найнебезпечніші фізичні досліди; можуть залучатися до процесу пізнання, проводячи віртуальні лабораторні роботи у недосяжному космічному просторі. Не треба навіть говорити про те, наскільки ступінь захопленості предметом впливає на отримання якісних знань і умінь. Проте віртуальні демонстрації навряд чи колись зможуть замінити реальні фронтальні демонстраційні експерименти. Навіть на психологічному рівні зовнішнє сприймається набагато краще, якщо є можливість використовувати всі органи почуттів – дотик і нюх, а не тільки зір та слух. З кожним роком у безкоштовне користування вчителів надається все більше і більше цифрових освітніх ресурсів, які просто неможливо не використовувати на уроках. У цьому відношенні консерватизм вчителів «старого гарту» може виявитися стримуючим фактором. У той самий час не можна звернути увагу до проблему відставання вступного курсу фізики у закладах освіти від сучасної науки. Звичайно, це негативно впливає на якість навчання, оскільки сучасні школярі хочуть бути в курсі останніх досягнень науки (що, зокрема, показало проведене анкетування).

Друга важлива проблема, що визначає зменшення кількості демонстрацій, що проводяться, – гостра нестача часу, пов'язана зі скороченням відведених на уроки годин. Тут слід сказати про те, що демонстраційний експеримент – це не те, чим можна «безболісно» жертвувати. Фізика – наука експериментальна. Всі досягнення спираються на ретельно поставлений досвід, спостереження, вимірювання та глибокі теоретичні дослідження. Тому й навчання фізики у середній школі тісно пов'язується з проведенням експерименту, що дозволяє

дати уявлення про сутність експериментального методу та наближає курс фізики до життя. А. Ейнштейн писав: «На першій стадії навчання фізиці з неї треба взагалі виключити все, крім експериментальної сторони, що представляє наочний інтерес. Гарний експеримент сам по собі набагато цінніший, ніж двадцять формул, здобутих у реторті абстрактної думки». Подібну думку висловлював і Г. С. Ландсберг: «Виразне розуміння експериментального характеру фізичних законів має вкрай важливе значення: воно робить фізику наукою про природу, а не системою умоглядних побудов: з іншого боку, воно прищеплює думку про межі застосування встановлених фізичних законів, заснованих на них теорій, і відкриває перспективи подальшого розвитку науки» [20, с. 15].

Про небезпеку зайвої теоретизації курсу фізики попереджали ще на початку сімдесятих років. Побоювання виявилися небезпідставними. У наш час ми часто стикаємося з так званим крейдяним способом викладання, в результаті якого учні не здатні застосувати свої знання на практиці. Але як свідчить прислів'я, «теорія суха, а дерево життя зеленіє в листах». Нестача часу на демонстраційні досліди можна компенсувати творчими домашніми завданнями. Наприклад, завданнями-дослідженнями проблемного типу або завданнями-моделюваннями фізичних процесів і явищ (наприклад, у рамках 7 класу моделювання фонтанів, побудова «вежі щільності», конструювання картезіанського водолаза) [20, с. 15].

Шкільний курс фізики має важливе значення для навчання учнів методам наукового пізнання, які надалі можуть широко використовуватися в різних видах професійної діяльності. Фізика дозволяє учням опанувати нові методи пізнання. Особливо важливо формувати у школярів емпіричний метод пізнання. Для цього учням можна запропонувати займатися власними дослідженнями або проводити демонстраційні дослідження з метою навчити школярів вирішувати нестандартні ситуації, які ставитиме перед ними дійсність життя, що швидко змінюється. Емпіричний рівень пізнавальної діяльності найбільше відповідає пізнавальним можливостям учнів основної школи. Навчання емпіричному

методу пізнання [7] сприяє формуванню внутрішніх мотивів вчення більшості школярів (наприклад, через відчуття радості відкриття). Такий метод пізнання містить у своєму складі дії, необхідні для раціонального вирішення багатьох життєвих та професійних завдань, підготовки фахівців різного профілю: постановку конкретної мети, розробку методу експериментального дослідження, правильну експлуатацію приладів, зняття показань вимірювальних приладів, побудову індуктивного висновку, узагальнення суджень з метою отримання певного поняття, наукового факту чи закону. Методи пізнання, використовувані вченими у наукових дослідженнях та учнями у процесі створення нових знань, багато в чому схожі.

Застосування моделювання та демонстраційного експерименту у школі – одне з першорядних завдань кожного вчителя. Демонстраційний експеримент дає школярам уявлення про методи фізичного експериментального дослідження як важливу частину фізики та багатьох інших наук, розвиває інтерес до предмета та дослідницької діяльності.

У контексті формування цілісної концепції «демонстраційного фізичного експерименту» цей термін охоплює прийоми поведінки з обладнанням під час підготовки та виконання. Ці прийоми забезпечують точність і виразність, які разом називають технікою демонстрації. Ця методика включає в себе методи та підходи для підвищення ефективності демонстрації, оптимізації розуміння учнем [20, с. 15].

«Демонстраційна схема» являє собою комбінацію пристроїв та їх взаємодію, що полегшує реалізацію конкретної фізичної демонстрації. Демонстраційний експеримент, що характеризується наочністю, збалансованістю елементів, естетичністю та практичністю, спрямований на спрощення, зберігаючи баланс між експериментальною цікавістю та інформативністю.



## 1.2 Дистанційне навчання як актуальна форма організації сучасного освітнього процесу

Наприкінці 1970-х років у США та країнах Західної Європи були створені національні центри дистанційної освіти. Ці центри об'єднали провідні університети, команди експертів з інформаційних технологій, потужний викладацький склад та освітні бізнес-програми. Прикладом є Відкритий університет Великої Британії, заснований у 1969 році, який зараз має регіональні офіси в тринадцяти британських регіонах. Розвиток таких центрів у розвинених країнах значно підвищив якість і кількість вищої освіти, встановивши нові світові освітні стандарти.

В Україні еволюція дистанційної освіти відбулася пізніше, на початку 2000-х років. На цю затримку в першу чергу вплинули глобальні процеси глобалізації та динамічний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, що відображено в Програмі розвитку системи дистанційного навчання на 2004-2006 роки. Поштовхом до виходу України на дистанційну освіту стали євроінтеграційні зусилля щодо створення єдиного європейського простору вищої освіти, які були зміцнені офіційним приєднанням України до «Болонського процесу» у 2005 році.

Програма визнала реальні виклики розвитку дистанційного навчання, зазначивши такі проблеми, як відсутність цільового фінансування, правової підтримки та координації між навчальними закладами та державними органами. Незважаючи на ці виклики, було досягнуто помітного прогресу у впровадженні інформаційно-комунікаційних технологій, реалізації програм і курсів дистанційного навчання, а також у створенні інформаційного та освітнього контенту. Проте сплеск легкодоступного інформаційного Інтернет-контенту, навіть розважального характеру, став новим викликом, оскільки освітній контент іноді розмивався, дублювався, а також порушувалися авторські права [13, с. 105].

Концепція розвитку дистанційної освіти в Україні, викладена у 2000 році, та положення про дистанційну освіту у 2013 та 2015 роках [28] визначали права

та обов'язки учасників освітнього процесу. Вони наголошували на еквівалентності дистанційної освіти денній, вечірній, заочній та екстернатній формам. Таким чином було сформовано нормативно-правову базу дистанційної освіти до 2020 року, яка охоплює вимоги до різноманітних навчальних закладів, які надають послуги дистанційної освіти, доступ до електронних наукових баз даних, стандартного комп'ютерного обладнання та положення про електронні освітні ресурси. Створення Українського центру дистанційної освіти ще більше зміцнило цю структуру.

Результатом такого правового регулювання стало створення дидактично орієнтованих інформаційних середовищ в освітньому просторі. Набули популярності такі ініціативи, як проект «Прометей» з 2014 року, українська платформа для масових відкритих онлайн-курсів і студія онлайн-освіти «Освітня ера». Регіональні проекти залучення вчителів та громадськості до розробки освітнього електронного контенту також відіграли значну роль у формуванні ландшафту дистанційного навчання.

Показовим прикладом інноваційних освітніх ініціатив в Україні є реалізація відділом інформаційно-освітніх проектів Дніпропетровського обласного інституту післядипломної освіти таких електронних проектів, як «Регіональна електронна школа обдарованої молоді» та «Віртуальна майстерня петриківського розпису». педагогічної освіти, нині відома як Дніпровська академія неперервної освіти. Регіональне зобов'язання щодо організації дистанційної освіти в поєднанні з підтримкою інновацій з боку місцевої влади проклало шлях до підвищення можливостей інформаційно-комунікаційних технологій середніх шкіл і створення закладів, які надають освіту виключно в дистанційному форматі.

Серед закладів загальної середньої освіти серед піонерів, отримавши ліцензію, опинився освітній центр «Дистанційна школа Оптима», за ним – ще 19 шкіл приватної форми власності. Цифровий ландшафт став свідком появи численних онлайн-курсів, електронних уроків, онлайн-кейсів і платних освітніх Інтернет-сервісів. Слід зазначити, що помітна тенденція до зростання якісного

освітнього електронного контенту, хоча значна частина залишається поза межами закритого доступу з платним контентом. Одночасно розвиваються концептуальні основи відкритої освіти, що сприяє колективній освітній діяльності через доступний контент і відкриті знання в єдиному просторі інформації про світ. Створення українських освітніх онлайн-порталів «На урок» та «Всеосвіта» свідчить про ініціативність та професійне зростання педагогів, які активно сприяють удосконаленню освітнього процесу.

У вищій освіті дистанційна освіта отримала визнання та інтеграцію, поєднуючись із традиційною заочною формою. Цій інтеграції сприяло використання наукових ресурсів відповідно до міжнародних міжвузівських угод про співробітництво та потенціал світових наукових бібліотек. На думку В. Бикова, основою відкритої освіти є педагогічні системи, які включають відкрите освітнє середовище, формують засоби і технології, що взаємодіють, – концепція, що характеризується конвергенцією [2, с. 33].

Незважаючи на поступовий розвиток системи дистанційного навчання, це не призвело до поглинання традиційної освіти; замість цього відбулося злиття функцій і технологічних можливостей у форматі змішаного навчання. Яскравими прикладами популярних відкритих електронних ресурсів, якими вчителі користуються на уроках, є електронні освітні ресурси Академії Хана, які пропонують україномовний контент із безкоштовними відеолекціями з різних навчальних дисциплін. Крім того, серед українських освітян набувають популярності такі онлайн-сервіси, як LearningApps, Padlet, Canva, Mindomo, Kahoot.com та Classtime, які дозволяють створювати та зберігати інтерактивні вправи та інформаційні продукти на різних рівнях, а також сприяють спілкуванню між учасниками освітнього процесу.

Становлення системи дистанційної освіти в Україні до 2020 року ознаменувалося інформатизацією освіти, покращенням Інтернет-зв'язку, формуванням цифрової компетентності як передумови цифровізації суспільства та реформою загальної середньої освіти. У програмах Нової української школи особливий акцент був зроблений на «інформатичну освіту».

Однак 2020 рік, названий американським журналом Time «найгіршим в історії», приніс безпрецедентні виклики у всьому світі через спалах пандемії COVID-19. Пандемія змусила запровадити карантинні заходи в навчальних закладах, що призвело до оперативного рішення про екстрений перехід на дистанційне навчання для забезпечення безперервної освіти. Така надзвичайна ситуація спонукала до критичної оцінки переваг і недоліків існуючої системи, а масова практика сприяла швидкій адаптації до викликів нової реальності. Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти (2020) [29] окреслило механізми здобуття такої освіти, визначило суб'єкти дистанційного навчання, розмежувало асинхронний та синхронний режими взаємодії [17, с. 21].

Актуальність запровадження дистанційного навчання в умовах карантину стала каталізатором прискореного розвитку індустрії виробництва програмних освітніх засобів із акцентом на забезпечення їх сумісності з мобільними додатками. В українській шкільній системі цей період ознаменувався широким впровадженням технологій мобільного навчання. Такі ініціативи, як видавництво «Розумники» в рамках педагогічного проекту «Розумники», надали безкоштовний доступ до 16 тисяч інтерактивних завдань та системи дистанційного навчання «Розумний кейс учителя». Учасники навчального процесу мали змогу скористатися якісними освітніми програмними продуктами mozaBook від Mozaik Education [30] через офіційного представника в Україні – компанію EdPro та ін.

Результатом цієї масової практики стало створення регіонального телебачення та YouTube-трансляцій уроків, які записували вчителі, які вміють швидко адаптуватися до змін і змінювати класичні підходи до навчання. Міністерство освіти і науки реалізувало проект «Всеукраїнська школа онлайн» на українських телеканалах та каналі YouTube, транслуючи уроки з одинадцяти предметів.

Під час першої та другої хвилі пандемії COVID-19 Україна успішно розгорнула інфраструктуру інформаційно-освітнього простору як на

національному, так і на регіональному рівнях. Ця ініціатива відіграла вирішальну роль у подоланні «цифрової нерівності», особливо в сільській місцевості, де був відсутній високошвидкісний Інтернет, а багато загальноосвітніх навчальних закладів мали обмежену технічну підтримку. Розгортання цієї інфраструктури розширило можливості учасників освітнього процесу.

У рамках своїх зобов'язань щодо освітніх реформ Україна була однією з перших країн, які приєдналися до глобальної освітньої онлайн-платформи Learning Passport, ініційованої ЮНЕСКО з метою подолання глобальної освітньої кризи, яка посилилася через пандемію. Платформа мала на меті забезпечити безперервність навчання в складних обставинах, спричинених пандемією.

Зіткнувшись із безпрецедентними обмеженнями в освітньому секторі в усьому світі, ЮНЕСКО зазначила, що майже 1,4 мільярда дітей не відвідували школу під час початкового піку пандемії, вразивши понад 55 мільйонів американських школярів. В Україні дослідження охоплення дистанційною освітою під час карантину 2020 року показало, що 85,1% дітей продовжили навчання в повному обсязі, 13,9% – частково і лише 1% не продовжили навчання. Це свідчило про реалізацію адаптивної освітньої політики, яка базується на вивченні світових практик і представлена в аналітичній записці «Організація освітнього процесу в школах України в умовах карантину» [27].

Досвід, набутий під час пандемії, залишив українським освітянам цінні інструменти, програмну інформацію та освітні ресурси, сприяючи постійному розвитку дистанційної освіти. Проте 2022 рік став додатковим викликом через повномасштабну війну, яку Росія розпочала проти України. Це стало важким випробуванням для українських освітян і несподіванкою для світової освітянської спільноти.

Незважаючи на виклики війни, Україна продемонструвала неабияку стійкість. За два дні після початку війни Україна виклала всі підручники в Інтернет і за три тижні перевела всю систему навчання в мережевий формат. Таку

проактивну реакцію визнав німецький телеканал WDR, зазначивши, що навчання в Україні під час війни означало вивчення цифровізації.

У розпал конфлікту налагоджена система онлайн-уроків, ефективний формат дистанційного навчання, зіткнулася з проблемами забезпечення доступності освіти для всіх учасників. Проте прагнення забезпечити освіту кожній дитині, незалежно від її місця проживання, залишалося головним пріоритетом. Створено освітні локації «без кордонів», що дозволило долучитися до навчального процесу протягом восьмого тижня навчання в умовах воєнного стану понад 88 тис. дітей тимчасово переміщених осіб [25].

Станом на 24 березня 2022 року понад 1,8 мільйона українських дітей виїхали за кордон, зіткнувшись із різноманітними освітніми можливостями, мовними бар'єрами та проблемами адаптації до нових умов навчання. Широка підтримка міжнародної спільноти зіграла вирішальну роль у швидкій трансформації державної системи освіти, прийнявши гасло «Онлайн-освіта без стін і міжнародних кордонів», щоб забезпечити кожній дитині можливість продовжувати навчання попри зриви, спричинені війною [25].

Еволюція цифрових технологій суттєво трансформувала освітній процес, і можна виділити кілька загальних тенденцій:

1. Широке використання Інтернет-платформ: Такі платформи, як Classroom, Google Hangouts, Google Meet і Teams, сприяють командній роботі між учасниками навчання.

2. Розширення гейміфікованих освітніх платформ: Використання ігрового та анімаційного контенту на таких платформах, як iLearn, British Council, Smart Kids Academy і Maps, покращує залучення та інтерактивність в освіті.

3. Віртуалізація та 3D-моделювання: Такі технології, як віртуалізація та 3D-моделювання, забезпечують точну візуалізацію та демонстрацію досліджуваних процесів, сприяючи більш захоплюючому досвіду навчання.

4. Мобільні пристрої в освіті: Інтеграція мобільних пристроїв разом зі створенням активних спільнот у Viber і Telegram додає навчальному процесу гнучкості.

5. Офлайн-навчання за допомогою освітніх програм: Офлайн-навчання полегшується завантаженням освітніх програм, таких як Unicorn School.

Створення безпечного освітнього середовища призвело до зміни Міністерством охорони здоров'я санітарних правил для шкіл. Доступність, різноманітність способів отримання освітніх послуг, мобільність навчального процесу є вирішальними критеріями освіти.

На відміну від західних країн, український досвід широкої педагогічної експериментальної практики дистанційного навчання сформований соціальними викликами, що зумовлює необхідність термінового переходу на дистанційні форми навчання. Створена у відповідь на ці виклики нормативно-правова база дозволила швидко адаптувати навчальний процес до несприятливих умов.

Освітні реформи в Україні трансформували стратегії дистанційного навчання, перейшовши від дидактично орієнтованих інформаційно-освітніх середовищ до розгортання регіональних інформаційно-освітніх просторів, створення освітніх хабів та єдиних цифрових ресурсів на державному рівні. Система дистанційної освіти розвивається в бік концентричності, спрямованої на формування єдиної інформаційної платформи «Цифрові освітні сервіси для освіти України», що інтегрує як українські, так і світові освітні ресурси.

В умовах бойових дій спостерігається суспільна динаміка щодо громадянсько-патріотичного єднання для забезпечення якості освіти. Розвиток цифрових технологій є важелем професійного зростання та вдосконалення технологій дистанційного навчання. Міжнародна співпраця є основою партнерських взаємодій у глобальному освітньому просторі.

Отже, завдяки гнучкій освітній політиці, оперативному реагуванню на соціальні виклики, самовідданій праці освітян, активній співпраці громадських організацій і бізнес-проектів організація дистанційної освіти як складної динамічної системи постійно вдосконалюється. Однак комплексна оцінка

розвитку процесів дистанційного навчання, враховуючи як внутрішні, так і зовнішні трансформації всієї системи освіти, вимагатиме перспективи, яка виходить за межі поточних обставин.



## **2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПРОВЕДЕННЯ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ З ФІЗИКИ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**

### **2.1 Педагогічні умови проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики**

Аналіз науково-методичної літератури показує, що як вітчизняні, так і зарубіжні вчені, серед яких Дж. Адамс, А. Андрєєв [31], Н. Тихонська, В. Биков [35], В. Ващенко, І. Герсасименко [34], Г. Діганс, Б. Екерт, Х. Лобін, Е. Полат, О. Рибаль, Р. Шаран [36], Є. Смирнова-Трибульська, П. Стефаненко, Ю. В. Триус, А. Хуторський та ін. широко дослідили питання впровадження дистанційної освіти в навчальний процес. Дистанційна освіта має свої плюси та мінуси, але в глобальних умовах пандемії вона стала основним засобом здобуття базової загальної та вищої освіти, дозволяючи випускникам отримати відповідні документи державного зразка, що підтверджують їхній освітньо-кваліфікаційний рівень.

В європейських країнах дистанційна освіта добре запроваджена та популярна, зокрема у вищій школі. Провідні іноземні установи, зокрема Оксфордський університет, Массачусетський технологічний інститут, Стенфордський університет, Кембриджський університет, Університет Ферна в Хагені, започаткували технології дистанційного навчання.

У контексті навчання фізики демонстраційний експеримент відноситься до практичної, практичної діяльності або демонстрації, призначеної для ілюстрації та підкріплення теоретичних концепцій. Ці експерименти зазвичай проводяться вчителями в класі, щоб допомогти учням краще зрозуміти абстрактні принципи та теорії. У той час як традиційні демонстраційні експерименти проводяться в фізичному класі, їх адаптація до дистанційної форми навчання фізики передбачає використання технологій та інноваційних підходів.

Наведемо декілька способів використання демонстраційних експериментів у дистанційній формі навчання фізики [41]:

- віртуальні лабораторії, які забезпечують безпечний і доступний спосіб для учнів проводити експерименти без потреби у фізичному обладнанні;
- відео демонстрації, які можна поширювати через онлайн-платформи, дозволяючи учням дивитися та переглядати експерименти у своєму власному темпі;
- набори для дистанційного експерименту, що можуть включати датчики, реєстратори даних та інші інструменти, а також інструкції щодо проведення конкретних експериментів у себе вдома. При цьому учні можуть збирати дані своїх експериментів і ділитися своїми висновками з вчителями через онлайн-платформи;
- живі демонстрації через відеоконференцію, дозволяють учням спостерігати за експериментами в реальному часі та взаємодіяти з вчителем, ставлячи запитання або надаючи вхідні дані;
- інтерактивне моделювання та програми залучають учнів, дозволяючи їм маніпулювати змінними та спостерігати за наслідками. Ці інструменти часто забезпечують миттєвий зворотний зв'язок, покращуючи процес навчання та сприяючи глибшому розумінню понять фізики. Найбільш відомі ресурси з моделювання фізичних явищ є Phet Interactive Simulations [33] та Tinkercard;
- доповнена реальність (AR) і віртуальна реальність (VR). Ці технології можуть занурити учнів у змодельоване середовище, де вони можуть проводити експерименти в дуже інтерактивній та захоплюючій манері. Ці технології пропонують більш привабливий досвід, роблячи абстрактні поняття більш відчутними.

При впровадженні демонстраційних експериментів у дистанційну освіту з фізики вкрай важливо забезпечити учням доступ до необхідних ресурсів і підтримки. Чіткі інструкції, додаткові матеріали та можливості для зворотного зв'язку та обговорення сприяють успішному дистанційному навчанню з фізики.

Згідно з визначенням «Положення про дистанційне навчання» дистанційне навчання – це індивідуалізований процес набуття знань, умінь, навичок, пізнавальної діяльності переважно шляхом опосередкованої взаємодії віддалених учасників освітнього процесу. Це відбувається в рамках спеціалізованого середовища, яке функціонує на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій. Відповідно до цього визначення, дистанційне навчання підкреслює самостійну роботу здобувачів освіти під керівництвом вчителя.

Дослідження досвіду роботи вчителів фізики під час дистанційного навчання в березні-травні 2023 року [42] висвітлило переважне використання різноманітних цифрових інструментів для встановлення контакту з учнями. Зазвичай використовувалися такі інструменти:

1. Viber (100%). Цей месенджер був широко поширений, забезпечуючи безкоштовну та легкодоступну платформу для індивідуального та групового спілкування, дискусій, мультимедійного обміну та цілодобової підтримки.

2. Skype (18,2%). Використовується для послуг відеозв'язку.

3. Zoom (81,2%). Цей застосунок є найбільш популярним застосунком для проведення відеоконференцій і онлайн-зустрічей, що дозволяє спілкуватися в реальному часі, показувати екран і записувати сеанси.

4. Google Classroom (72,2%). Даний веб-сервіс використовувався для постійної доступності навчальних матеріалів, зручного інтерфейсу, інтеграції медіаресурсів, моніторингу діяльності здобувачів освіти та адміністративного контролю.

Перевагами цих інструментів є доступність, простота використання та такі функції, як мультимедійний обмін, обговорення та можливість запису уроків. Мобільні месенджери, особливо Viber, були оцінені за їх простоту та ефективність в індивідуальному та груповому спілкуванні.

Зазначається, що використання лише мобільних додатків може бути недостатнім для ефективної дистанційної освіти. Тому вчителі використовували

додаткові сервіси, такі як Zoom для відеоконференцій і Google Classroom для організації та керування навчальними матеріалами.

Підсумовуючи, слід зазначити, що впровадження вчителями різних цифрових інструментів під час пандемії підкреслює адаптивність освітян у використанні технологій для дистанційного навчання. Цей досвід підкреслює важливість диверсифікованого підходу, який поєднує програми для обміну повідомленнями, інструменти для відеоконференцій та освітні платформи для створення комплексного та привабливого середовища дистанційного навчання.

З огляду на таку перспективу доцільно уважно вивчити навчальні програми та підручники з фізики, особливо зосередившись на 7 класі, оскільки на цьому етапі закладаються основи для поглибленого вивчення природничих дисциплін. Аналіз адаптованості навчальних програм і підручників з фізики до умов дистанційного навчання необхідний для забезпечення ефективної та всебічної освіти з цього предмету.

У навчальній програмі з фізики для базової середньої освіти 2023 року акцентовано увагу на розвитку особистості учнів, формуванні їх наукового світогляду, вихованні відповідного стилю мислення. Дистанційна освіта з фізики дає можливість учителям розвивати не лише предметну компетентність учнів, а й інші необхідні навички, зокрема спілкування державною та іноземними мовами, а також інформаційну та цифрову компетентності.

Навчальний план, як зазначено в «Законі про освіту», надає вчителям певну автономію, що дозволяє гнучко розподіляти години між розділами та темами. Ця гнучкість добре узгоджується з принципами дистанційної освіти. Реалізації фундаментальних засад дистанційної освіти сприяють нормативно-правові документи для вчителів фізики.

Досліджуючи сучасні підручники з фізики в контексті їх можливості використання в дистанційній освіті, авторський колектив у складі М. Головка, Д. Засекіна, Т. Засекіної, В. Ковалю, І. Крячка, Л. Непорожньої, В. Сіпія розробив підручник для фізики 7 класу [23]. Відповідно до навчальної програми з фізики початкової школи, підручник спрямований на сприяння розвитку учнів за

допомогою фізики, виховання предметної компетентності, наукового світогляду, різноманітних умінь, таких як експериментальні, дослідницькі та творчі здібності.

Цей підручник має чітку структуру, що полегшує розуміння учнями матеріалу. Кожен параграф завершується підсумковими твердженнями, які вчителі можуть використовувати для узагальнення чи повторення. Крім того, презентація містить діалоги, де це доречно. Завдання, подані авторами, мають диференційований зміст, а кожен розділ завершується тестовими завданнями для самоконтролю. Для учнів, які цікавляться фізикою та астрономією, включено додатковий навчальний матеріал.

Хоча проаналізований підручник підходить для традиційного навчання в класі, він має обмеження для дистанційного навчання. У ньому відсутні інтерактивні завдання та ті, що потребують використання Інтернету, аспектів, які часто є невід'ємною частиною ефективної дистанційної освіти.

Аналіз кількох підручників фізики для 7 класу показує різну ступінь придатності для дистанційного навчання:

1. М. Головка, Д. Засєкін, Т. Засєкіна, В. Коваль, І. Крячко, Л. Непорожня, В. Сипій «Фізика 7 клас» має такі сильні сторони: чітка структура, історичний контекст і додатковий матеріал для зацікавлених учнів. Однак, присутні і недоліки, наприклад, відсутність інтерактивних завдань та інтернет-вправ [23].

2. С. Пшенічка, С. Мельничук «Фізика 7 клас». Підручник містить комплексне охоплення навчального матеріалу, самостійні досліди учнів, творчі завдання. Проте у ньому відсутні інтерактивні вправи, що є досить значним недоліком для підручника, який використовується під час дистанційного навчання [25].

3. В. Бар'яхтар, С. Довгий, Ф. Божинова, Ю.М. Горобець, І. Ненашев, О. Кірюхіна «Фізика 7 клас» є рекомендованим підручником для дистанційного навчання фізики, оскільки в ньому присутні: повне охоплення навчального матеріалу; рубрика підбиття підсумків; контрольні питання; інтернет-підтримка відеоматеріалами [24].

Незважаючи на те, що кожен підручник має свої сильні сторони, третій варіант добре підходить для дистанційного навчання, пропонуючи такі функції, як підсумкові рубрики, контрольні запитання для самооцінювання та підтримку в Інтернеті з відеоматеріалами. Проте важливо зазначити, що успіх дистанційного навчання також залежить від медіаграмотності вчителів, комунікаційних платформ та методичного керівництва.

Аналіз свідчить про те, що не всі підручники однаково підходять для дистанційної освіти, а включення інтерактивних елементів і підтримка Інтернету може підвищити ефективність дистанційного навчання. На наступному етапі будуть досліджені методичні рекомендації щодо організації дистанційного навчання з фізики.

Для навчальної програми з фізики 7 класу обсягом 70 годин (2 години на тиждень) основними розділами є «Фізика як природнича наука. Пізнання природи», «Механічний рух», «Взаємодія тіл. Сила».

### **«Фізика як природнича наука. Пізнання природи»**

#### **1. Лабораторні роботи:**

— Ознайомлення з вимірювальними приладами. Визначення ціни поділки шкали приладу.

— Вимірювання об'єму твердих тіл, рідин і сипучих матеріалів.

— Вимірювання розмірів малих тіл різними способами.

#### **2. Демонстраційні експерименти:**

— Приклади фізичних явищ: механічних, теплових, електричних, світлових тощо.

— Моделі молекул.

— Приклади застосування фізичних явищ у техніці.

— Вимірювальні інструменти.

### **«Механічний рух»**

#### **1. Лабораторні роботи:**

— Визначення періоду обертання тіла.

— Вивчення коливань нитяного маятника.

## 2. Демонстраційні експерименти:

— Різні види механічного руху.

— Відносність руху.

— Форми траєкторії.

— Швидкості.

## «Взаємодія тіл. Сила»

### 1. Лабораторні роботи:

— Вимірювання маси тіл.

— Визначення густини речовини (твердих тіл і рідин).

— Вивчення пружних властивостей тіл.

— Визначення коефіцієнта тертя ковзання.

— З'ясування умов плавання тіл.

### 2. Демонстраційні експерименти: (16 демонстрацій)

Вчителям пропонується розглянути рекомендовані лабораторні роботи та демонстраційні експерименти, а також використовувати їх на власний розсуд, щоб покращити навчальний досвід для учнів на основі конкретного контексту та наявних ресурсів у їхніх класах. Такий підхід забезпечує більш динамічний та адаптивний процес навчання.

## **2.2 Особливості проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики**

Підготовка та проведення демонстраційних дослідів з фізики на навчальних заняттях є одним із найбільш трудомістких та складних напрямів професійної діяльності вчителя. В даний час ця діяльність ще більше ускладнилася через використання в демонстраційному експерименті засобів комп'ютерних технологій.

Сучасний науковий експеримент дуже важко уявити без застосування комп'ютерних технологій. Це і машинна обробка даних експерименту, і комп'ютерне діагностування стану об'єкта, що досліджується, а також автоматичне управління роботою технічних пристроїв, які реалізують експериментальні дії вченого. Віртуальне середовище з її можливостями може з успіхом застосовуватися і теоретично наукового пізнання з метою моделювання реальних фізичних явищ для попереднього дослідження на моделі особливостей їх протікання. Її використання можливе для висування модельних гіпотез про сутність фізичних явищ та попередньої перевірки цих гіпотез у чисельному комп'ютерному експерименті [7, с. 127].

Учні, які освоюють експериментальний спосіб пізнання, повинні ознайомитися з особливостями проведення сучасних фізичних експериментів. Використовуючи навчальні демонстрації, їм необхідно показати головні напрямки застосування комп'ютерних технологій в експериментальному вивченні явищ природи:

- моделювання експериментальної установки, а також режимів її роботи та вивчення комп'ютерної моделі (комп'ютерний експеримент);
- автоматизацію фізичного експерименту (діагностика явища, обробка даних експерименту, керування експериментом);
- використання комп'ютерних баз даних експерименту (у тому числі віддалених баз даних);
- моделювання фізичного явища, дослідження комп'ютерної моделі явища (комп'ютерний експеримент) [10, с. 58].

Слід зауважити, що, найголовніше, це формування у учнів правильного ставлення до комп'ютерного експерименту (це лише проміжна стадія дослідження). Вони повинні розуміти, що висновок має прогностичний характер. Принципово значущим етапом дослідження є етап перевірки в натурному фізичному експерименті ефектів, які були передбачені комп'ютерним досвідом [5, с. 24].



З педагогічної точки зору демонстрація дослідів є необхідною при вирішенні низки специфічних завдань, а саме:

1. Для ілюстрації пояснень вчителя. Практика свідчить, що засвоєння навчального матеріалу значно підвищується, якщо пояснення вчителя супроводжується демонстрацією дослідів. Адже в ході демонстрації вчитель має можливість керувати пізнавальною діяльністю учнів, наголошувати на обставинах найважливіших для розуміння суті навчального матеріалу. Демонстрацій такого типу найбільше обов'язковому мінімумі, передбаченому програмою [9, с.77].

2. Для ілюстрації застосування вивчених фізичних явищ та теорій у техніці, технологіях та побуті. Демонстрація таких дослідів є необхідною не лише для ілюстрації зв'язків фізики з технікою, а й для підготовки учнів до життя в умовах сучасного суспільства. Ознайомлення з об'єктами технологічного характеру сприяє формуванню мотивації вчення фізики, дозволяє поглибити та систематизувати знання учнів про раніше вивчені фізичні явища [7, с. 128].

3. Для порушення та активізації пізнавального інтересу до фізичних явищ та теорій. Ефективний демонстраційний експеримент може бути своєрідним поштовхом до активної пізнавальної діяльності учнів, особливо якщо він має проблемний характер. (Наприклад, демонстрація плавання сталеві голки, яка лежить на поверхні води, створює проблемну ситуацію, що може бути покладено основою вивчення властивостей поверхневого шару рідини) [7, с. 129].

4. Для перевірки припущень, висунутих учнями під час обговорення навчальних проблем.

Демонстрація фізичних дослідів дозволяє вчителю керувати пізнавальною діяльністю учнів у процесі спостереження та вивчення фізичних явищ. З допомогою фізичного експерименту вирішують різні завдання. Це може бути спостереження фізичного явища, якісне чи кількісне вивчення методу дослідження, запровадження теорію, підтвердження висновків теорії, застосування фізичних законів практично.

Знання приладу передбачає:

- знання назви приладу та його основного призначення, принципу дії приладу та його основних вузлів;
- вміння на вигляд виділити даний прилад серед інших;
- знання технічних можливостей приладу, його експлуатаційних характеристик, допустимих режимів;
- вміння застосовувати прилад за призначенням та у поєднанні з іншими приладами, знання умов, що дозволяють отримати необхідний ефект;
- вміння виконувати найпростіший ремонт, робити заміну окремих деталей, налагоджувати прилад при відхиленнях від норми;
- вміння збирати установки відбиває ступінь володіння технікою демонстраційного експерименту.

Тут суттєвим є виконання вимог, які пред'являються до демонстраційних дослідів, та раціональне використання коштів, що забезпечують ефективність постановки досвіду. Практикою вироблено певні правила складання установок, якими доцільно керуватися. Вони зводяться до наступного:

- уявне конструювання установки, можливе креслення структурної схеми, блокового креслення розташування приладів, допоміжного малюнка;
- відбір конкретних приладів для цього досвіду;
- складання установки: розташування на демонстраційному столі приладів у певному логічному порядку, об'єднання елементів установки (як правило, установку збирають у похилій або вертикальній площині; прилади, що відображають суттєве у досвіді, повинні бути на передньому плані);
- перевірка здійсненості вимог, що висуваються до дослідів, з урахуванням можливостей різних засобів (при цьому необхідно переконатися, що установка добре проглядається з кожного місця класу);
- відпрацювання послідовності операцій, які необхідно виконувати при демонстрації досвіду (відпрацьовуючи операції, слід продумати текст, яким супроводжуватиметься експеримент);

– вміння демонструвати досліди, тобто. володіння методикою та технікою демонстраційного експерименту, охоплює різні сторони навчального процесу, включаючи діяльність вчителя та організацію пізнавального інтересу учнів.

При цьому експеримент може виступати у двох аспектах: при дедуктивному викладі матеріалу він виступає як критерій істини, підтверджує висновки теорії, при індуктивному підході є основним джерелом знань. І в тому, і в іншому випадку є щось спільне: на демонстраційному столі не повинно бути нічого зайвого, тобто не повинно бути ніяких приладів, приладдя, що не належать до цього досвіду; якщо демонстрація супроводжується кресленням, малюнком чи схемою (що найчастіше і буває), потрібно своєчасно співвіднести елементи креслення з приладами і деталями установки, причому елементи креслення потрібно розташувати так, як передбачається розмістити деталі установки [10, с. 61].

Під час демонстрації досвіду вчитель повинен перебувати за демонстраційним столом (за приладами); демонструвати досліди слід так, щоб не загороджувати руками деталі установки; при необхідності потрібно піднімати або повертати прилади, що демонструються; темп викладу при демонстрації може бути різним, порівняно швидким при поясненні установки та повільнішим при викладі сутності явища; паузи роблять тоді, коли акцентують увагу на тій чи іншій деталі установки, на тому чи іншому компоненті процесу, що розкривається; за результатами досвіду (можливо, частини досвіду) роблять чіткий та обґрунтований висновок; число дослідів диктується необхідністю якнайповніше розкрити сутність досліджуваного; як правило, буває достатньо двох-трьох дослідів [8, с. 54].

Таким чином, можна сформулювати загальні вимоги до демонстраційного експерименту в процесі навчання фізики.

1. З погляду діяльнісного підходу зовсім інші вимоги необхідно пред'являти демонстраційним дослідом під час уроків фізики. Якщо традиційно їх проводили для забезпечення вимог принципу наочності, то тепер експеримент

має стати засобом здобуття нових для школярів знань та розвитку їхнього мислення [5, с. 25].

2. У практиці викладання демонстраційний експеримент дуже часто використовується безсистемно та епізодично. Досліди зазвичай показують під час викладу нового матеріалу. Інші форми навчальних занять, на яких вирішуються конструкторські та дослідницькі завдання, застосовуються дуже рідко [5, с. 26].

3. Експериментальна підготовленість учнів перебуває в низькому рівні. Причинами цього є недостатній рівень самостійності учнів при проведенні демонстраційних дослідів конструкторського та дослідницького характеру та відсутність формування навичок та вмінь поводження з сучасним технічним обладнанням та фізико-технічними приладами.

4. У загальній структурі демонстраційних дослідів існує мало дослідів політехнічної спрямованості, відповідного виробничого оточення.

5. Матеріально-технічна база кабінетів фізики не відповідає сучасному рівню. Кабінети фізики потребують приладів загального користування, а також демонстраційних вимірювальних приладів. Розробка комплектів саморобного обладнання з найважливіших тем електродинаміки, і навіть у вдосконаленні типового шкільного устаткування є резервом у поповненні приладів [5, с. 26].

6. Розроблені демонстрації, поставлені на типовому шкільному устаткуванні, переважно показують якісну бік фізичного явища чи закономірності. Це стосується багатьох демонстраційних дослідів з електростатики, електромагнетизму. Для постановки кількісні демонстрації виникає необхідність застосування нових цифрових демонстраційних вимірювальних приладів [8, с. 81].

7. При вдосконаленні методики проведення демонстраційних дослідів з фізики необхідно враховувати психологічні особливості школярів та про те, що методика має бути максимально спрямована на розвиток творчих здібностей учнів.

Отже, методичними засадами проведення демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання є:

- використання онлайн-платформ для забезпечення доступної та бюджетної демонстрації, наприклад, віртуальні лабораторії Phet Interactive Simulations та Tinkercard; або готові відеодемонстрації, більшість з яких розташовані на відео-хостингах, такі, як YouTube;

- проведення онлайн-дemonстрацій, у випадку, коли вчитель проводить уроки, знаходячись в школі та має відповідне для цього обладнання;

- використання програм для інтерактивного моделювання та застосунків з доповненою та віртуальною реальністю; ці методи є новітніми, але менш розвиненими, оскільки є дорожчим у розробці.

## **3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ**

### **3.1 Організація і проведення педагогічного експерименту**

Педагогічний експеримент проводився на базі Кобижчанського закладу загальної середньої освіти I-III ступенів Бобровицької міської ради Ніжинського району Чернігівської області в двох групах 7 класу. Було створено дві групи: експериментальна (ЕГ) та контрольна (КГ). Контрольна група у якості демонстрацій спостерігали за відеодемонстраціями, які були відібрані з мережі Інтернет. Експериментальна група, як і контрольна, вивчали розділ «Взаємодія тіл. Сила», але для експериментальної групи використовувались цифрові засоби навчання, а саме перегляд готових відеодемонстрацій та використання цифрового комплексу Einstein, за допомогою якого проводились відповідні демонстрації та дослідження.

Організація цифрового лабораторного комплексу Einstein передбачає використання спеціального програмного забезпечення «Classroom Manager». Це програмне забезпечення відіграє вирішальну роль у безперебійному функціонуванні цифрового лабораторного комплексу, полегшуючи підключення всіх робочих пристроїв і зв'язуючи їх з головним комп'ютером.

Основні можливості програмного забезпечення «Classroom Manager» включають:

1. Профілі користувачів дають можливість створити окремі профілі для вчителя та кожного учня.
2. Можливість передачі файлів з робочого пристрою учня на основний пристрій вчителя.
3. Наявність функції чату для спілкування між вчителем і учнями (як публічного, так і приватного).
4. Можливість віддаленого підключення основного пристрої до інших.

5. Функція трансляції як для головного пристрою, так і для інших підключених пристроїв на всі монітори у локальній мережі.

Використання цих функціональних можливостей надає вчителю ряд інструментів для встановлення ефективної комунікації та моніторингу успішності учнів під час лабораторних і практичних занять. Вчителі можуть сприяти зворотному зв'язку, спостерігати за роботою здобувачів освіти на своїх пристроях і оперативно отримувати виконані завдання під час занять. Ця взаємодія в реальному часі покращує досвід навчання та забезпечує механізм для негайного оцінювання та підтримки.

Розглянемо приклад демонстраційного експерименту, який можна провести під час дистанційного уроку з фізики. Приклади інших розроблених демонстрацій наведені у Додатку В та Додатку Г.

*Демонстраційний експеримент:* Дослідження коливань нитяного маятника (7 клас).

*Мета роботи:* встановити залежність періоду і частоти коливань нитяного маятника від амплітуди коливань, ваги вантажу, довжини нитки.

*Обладнання:* штатив, нитка, кулі різної ваги, лінійка, фотоворота, АЦП (Аналогово-цифровий перетворювач, далі АПЦ) Einstein LabMate+, кабель підключення датчика, комп'ютер або телефон.

*Програмне забезпечення:* MiLab або Classroom Manager.

*Теоретична частина.* Нитяний маятник — система, що складається з тіла, підвішеного на довгій нерозтяжній нитці, розміри якого малі порівняно з довжиною нитки. Математична модель, що описує цю систему, називається математичним маятником. Амплітуда коливань – це найбільша відстань, на яку маятник відхилиться від положення рівноваги. Амплітуду позначають літерою  $A$  та вимірюють у метрах ( $m$ ). Період коливань – це інтервал часу, протягом якого тіло здійснює одне повне коливання. Період коливань позначають літерою  $T$ , одиниця вимірювання – секунда ( $s$ ). Частота коливань – це фізична величина, яка

показує кількість коливань за одиницю часу, є величиною, зворотною до періоду. Визначають частоту у Гц, або  $\frac{1}{c}$ , і позначають як  $\nu$

#### *Підготовка експерименту.*

Налаштування обладнання.

1. Поставити штатив на стіл і закріпити на ньому горизонтальну штангу.
2. Прикріпити нитку до вантажів (кульок). Довжину нитки підібрати відповідно до розміру вертикального стрижня.
3. Закріпити фоторота на вертикальній штанзі штатива так, щоб вантаж міг вільно проходити через затвор.
4. Підключити АЦП до комп'ютера або телефону і дочекатись, поки світлодіод загориться жовтим або зеленим.
5. Підготувати зошит для записів або відкрити на комп'ютері підготовлену таблицю для внесення результатів.

#### *Налаштування програмного забезпечення MiLab*

1. Запустити програму MiLab.
2. Натиснути кнопку на АЦП і зачекати, поки світлодіод почне блимати.
3. Підключити фоторота до АЦП за допомогою кабелю.
4. Після автоматичного розпізнавання датчика обрати фоторота у списку датчиків.
5. Вибрати у меню «Повне налаштування».
6. У вікні повних налаштувань вибрати частоту вимірювання 100 вимірювань за секунду, кількість 10000 і тривалість 10 секунд.

#### *Проведення експерименту.*

Для проведення вимірювання, коротким натисканням кнопки «Пуск» потрібно переконатись у правильному положенні фоторота. Перервіть світловий промінь фоторот, і у вікні графіка повинен з'явитися пік. Щоб зупинити програму, необхідно знову натиснути кнопку «Пуск».



1. Виміряйте довжину нитки від точки підвішування до точки кріплення вантажу. Також виміряйте розмір вантажу і розділіть його навпіл. Занесіть результати в таблицю 1.

2. Покладіть лінійку на фотоворота.

3. Відхиліть вантаж від положення рівноваги на 2 см. Виміряйте цю відстань за допомогою нерухомої лінійки.

4. Зняти навантаження і натиснути кнопку «Пуск».

5. Після запису даних повторіть це вимірювання, відхиливши кульку на 4, 6, 7, 10 см.

*Аналіз експериментальних даних.*

1. У меню виберіть робочу область – графічне вікно.

2. У меню історії виберіть перше вимірювання та перетягніть папку у щойно створене вікно.

3. У меню виберіть вкладку «Аналіз» і натисніть кнопку фотоворота.

4. У вікні, що з'явилося, виберіть такі пункти: Час, Маятник.

5. У вкладці, що з'явиться, буде рядок, що складається з даних вимірювань кожного коливання.

6. Визначити середнє значення періоду, округлене до сотих, і занести його в табл.3.1.

7. Обчисліть частоту коливань  $\nu$ . Введіть розрахункові значення в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Таблиця розрахунків №1

Номер досліджу	Довжина нитки $l$ (см)	Амплітуда коливань $A$ (см)	Період коливань $T$ (с)	Частота коливань $\nu$ (Гц)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

8. Зробіть висновки про залежність між періодом і частотою коливань та амплітудою коливань.

9. Після заповнення всіх таблиць запишіть отримані висновки.

### 3.2 Аналіз педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент мав на меті оцінити ефективність використання цифрового лабораторного комплексу Einstein у дистанційному навчанні фізики. Експеримент включав три основні етапи: констатувальний, формувальний і контрольний.

Завдання педагогічного експерименту:

1. Оцінити доцільність та ефективність використання цифрового лабораторного комплексу «Ейнштейн» для проведення демонстраційного експерименту на уроках фізики.

2. Оцінити ефективність розроблених методичних рекомендацій шляхом порівняння показника ефективності в контрольній групі на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Етапи педагогічного експерименту:

1. Констатувальний етап, який проводився для збору даних для розробки методичних рекомендацій і аналізу стану навчального процесу у ЕГ і КГ.

2. Формувальний етап, в якому в експериментальній групі демонстраційний експеримент впроваджувався за допомогою цифрового вимірювального комплексу Einstein.

3. Контрольний етап, в якому досліджувався стан пізнавальної активності учнів та мотивації до вивчення фізики, а також оцінено рівень засвоєння знань з теми серед учнів 7 класів.

Ефективність навчального процесу характеризуватимемо через якість знань (ЯЗ):

$$\text{ЯЗ} = (N_{10-12} + N_{7-9}) / N, * 100\%$$

Де  $N_{10-12}$ ,  $N_{7-9}$  – кількість оцінок 10-12 балів і 7-9 балів відповідно;

N – загальна кількість оцінок.

Для проведення експерименту ми розділили семикласників на дві групи:

– 7А клас – контрольна група;

– 7Б клас – експериментальна група.

Результати освоєння теми «Взаємодія тіл. Сила» представлені в табл.3.2.

Таблиця 3.2 – Якість знань засвоєної теми «Взаємодія тіл. Сила»

№ з/п	Група	10-12	7-9	3-6	1-2	Якість знань
1	КГ	5	7	9	3	44,44%
2	ЕГ	8	11	8	2	65,52%

З таблиці видно, що якість отриманих знань, що є показником ефективності освітнього процесу, в експериментальному класі (65,52 %) вища, ніж у класі, який займався традиційно (44,44%).

Вчитель, який хоче зробити свій урок ефективним, природньо прагнучим підвищення навчальної мотивації на ньому. Тому проведення педагогічного експерименту супроводжувалося діагностичними процедурами.

Дослідження було пов'язане з аналізом впливу цієї методики на мотивацію учнів до вивчення фізики. У ході проведення дослідно-експериментальної роботи застосовувалися такі способи збору даних для з'ясування рівня зацікавленості школярів до процесу навчання фізики (додаток Б):

– онлайн анкетування для дітей, у який впроваджувались розроблені методичні засади – ЕГ;

– онлайн анкетування для дітей, які займаються традиційно – КГ.

Методика складається із пропозицій та варіантів відповіді. Відповіді обираються відповідно до порядкового номера судження. Обробка здійснюється відповідно до ключа. Зміст тест-опитувача подано у (Додаток Б).

Обробка результатів проводиться відповідно до ключа (табл. 3.3), де «Так» означає позитивні відповіді (а або б), а «Ні» – негативні (в або г).

Таблиця 3.3 – Ключ тесту-опитування

Варіант	Номер запитання									
Так	1	2	5	6	8	11	12	14	17	19
Ні	3	4	7	9	10	13	15	16	18	20

За кожний збіг із ключем нараховується один бал. Розшифровані результати для обох груп позначені на рис. 3.1.

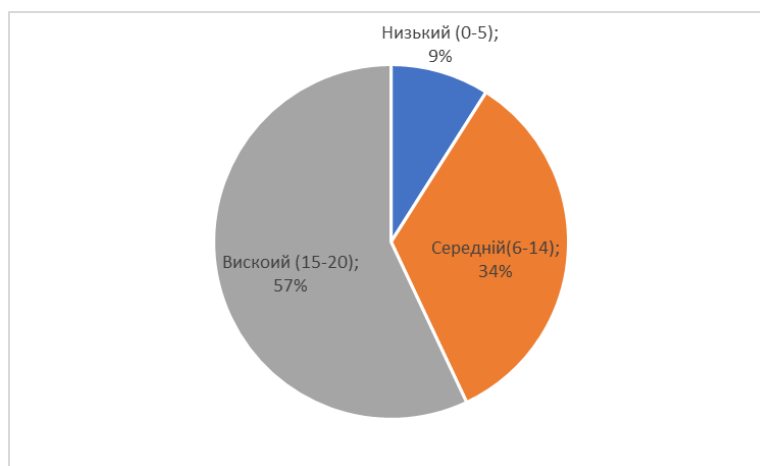


Рисунок 3.1 – Середній рівень мотивації вивчення фізики учнів ЕГ та КГ (бали)

Як видно з діаграми, мотивація до навчання фізики серед усіх учнів обох груп перебуває на досить прийнятному рівні: 57% – середній, 34% – високий та інші 9% – низький рівень.

Як видно з більш детального аналізу (рис. 3.2 – 3.3), учні експериментальної групи більш мотивовані: 34% школярів за результатами анкетування мають високий рівень мотивації і лише 6% – низький.

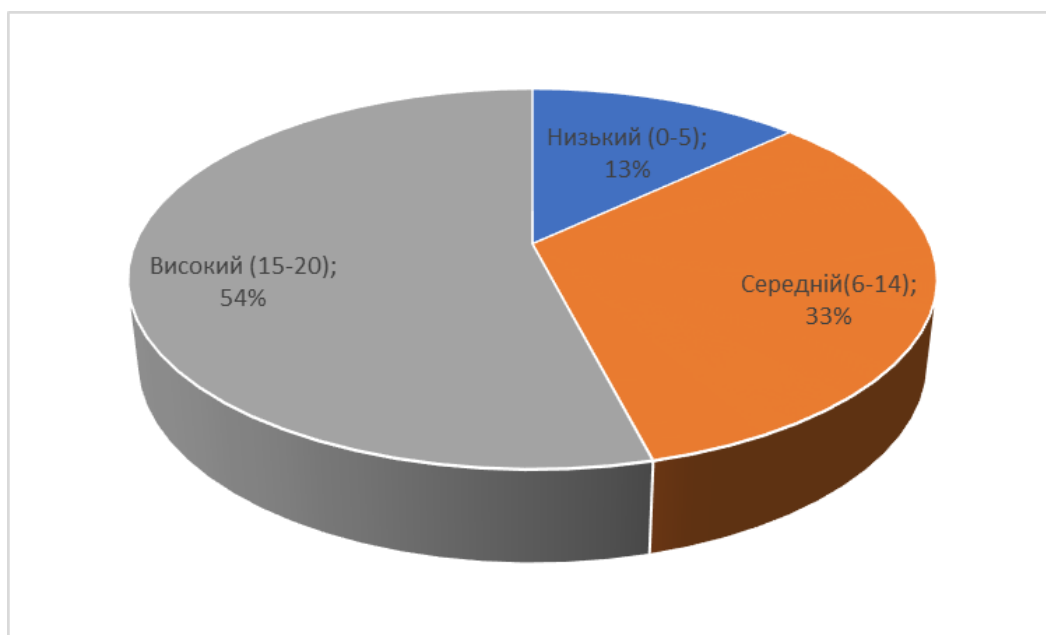


Рисунок 3.2 – Середній рівень мотивації вивчення фізики учнів КГ (бали)

У КГ низький рівень мотивації у 13% учнів, що набагато завищує середній рівень, що дорівнює 9%.

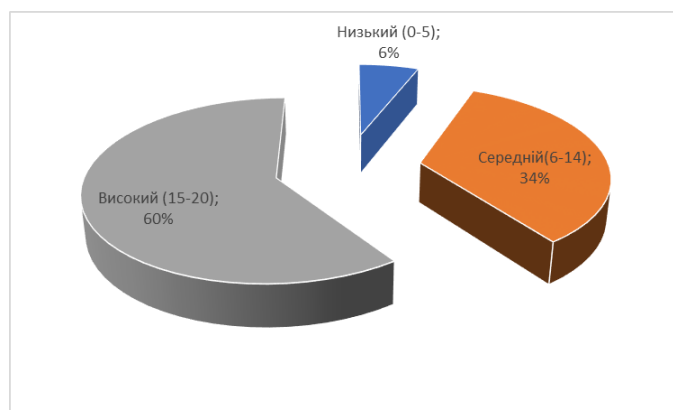


Рисунок. 3.3 – Середній рівень мотивації вивчення фізики учнів КГ (бали)

Варто зазначити, що й успішність з вивчення фізики у цій групі значно нижча, ніж у ЕГ: середній бал за чверть 8,1 та 9,6 відповідно.

Анкетування дозволяє порівняти результати мотивації учнів між класами, а й знайти резерв вдосконалення викладання фізики (рис. 3.4–3.5).

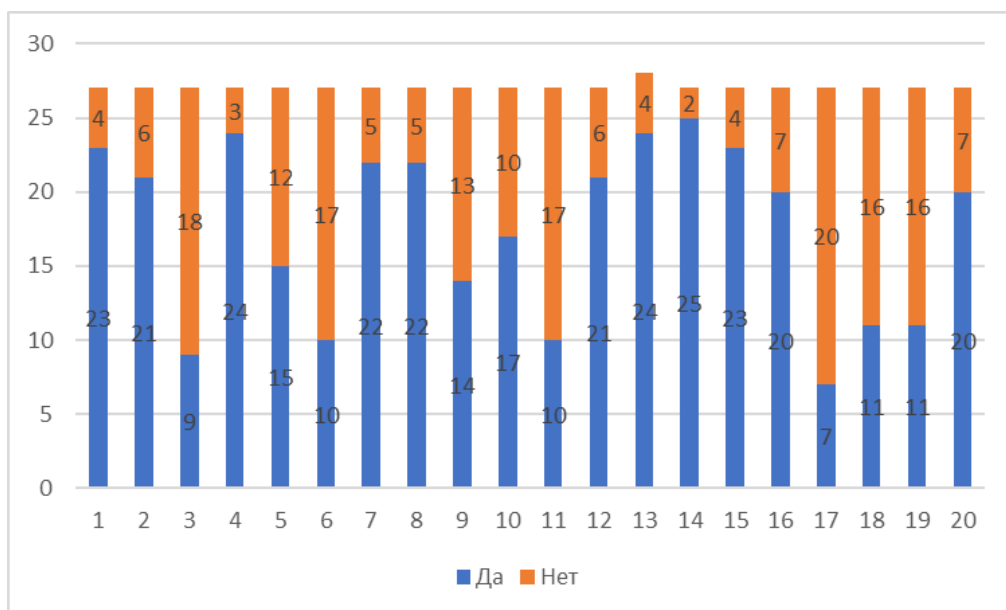


Рис. 3.4 – Відповіді на питання анкетування КГ с (%).

Так на перше твердження анкети (див. додаток Б) «Уроки з фізики дають мені можливість дізнатися багато важливого для себе, виявити свої здібності» майже 90% у ЕГ та 80% у КГ дали ствердну відповідь, і відповідно на шосте запитання «При вивченні фізики крім книг, журналів, Інтернет-ресурсів, рекомендованих вчителем, самостійно читаю додаткові джерела», лише 30% відповіли позитивно у КГ та майже 40% у ЕГ.

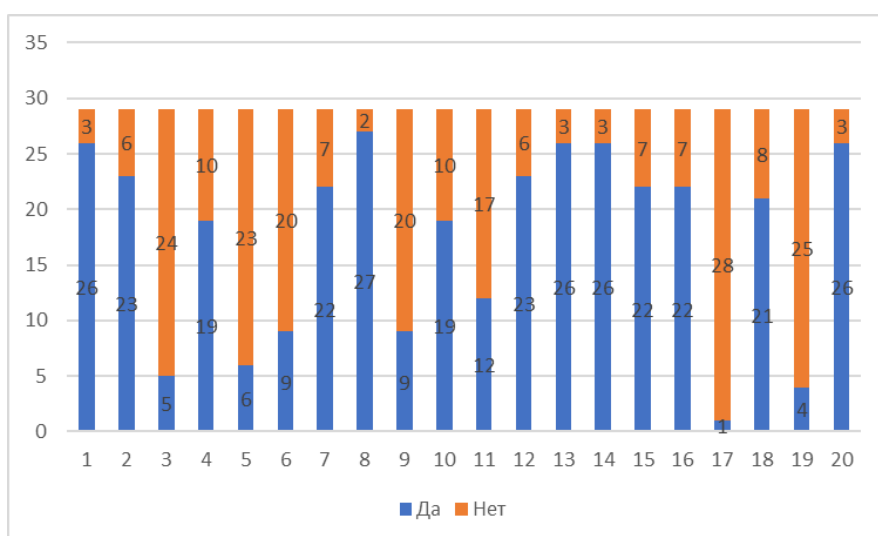


Рис. 3.5 – Відповіді на питання анкетування ЕГ (%).

Така різниця свідчить про недостатню внутрішню мотивацію школярів до уроків фізики в контрольній групі і порівняно з експериментальною, що є показником для вчителя вдосконалення своєї педагогічної майстерності та залучення нових інноваційних методів навчання.

Цікаво відзначити, що на двадцяте твердження анкети (див. додаток Б) «Якби було можна, то не відвідував би уроки з фізики, але батьки мене змушують їх відвідувати», майже 90% учнів КГ відповіли «так», у ЕГ цей показник нижчий – 70%. З цього можна дійти до висновку, що учні, які використовували у своєму навчанні розроблені методики найбільш мотивовані у навчанні фізики загалом.

Отже, під час проведення експериментальної роботи засвідчено ефективність методичних засад використання цифрового вимірювального комплексу для проведення демонстраційного експерименту; показано також, що використання демонстраційних експериментів у дистанційній освіті забезпечує підвищення мотивації до вивчення фізики.

## ВИСНОВКИ

Теоретичний аналіз наукової літератури з досліджуваної проблеми та проведення педагогічного експерименту з організації демонстраційних експериментів за дистанційної форми навчання фізики є підставою для наступних висновків:

1. Обґрунтовано важливість демонстраційного експерименту у шкільному курсі фізики та визначено особливості його проведення за дистанційної форми навчання. Процес демонстрації повинен являти собою безперервний логічний ланцюг, у якому явища послідовно описуються та пояснюються викладачем. За дистанційної форми навчання вчитель може використовувати різноманітні способи демонстрації фізичних явищ і процесів: готові відеодемонстрації, онлайн-симулятори та віртуальні лабораторії, цифрові лабораторні комплекси тощо.

2. Розроблено методичні засади використання цифрових вимірювальних комплексів, зокрема, цифрової лабораторії Einstein для проведення демонстраційних експериментів за дистанційної форми навчання. Наведено приклади дослідів, які виконуються за допомогою зазначеного засобу.

3. Доведено ефективність використання цифрових вимірювальних комплексів для проведення демонстраційного експерименту з фізики за дистанційної форми навчання. Педагогічним експериментом також доведено ефективність використання цифрового вимірювального комплексу Einstein для проведення демонстрацій з фізики під час вивчення теми «Взаємодія тіл. Сила» при, а також було засвідчено збільшення мотивації в учнів до вивчення фізики.

У перспективі ми плануємо розробити авторський комплекс демонстрацій, які можна впроваджувати у навчальний процес за дистанційної форми навчання фізики.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1 Андрусенко Н. Дистанційне навчання в Україні / Дистанційне навчання як сучасна освітня технологія: матеріали міжвузівського вебінару (м. Вінниця, 31 березня 2017 р.) / відп. ред. Л. Б. Ліщинська. Вінниця : ВТЕІ КНТЕУ, 2017. 102 с.
- 2 Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія. Київ : Атіка, 2018. 684 с.
- 3 Блощинський І. Г. Сутність та зміст поняття дистанційне навчання в зарубіжній та вітчизняній науковій літературі. Вісник Національної академії Державної прикордонної служби України. 2015. №. 3.
- 4 Богатиренко Ю., Гончаренко Т. До питання організації дистанційного навчання учнів фізики. *Пошук молодих*. Випуск 20: Збірник матеріалів Всеукраїнської студентської науково-практичної конференції «Інноваційні технології навчання природничо-математичних дисциплін у закладах загальної середньої та вищої освіти» (Херсон, 16 червня 2020 року.). Херсон: Видавництво ХДУ, 2020. 95 с.
- 5 Бутирський Г. А., Данюшенков В. С. Експериментальні завдання / Фізика у школі. 1995р. Вип 1. С. 24-27
- 6 В.Ф. Заболотний, А.В. Лаврова. Шкільний фізичний експеримент з використанням комп'ютерно орієнтованих засобів навчання / Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. педагогічна. 2023. Вип. 19. С. 82-85.
- 7 Виготський Л. С. Педагогічна психологія / За ред. В. В. Давидова. Київ, 2020. 536 с.
- 8 Вовоктруб В., Подопрігора Н. Удосконалення класифікації видів шкільного фізичного експерименту за змістом, метою і методами виконання. *Наукові записки*. Серія: Педагогічні науки. 2022. С. 175-178.
- 9 Вознюк Н. Ф. Підвищення ефективності навчального експерименту в курсі фізики середньої школи: Дис. ...канд. пед. наук. Київ, 2021. 169 с.

10 Галанін Д.Д., Горячкін Є. П., Жарков С. Н., Сахаров Д. І., Павша А. В. Фізичний експеримент у школі. Т. III. *Електрика*. Вид. 8-е, перероб. Київ. 2019. 403 с.

11 Гуржій А.М., Величко С.П., Жук Ю.О. Фізичний експеримент у загальноосвітньому навчальному закладі (організація та основи методики): навчальний посібник. Київ: ІЗМН, 2023. 303 с.

12 Заболотний В.Ф. Навчальний фізичний експеримент з використанням цифрової лабораторії Nova 5000 / Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія : Педагогічна. 2013. Вип. 19. С. 82-85.

13 М. В. Кіріков, А. М. Шитова Лабораторія навчального демонстраційного експерименту з фізики: навчальний посібник / Львів, 2019. 108 с.

14 Коляда І.Г Інформаційно-освітній простір сучасного суспільства: соціально-філософський аналіз : дис. ... канд. філос. наук : 09.00.03. Одеса, 2021. 218 с.

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

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

17 Навчальна програма з фізики для учнів 7-9 класів [Електронний ресурс]. Сайт Міністерства Освіти і науки України. Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>

18 Організація освітнього процесу в школах України в умовах карантину : аналітична записка / Київський університет ім. Бориса Грінченка. Київ, 2020. 76 с.

19 Освітній портал «На урок». [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://naurok.com.ua/>

20 Пасько О. О., Однорець Л. В. Фундаментальний фізичний експеримент у навчанні фізики : навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2021. 121 с.

21 Розвиток фізичних компетентностей у дослідницькій діяльності учнів : посібник для вчителя / укладач А. М. Северінова. Черкаси, 2017. 53 с.

22 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. 2023. №. 19. - С. 51-55.

23 Фізика. Підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів / Головка М., Засекін Д., Засекіна Т., Коваль В., Крячко І., Непорожня Л., Сіпій В. Київ.: Педагогічна думка, 2021. 248 с.

24 Фізика: підруч. для 7 класу закл.загал.серед.освіти / В. Бар'яхтар, С. Довгий, Ф. Божинова, Ю. Горобець, І. Ненашев, О. Кірюхін - 2-ге вид., перероб. Харків: Вид-во «Ранок», 2020. 256 с.

25 Фізика: підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів / П. Ф. Пшенічка, С. В. Мельничук. Чернівці : Букрек, 2021. - 248 с.

26 Як війна змінила життя українських дітей : Опитування. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: [https://gradus.app/documents/211/Children\\_Report\\_Gradus\\_28042022.pdf](https://gradus.app/documents/211/Children_Report_Gradus_28042022.pdf)

27 Організація освітнього процесу в школах України в умовах карантину : аналітична записка / Київський університет ім. Бориса Грінченка. Київ, 2020. 76 с.

28 Положення про дистанційне навчання, затверджене наказом МОН України від 25 квітня 2013 року №466. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z070313#n18>

29 Положення про дистанційну форму здобуття повної загальної середньої освіти від 08 вересня 2020 року №1115 . [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0941-20#Text>

30 Mozaik Education [Електронний ресурс] : [Веб-сайт] – Режим доступу: <https://www.mozaweb.com/uk/> (дата звернення 10.09.2023)

31 Андреев А. М., Тихонська Н. І. Методи розвитку в учнів експериментаторських умінь в умовах дистанційної форми навчання. *Педагогічні науки*, 2020. Випуск 90. С. 22-27. DOI: <https://doi.org/10.32999/ksu2413-1865/2020-90-4>

32 B-Pro: На допомогу вчителів: 5 практичних порад, як провести дослідну роботу в умовах дистанційного навчання. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://b-pro.com.ua/statti/poglyad-eksperta.-laboratorni-roboti-v-umovah-distancijnogo-navchannya>

33 Phet Interactive Simulations [Електронний ресурс] [Веб-сайт] – Режим доступу: <https://phet.colorado.edu/>

34 Герасименко І. Використання технологій дистанційного навчання. Вісник Національного університету Львівська політехніка. *Інформатизація вищого навчального закладу*. 2016. №. 853. С. 23-30.

35 Биков В. Ю., Богачков Ю. М., Пінчук О. О., Манако А. Ф, Вольневич О. І., Царенко В. О., Ухань П. С., Мушка І. В. Організація середовища дистанційного навчання в середніх загальноосвітніх закладах. Посібник. Наук. Ред. Ю. М. Богачков Київ.: Педагогічна думка, 2012. 160с.

36 Шаран Р. В. Провідні тенденції розвитку дистанційної освіти в Україні. Збірник наукових праць Хмельницького інституту соціальних технологій Університету Україна. 2012. №. 5. С. 220-224.

37 Лаврова, А.В. Перспективні напрями вдосконалення навчального фізичного експерименту в старшій школі: Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України, Київ, с. 161-163.

38 Савченко В. Ф., Бойко М. П., Дідович М. М., Закалюжний В. М., Руденко М. П. Навчальний фізичний експеримент (методичний практикум): навчальний посібник для студентів / заг. ред. В. Ф. Савченка. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2011. 540 с.

39 PISA (Programme for International Student Assessment) Ukraine [Електронний ресурс] [Веб-сайт] – Режим доступу: <http://pisa.testportal.gov.ua/>

40 Головка М. В. Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. Т. 47, вип. 3. С. 36-48. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN\\_2015\\_47\\_3\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ITZN_2015_47_3_6)

41 Пастух Д. О., Андреев А. М. Методичні засади використання демонстраційного експерименту за дистанційної форми навчання фізики. Збірник наукових праць студентів, аспірантів, докторанків і молодих вчених «Молода наука-2023»: у 5 т. / Запорізький національний університет. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. Т.3. с. 301-302.

42 Державна служба якості освіти України. Дослідження якості організації освітнього процесу в умовах війни у 2022/2023 навчальному році. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://sqe.gov.ua/wp-content/uploads/2023/04/yakist-osvity-v-umovah-viyny-web-3.pdf>

## ДОДАТОК А

## Результати вивчення теми «Взаємодія тіл. Сила»

№ з/п	Учні 7а класу (КГ)	Оцінка	№ п/а	Учні 7б класу (ЕГ)	Оцінка
1	Артемчук Є.	9	1	Бовкунович Н.	12
2	Баняс В.	4	2	Березюк М.	9
3	Бевзюк С.	3	3	Буряк Д.	11
4	Бовкунович А.	8	4	Горовий М.	5
5	Буцан В.	3	5	Гребеневич О.	8
6	Герасименко О.	5	6	Гурбич В.	4
7	Голота А.	3	7	Гуць О.	3
8	Гурин А.	7	8	Данильченко М.	10
9	Домарацька А.	2	9	Динник Г.	9
10	Іванов В.	н	10	Дяченко О.	8
11	Клітко В.	н	11	Імшенецький М.	11
12	Конон М.	9	12	Козаченко В.	6
13	Косенко Б.	8	13	Константинов К.	7
14	Курочка А.	7	14	Левченко В.	9
15	Мартиненко С.	10	15	Лісова А.	2
16	Нестеренко Р.	н	16	Малиновський Р.	5
17	Островецький П.	11	17	Михно М.	5
18	Павліченко Р.	4	18	Михно Р.	9
19	Патьола А.	12	19	Панчешний С.	8
20	Передерій Д.	3	20	Покормяко Я.	4
21	Покормяко М.	11	21	Пономаренко Ю.	11
22	Рогова В.	5	22	Романцева Д.	9
23	Сень В.	4	23	Ромашко А.	7
24	Ситник М.	2	24	Соколов Н.	5
25	Труш А.	8	25	Фельдман С.	12
26	Шостка І.	10	26	Чумак М.	9
27	Ярмоленко В.	2	27	Шевченко Ю.	11
			28	Шостка А.	5
			29	Ярошко К.	2
	Кількість «10-12»	5		Кількість «10-12»	8
	Кількість «7-9»	7		Кількість «7-9»	11
	Кількість «3-6»	9		Кількість «3-6»	8
	Незадовільно	3		Незадовільно	2
	Відсутні	3		Відсутні	0

## ДОДАТОК Б

### Анкета-опитування

Поставте свій варіант відповіді напроти номера висловлювання:

а) Правильно; б) Мабуть, правильно; в) Мабуть, не так; г) Невірно

1. Уроки фізики дозволяють мені дізнатися багато важливого для себе, показати свої здібності.

2. Займатися фізикою мені цікаво, і я прагну знати про цей предмет якнайбільше.

3. Займаючись фізикою, мені достатньо тих знань, які я отримую на уроках.

4. Навчальні завдання з фізики мені нецікаві, я їх виконую, тому що цього вимагає вчитель.

5. Проблеми, що виникають щодо фізики, роблять цей предмет мені ще цікавішим.

6. Під час вивчення фізики крім навчальних матеріалів, рекомендованих учителем, самостійно використовую додаткові джерела.

7. Вважаю, що важкі спеціальні теоретичні питання з фізики можна було б не вивчати.

8. Якщо щось не виходить при вивченні фізики, намагаюся зрозуміти та дійти до суті.

9. На уроках у мене часто буває такий стан, коли «зовсім не хочеться вчитися».

10. Активно працюю та виконую завдання лише під контролем вчителя.

11. Досліджуваний матеріал з цікавістю обговорюю у вільний час (у школі, вдома) зі своїми однокласниками, друзями.

12. Намагаюся самостійно виконувати завдання, не люблю, коли мені підказують.

13. Наскільки можна намагаюся попросити когось виконати завдання мені.

14. Вважаю, що всі знання є цінними і по можливості потрібно знати про фізику та фізичні явища якнайбільше

15. Оцінка для мене важливіша, ніж знання.

16. Якщо я погано підготовлений(а), то особливо не засмучуюсь і не переживаю.

17. Мої інтереси та захоплення у вільний час пов'язані з фізикою.

18. Цей вид діяльності дається мені важко, і мені доводиться змушувати себе виконувати навчальні завдання.

19. Якщо через хворобу (або інші причини) я пропускаю уроки, то мене це засмучує.

20. Якби можна було, то не відвідував(ла) би уроки з фізики, але батьки мене змушують їх відвідувати.

Дякуємо за участь в опитуванні!



## ДОДАТОК В

### Демонстраційний експеримент: Вивчення 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.

#### Теоретичні основи

При малих пружних деформаціях виконується закон Гука: сила пружності прямо пропорційна переміщенню тіла і напрямлена в бік, протилежний деформації. Величина сили пружності розраховується за формулою:

$$F=kx$$

де:

$F$  – сила пружності,

$k$  – жорсткість тіла (постійна пружини),

$x$  – переміщення тіла.

#### Підготовка експерименту

1. Поставте штатив на стіл і надійно закріпіть горизонтальну штангу.
2. Прикріпіть датчик сили до стержня та закріпіть пружину, жорсткість якої ви визначите.
3. Встановіть датчик відстані внизу приміщення.
4. Підключіть АЦП до входу USB на вашому ПК (зачекайте, поки світлодіод не загориться жовтим або зеленим).
5. Підготуйте зошит або відкрийте на ПК підготовлену таблицю і занесіть до неї результати.

Налаштування програмного забезпечення MiLab:

1. Запустіть програму (ярлик на робочому столі).
2. Натисніть кнопку на АЦП і дочекайтеся, поки світлодіод стане білим.
3. Коли в лівій частині програми з'явиться список вбудованих датчиків, підключіть датчик сили та відстані до АЦП за допомогою кабелю.
4. Після автоматичного розпізнавання датчиків виберіть датчики сили та відстані зі списку.
5. Виберіть повні налаштування внизу меню.
6. Після появи вікна з повними налаштуваннями вручну виберіть частоту вимірювань і встановіть кількість вимірювань 10.

### Проведення експерименту

1. Почати вимірювання: натисніть кнопку вимірювання в програмному забезпеченні MiLab, щоб почати запис даних.
2. Виправте навантаження на пружину, прикріпіть вантаж до пружини.
3. Запишіть вимірювання:
  - Натисніть кнопку вимірювання ще раз, щоб записати дані.
  - Повторіть ці дії для всіх доступних навантажень, переконавшись, що враховано різні значення навантаження.
4. Дотримуйтеся мінімальної відстані. Продовжуйте експеримент, поки відстань між вантажем і датчиком відстані не стане принаймні 20 см.
5. Зупинити експеримент: якщо кількість вимірювань сягає не менше 10, припиніть експеримент.
6. Введення даних: отримані результати занести в табл. В.1.

Таблиця В.1 - Розрахункова таблиця для пружини 1

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

7. Повторіть для інших пружин:

- Повторіть описані вище дії для пружин із різними значеннями жорсткості.

- Задokumentуйте результати окремо в табл. В.2 і В.3 для кожної пружини.

Таблиця В.2 – Розрахункова таблиця для пружини 2

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

Таблиця В.3 – Розрахункова таблиця для пружини 3

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

### Аналіз експерименту

1. Обчисліть значення жорсткості для кожного вимірювання на основі записаних даних.
2. Отримані значення жорсткості занести в табл. В.1.
3. Обчисліть середнє значення жорсткості першої пружини та запишіть його в табл. В.2.
4. Повторіть попередні розрахунки для інших пружин, задокументувавши середні значення жорсткості у відповідних таблицях.
5. Висновок:  
У висновках підведіть підсумки виконаної роботи. Дати уявлення про зв'язок між силою пружності та подовженням пружини. Проаналізуйте закономірності, які спостерігаються в даних.

## ДОДАТОК Д

### Демонстраційний експеримент: 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 частинок цих тіл. Процес вирівнювання температури називається теплообміном. Відповідно до закону збереження енергії, кількість теплоти, відданої нагрітому тілу, і отриманої холодним тілом має бути рівною. На цій основі записується рівняння теплового балансу:  $Q_1=Q_2$ , де  $Q_1$  — кількість теплоти, яку віддає нагріте тіло  $Q_2$  — кількість теплоти, яку отримує холодне тіло.

#### *Підготовка експерименту*

1. Налаштування: Розмістіть два калориметри на столі в контрольованому середовищі.

2. Холодна вода: Відміряйте та налейте точно 50 мл холодної води в один із калориметрів за допомогою мірного циліндра. Запишіть масу води у призначену табл. Д.1.

Таблиця Д.1 – Розрахункова таблиця

$m_1$ ( кг)	$m_2$ (кг)	$t_1$ (С)	$t_2$ (С)	$t_3$ (С)	$Q_1$ (Дж)	$Q_2$ (Дж)	$\Delta Q$ (Дж)

3. Гаряча вода: В інший калориметр налейте рівну кількість гарячої води. Запишіть масу гарячої води  $m_1$  у таблицю.

4. Розміщення датчика температури: Закрийте кришку кожного калориметра, забезпечивши герметичність середовища. Помістіть датчик температури в кожен калориметр.

5. Підключіть АЦП: Встановіть з'єднання між аналого-цифровим перетворювачем (АЦП) і USB-входом на вашому ПК.

6. Підключіть датчик температури: Підключіть датчик температури до АЦП, щоб полегшити збір даних.

7. Ведення записів: Підготуйте таблицю або у фізичному блокноті, або на своєму ПК, щоб систематично записувати результати експерименту.

Цей підготовчий етап забезпечує точне вимірювання мас води, правильне розміщення датчиків температури та встановлення необхідних з'єднань для збору даних. Ретельне виконання цих кроків має вирішальне значення для отримання надійних і послідовних результатів під час експерименту.

#### *Налаштування програмного забезпечення MiLab:*

1. Запустіть MiLab: Запустіть програму MiLab, вибравши відповідний значок на робочому столі.

2. Активуйте АЦП: Натисніть кнопку на аналого-цифровому перетворювачі (АЦП), доки світлодіод не почне блимати.

3. Повне налаштування: Виберіть «Повне налаштування» внизу вікна програми.

4. Вибір датчика температури: у вікні налаштування виберіть датчик температури для збору даних.

5. Параметри вибірки: Виберіть автоматичну вибірку з частотою вимірювання 1 вимірювання на секунду. Встановіть кількість вимірювань 1000.

6. Мінімальні налаштування: Виберіть Мінімальні налаштування для конфігурації.

Ця конфігурація в MiLab забезпечує належне налаштування для збору даних датчика температури під час експерименту.

### *Проведення експерименту*

1. Почати збір даних: Натисніть кнопку «Пуск» у програмі MiLab, щоб розпочати збір даних.

2. Змішування води: Після 20 секунд збору даних відкрийте кришки калориметрів. Швидко налейте гарячу воду в калориметр з холодною водою.

3. Процес змішування: Закрийте кришку калориметра зі змішаною водою та енергійно струсіть, щоб забезпечити ретельне змішування.

4. Запис даних: Дозвольте програмі MiLab завершити процес запису даних.

Цей набір кроків забезпечує контрольований і точний експеримент, починаючи з налаштування програмного забезпечення для збору даних про температуру та завершуючи систематичним змішуванням гарячої та холодної води під час запису відповідних даних у режимі реального часу.

### *Аналіз експериментальних даних*

1. Виберіть графік, що відповідає калориметру, наповненому гарячою водою.

2. Введіть значення температури гарячої води  $t_2$  в таблицю.

3. Виберіть графік, що відповідає калориметру холодної води.

4. Запишіть у таблицю початкову температуру холодної води  $t_1$ .

5. Записати значення температури після змішування двох порцій води з різною температурою  $t_3$ .

6. Обчисліть тепло, що виділяється гарячою водою:

$$- Q_1 = c_v m_2 (t_1 - t_3), \quad c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}, \quad m_2 - \text{ маса гарячої води.}$$

7. Обчисліть тепло, отримане холодною водою:

$$- Q_2 = c_v m_1 (t_3 - t_1), \quad c = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}, \quad m_1 - \text{ маса гарячої води.}$$

8. Введіть обчислені значення в таблицю:

– Введіть обчислені значення у відповідні рядки таблиці.

9. Обчисліть втрати тепла:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2$$

10. Введіть теплові втрати в таблицю:

– Запишіть розраховане значення тепловтрат у таблицю.

11. Узагальніть результати та зробіть висновки:

Проаналізуйте результати досліду та зробіть висновки щодо теплообміну при змішуванні води з різними температурами.