

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра загальної та прикладної фізики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ
КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ У
ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ»

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.0149-ф
спеціальності 014 Середня освіта
(шифр і назва спеціальності)

предметної спеціальності 014.08 Середня освіта (Фізика)
(шифр і назва спеціальності)

Л.В. Колісніченко

(ініціали та прізвище)

Керівник професор кафедри загальної та прикладної
фізики, доктор пед. наук, Іваницький О.І.

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

Рецензент доцент кафедри комп'ютерних наук, доцент,
канд. пед. наук Пшенична О.С.

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____ 15.06.2020 _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Розробка плану роботи.	21.06.20	
2.	Збір вихідних даних.	29.06.20	
3.	Обробка методичних та теоретичних джерел.	8.07.20 - 6.08.20	
4.	Розробка першого та другого розділу.	2.09.20 – 2.10.20	
5.	Розробка третього розділу.	5.10.20 - 23.10.20	
6.	Оформлення та нормоконтроль кваліфікаційної роботи.	9.11.20	
7.	Захист кваліфікаційної роботи.	17.12.20	

Студент _____
(підпис)

Л. В. Колісниченко _____
(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

О. І. Іваницький _____
(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____
(підпис)

Н. І. Тихонська _____
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота магістра «Формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики»: 75 с., 19 рис., 6 табл., 2 додатки, 41 джерело.

ФОРМУВАННЯ, КОМПЕТЕНТНІСТЬ, ЦИФРОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ, ЦИФРОВА КОМПЕТЕНТНІСТЬ УЧНЯ, ЦИФРОВІ ЗАСОБИ НАВЧАННЯ, СТАРША ШКОЛА, ПРОЦЕС НАВЧАННЯ ФІЗИКИ.

Об'єкт дослідження: процес навчання фізики в старших класах закладів середньої освіти.

Мета дослідження: обґрунтування та апробація методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Методи дослідження: теоретичні, емпіричні.

Обґрунтовано цілі, зміст, форми, методи, засоби формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики та експериментально перевірено ефективність методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

SUMMARY

Master's Qualification Thesis «Formation of Digital Competence of High School Students in the Process of Teaching Physics»: 75 pages, 19 figures, 6 tables, 2 supplements, 41 references.

FORMATION, COMPETENCE, DIGITAL COMPETENCE, DIGITAL COMPETENCE OF THE STUDENT, DIGITAL MEANS OF TEACHING, HIGH SCHOOL, THE PROCESS OF TEACHING PHYSICS.

The object of research is the process of teaching physics in senior classes of secondary education.

The aim of the research: substantiation and approbation of the methodical system of formation of digital competence of high school students in the process of teaching physics.

The method of research is theoretical, empirical.

Justifies the goals, content, forms, methods, means of forming digital competence of high school students in the process of teaching physics and experimentally tested the effectiveness of the methodical system of forming digital competence of high school students in the process of teaching physics.

ЗМІСТ

Завдання на кваліфікаційну роботу.....	2
Реферат.....	4
Summary.....	5
Вступ.....	7
1 Теоретичні засади формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.....	10
1.1 Аналіз базових понять дослідження.....	10
1.2 Психолого-педагогічні основи формування цифрової компетентності учнів.....	16
2 Методичні засади формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.....	23
2.1 Методична система формування цифрової компетентності учнів...23	
2.2 Методика застосування мобільних пристроїв, цифрових комплексів та офісних програм у процесі вивчення фізики.....	36
2.3 Методика використання мережі Інтернет у процесі навчання фізики.....	49
3 Експериментальна перевірка ефективності методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.....	58
3.1 Організація педагогічного експерименту.....	58
3.2 Результати педагогічного експерименту.....	62
Висновки.....	68
Перелік посилань.....	70
Додаток А Анкета для оцінювання рівня сформованості цифрової компетентності учнів.....	74
Додаток Б Анкета для оцінювання рівня мотивації учнів на формувальному етапі експерименту	75

ВСТУП

Інтеграція країни до Європейського співтовариства, підвищення її конкурентоспроможності, розвиток економіки та промисловості неможливі без підготовки висококваліфікованих, компетентних молодих спеціалістів, які здатні підвищувати свою кваліфікацію протягом всієї трудової діяльності. Важливе місце для підготовки такої молоді відводиться загальноосвітнім навчальним закладам. Згідно із концепцією Нової української школи та Державним стандартом базової та повної загальної середньої освіти, учні повинні оволодіти рядом ключових компетентностей: спілкування державною та іноземними мовами, математичною, загальнокультурною, екологічною грамотністю, компетентністю в природничих науках і технологіях, цифровою, соціальною і громадянською, підприємницькою та умінням навчатися впродовж життя. Отже, вдосконалення існуючих та пошук ефективних і в той же час оптимальних засобів та методів формування в учнівської молоді як усіх, так і окремих ключових компетентностей, зокрема цифрової компетентності, є першочерговим завданням педагогічної науки.

Узагальнення наукових публікацій та нормативно-правових документів з дослідження питання формування компетентностей учнів в умовах STEM-освіти засвідчує, що ця проблема відображена в таких напрямках: особливості вивчення фізики в умовах STEM-освіти (О. Костельова, О. Кузьменко, Н. Ярмолович та ін.), формування цифрової компетентності учнів (О. Ліскович, І. Бондаренко та ін.). Незважаючи на те, що дослідження в даній проблемі ведуться багатьма дослідниками, питання формування цифрової компетентності учнів старших класів в умовах STEM-освіти у процесі навчання фізики залишається недостатньо дослідженою й актуальною, тому в якості теми кваліфікаційної роботи ми обрали

«Формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики».

Проблема дослідження витікає із низки суперечностей, зокрема:

- відбувається тотальна цифровізація закладів середньої освіти, в той же час вчителі фізики мало уваги приділяють цифровим засобам навчання;
- між необхідністю формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики та відсутністю навчально-методичного забезпечення цього процесу.

Мета дослідження: обґрунтування та апробація методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання дослідження:

- здійснити аналіз філософської психолого-педагогічної та методичної літератури з метою встановлення стану вирішення проблеми дослідження;
- уточнити поняття «компетентність», «цифрова компетентність учня», «цифрові засоби навчання фізики»;
- обґрунтувати цілі, зміст, форми, методи, засоби формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики;
- експериментально перевірити ефективність методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Об'єкт дослідження: процес навчання фізики в старших класах закладів середньої освіти.

Предмет дослідження: методична система формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Методи дослідження:

- теоретичні: аналіз, синтез, індукція, дедукція, абстрагування, порівняння, моделювання;

- емпіричні: опитування вчителів та учнів (анкетування), педагогічний експеримент, контент-аналіз, спостереження за діяльністю учня на уроках фізики.

Наукова новизна дослідження: у кваліфікаційній роботі обґрунтовується авторська методична система формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики. Розроблено цілі відповідного формування, визначено його зміст, запропоновано форми, методи і засоби формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Практичне значення дослідження:

Апробація роботи: кваліфікаційна робота була апробована на конференції «Молода наука-2020», яка проходила в Запорізькому національному університеті 17 квітня 2020 року. Опубліковано тези в матеріалах конференції.

Кваліфікаційна робота доповідалась на науково-методичному семінарі кафедри загальної та прикладної фізики (Протокол №3 від 09.11.2020 р.) і отримала позитивну оцінку.

Структура кваліфікаційної роботи: робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаної літератури та додатків, її обсяг складає 75 с. Робота містить 19 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки, 41 джерело.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

1.1 Аналіз базових понять дослідження

Одним із головних завдань дослідження є визначення критеріїв, показників та рівнів сформованості цифрової компетентності учнів. Тож потрібно провести аналіз ключових понять, таких як «формування», «компетентність», «цифрова компетентність».

Термін «формування» у довідковій літературі трактується як дія за значенням дієслова «формувати»; формувати – надавати чому-небудь форму, вид; організовувати, складати, створювати [1].

В. А. Сластьонін пояснює термін «формування» як процес оволодіння сукупністю стійких властивостей та якостей особистості [2].

У педагогічній освіті останнім часом активно обговорюється питання вдосконалення системи освіти шляхом застосування компетентнісного підходу. Але, незважаючи на зростаючу популярність методу, вчені та науковці не змогли однозначно визначити поняття «компетенція», «компетентність» та «компетентнісний підхід».

Наприклад, «компетенція» трактується як:

1. «...система базових характеристик, які визначають професійний успіх і можуть бути описані в термінах поведінки» [3, с. 82];
2. у перекладі з латини «означає коло питань щодо яких людина добре обізнана, пізнала їх і має досвід» [1, с. 97];
3. «загальна здатність, яка ґрунтується на знаннях, досвіді, цінностях і нахилах, котрі набуті під час навчання» [4, с. 30];

4. «готовність учня використовувати засвоєнні знання, уміння і навички, а також способи його діяльності в житті для вирішення практичних і теоретичних завдань» [5, с. 61];

5. «сукупність взаємопов'язаних якостей особистості (знань, умінь, навичок, способів діяльності), які ставляться відносно певного кола предметів і процесів необхідних, щоб якісно та продуктивно діяти щодо них» [6, с. 60].

6. «освітній результат, який виявляється в підготовленості випускника, у реальному володінні ним методами та засобами діяльності, у можливостях впоратися з поставленими завданнями; форма поєднання знань, умінь і навичок, яка дозволяє ставити й досягати мети в перетворенні довкілля» [7, с. 139];

7. «...відчужена від суб'єкта, наперед задана соціальна норма (вимога) до освітньої підготовки» [8, с. 409];

8. «професійно-статусна можливість щодо здійснення людиною державних, соціальних і особистісних повноважень у професійній діяльності» [9, с. 23].

Поняття «компетенція» та «компетентність» були предметом наукових досліджень багатьох науковців. Найвідоміші праці російських та українських учених-педагогів В. І. Байденко, Н. М. Бібік, І. О. Зимньої, Н. В. Кузьміної, А. В. Хуторського, А. К. Маркової, О. В. Овчарук, О. І. Пометун, Г. К. Селевко.

Як відомо, в науковому вжитку поруч з поняттям „компетенція» вживається й «компетентність», які набувають синонімічного значення або розходяться змістовно (це закладено у 60-х роках ХХ ст.). Варто зауважити, що в англійській мові вони є синонімами, що створює певну плутанину у зв'язку з непослідовним їх використання (вкладання в поняття «компетенції» функціонального (competence), але використання у поведінковому значенні – competencies (Snyder і Ebeling, 1992). Зарубіжні науковці також використовують термін «competency», говорячи про професійні компетенції

(Voam и Sparrow, 1992; Mitrani з співавт., 1992; Smith, 1993), або розглядають другий термін як синонім (Brown, 1993, 1994) [10, с. 15].

Термін «компетентність» також має декілька визначень:

1. «...здатність до здійснення практичної діяльності, що потребує наявності понятійної системи і, отже, розуміння, відповідного типу мислення, які дозволяють оперативно вирішувати завдання та проблеми, що виникають» [11, с. 231];

2. складна інтегрована характеристика особистості, під якою розуміється сукупність знань, умінь, навичок, а також досвіду, що разом дає змогу ефективно провадити діяльність або виконувати певні функції, забезпечуючи розв'язання проблем [12, с. 18];

3. результат набуття компетентності, «на відміну від компетенції передбачає особистісну характеристику, ставлення до предмета діяльності» [8, с. 409];

4. «...не тільки професійні знання, навички і досвід у спеціальності, але й ставлення до справи, визначені (позитивні) схильності, інтереси і прагнення, здатність ефективно використовувати знання й уміння, а також особистісні якості для забезпечення необхідного результату на конкретному робочому місці в конкретній робочій ситуації» [13, с. 96];

5. «підготовленість (теоретична, практична, особистісна, психологічна тощо) до здійснення певної професійної діяльності та наявність професійно важливих якостей фахівця, які сприяють цій діяльності» [14, с. 6];

6. «...інтегральна якість особистості, яка виявляється в її загальній здатності та готовності до діяльності, що ґрунтується на знаннях і досвіді, набутих у процесі навчання і соціалізованих та орієнтованих на самостійну й успішну участь у діяльності» [7, с. 139];

7. «...володіння людиною відповідною компетенцією, яка включає її особистісне ставлення до цієї компетенції й предмета діяльності» [5, с. 60].

Не слід протиставляти компетентності знання, уміння та навички. Поняття компетентності значно ширше від цих понять, тому що воно містить

їх у собі, попри те, що вони є поняттям іншого порядку. Крім знань, умінь та навичок, компетентність охоплює систему ціннісних орієнтацій, звички, і тому формується не лише в навчальному закладі, але й під час трудової діяльності, спілкування тощо.

Таке трактування компетентності закріплено у нормативних документах, зокрема, у Законах України «Про вищу освіту» (2014 р., зі змінами) та «Про освіту» (2017 р., зі змінами): «Компетентність - динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [15]. Це визначення показує, що крім знань, умінь і навичок, компетентність містить і способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості. Важливо підкреслити, що ми схилиємося до думки, що компетенція є передбачуваним бажаним результатом навчання і є однаковою для всіх учасників навчального процесу, тоді як компетентність є особистісним надбанням, притаманним даній конкретній людині, яке вона одержала у процесі оволодіння компетенцією.

Також відзначимо, що у всіх нормативних документах останніх років (Закони України «Про вищу освіту», «Про освіту», «Про загальну середню освіту» та ін.) термін «компетенція» не застосовувався, на відміну від терміну «компетентність», який став домінуючим.

Не було знайдено й одностайного підходу до розуміння поняття «компетентнісний підхід»:

1. «...спрямованість освітнього процесу на формування та розвиток ключових (базових, основних) і предметних компетентностей особистості» [8, с. 64];

2. «компетентнісний підхід висуває на перше місце не поінформованість, а вміння вирішувати проблеми» [16, с. 10];

3. «...означає поступову переорієнтацію домінуючої освітньої парадигми з переважаючою трансляцією знань, формуванням навичок створення умов для оволодіння комплексом компетенцій, які означають

потенціал, здатність до виживання і стійкої життєдіяльності в умовах сучасного багаточинникового соціально-політичного, ринково-економічного, інформаційно і комунікаційно насиченого простору» [7, с. 138];

4. «...особливості навчання на основі компетентності: навчання кореговане на вихідних результатах, а не на вхідних; враховується переважно здатність виконання практичних завдань, але беруться до уваги і знання; навчання у виробничих умовах» [13, с. 98-99].

У загальному розумінні «підхід» означає сукупність прийомів, способів, використаних для впливу на будь-кого, вивчення будь-чого, здійснення вправ [17].

Компетентнісний підхід виводить на першу позицію не проінформованість, а вміння вирішувати проблеми, які виникають під час пізнання та усвідомлення природних та соціальних явищ, освоєння сучасної техніки та технологій, взаємин з іншими людьми, у повсякденному житті під час виконання соціальних ролей тощо.

Перш ніж звернутися до ключового поняття нашого дослідження «цифрова компетентність», звернемося до терміну «цифровізація». На державному рівні затверджена «Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020», у якій дається визначення цифровізації як «насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що фактично уможливорює інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний простір» [18]. Поняття «цифровізація освіти» ще не набуло свого єдиного розуміння і тлумачення. Його розглядають і як інструмент ефективної доставки інформації та знань учнів, і як інструмент створення навчальних матеріалів, і як інструмент ефективного способу навчання, і як засіб побудови нового освітнього середовища [19].

Щодо тлумачення поняття «цифрової компетентності» загальне визначення дається Г. Солдатовою та О. Рассказовою: «...заснована на безперервному оволодінні компетенціями (знання, вміння, мотивація,

відповідальність) здатність індивіда впевнено, ефективно, критично і безпечно вибрати і застосовувати інфокомунікаційні технології в різних сферах життєдіяльності (інформаційне середовище, комунікації, споживання, техносфера), а також його готовність до такої діяльності» [20, с. 29].

О. Іваницький, розглядаючи формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики, спирається на розуміння цього поняття, що дається в «Рамці цифрової компетентності», розробленої Європейською комісією, та виділяє у структурі цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики в якості її складових інформаційну та медіакомпетентність, комунікативну та технічну компетентності [21].

За визначенням В. Бикова, «цифрова компетентність» спирається на базові навички в галузі ІКТ: використання комп'ютерів для отримання, збору, обробки, оцінки, зберігання та обміну інформацією, а також спілкування в мережі Інтернет.

Серед науковців, у більшості випадків використовується синонімічно два терміни: «цифрова компетентність» (digital competence) і «цифрова грамотність» (digital literacy).

Як стверджує В. Биков, у обох випадках володіння цифровою грамотністю або компетентністю передбачає «впевнене та критичне використання доступних технологій інформаційного суспільства для повсякденного спілкування, роботи та відпочинку» [22].

Підсумовуючи численні дослідження цифрової компетентності, відзначимо поступову еволюцію понять інформаційна компетентність, інформаційно-комунікаційна компетентність, інформаційно-цифрова компетентність, цифрова інформаційна компетентність, цифрова компетентність. Власне, йдеться про синоніми поняття «цифрова компетентність», але зміст цих понять залежно від того, коли саме вони застосовувалися, поступово змінювався з розвитком комп'ютерної техніки, засобів комунікації, Інтернету, мобільних пристроїв та гаджетів (від WEB 1

до WEB 3), набуваючи сучасного його розуміння і усталюючись у терміні «цифрова компетентність».

На підставі численних досліджень цифрової компетентності, дамо визначення цифрової компетентності учня закладу середньої освіти як його динамічної здатності доцільно, критично і безпечно у процесі навчальної діяльності обирати цифрові ресурси, керувати ними та застосовувати у процесі навчання.

1.2 Психолого-педагогічні основи формування цифрової компетентності учнів

Процес інформатизації освіти швидко рухається вперед, і у школи немає іншого виходу, крім як відповідати вимогам інформаційного століття. Застосування комп'ютерів у всіх сферах людської діяльності, розвиток мережових технологій, породжує нові проблеми і дає імпульс до розвитку нових областей дослідження. Вивчення психологічних і педагогічних аспектів взаємодії учня і комп'ютера, а також пошук ефективних методів застосування цифрових технологій в освіті набувають особливої актуальності і значущості в даний час.

Сьогодні в центрі уваги школи стоїть учень, його інтереси. Учень повинен активно включатися в процес навчання і перестати бути об'єктом впливу. Великі можливості для реалізації цього важливого завдання закладені в використанні цифрових технологій в старшій школі [23].

Впровадження цифрових технологій в роботу вчителя старших класів сприяє поліпшенню якості навчання, збільшення доступності освіти, забезпечення гармонічного розвитку особистості учня, що орієнтується в цифровому просторі.

Використання інформаційних технологій в навчальному процесі старшої школи дозволяє не тільки модернізувати його, підвищити

ефективність, мотивувати учнів старших класів, а й диференціювати процес навчання з урахуванням індивідуальних особливостей кожного учня.

Аналіз сучасних досліджень показав, що проблеми впровадження цифрових технологій в процес навчання в старшій школі не приділяється належної уваги, внаслідок чого виникають проблеми психолого-педагогічного характеру при навчанні на основі цифрових технологій [24].

До психолого-педагогічних проблем навчання на основі цифрових технологій відносяться такі:

1. відсутність теорії навчання в сучасних цифрових середовищах, і як наслідок відсутність понятійного апарату;

2. проблема оптимальності складу навчально-методичних комплексів для ефективного навчання в сучасних цифрових середовищах;

3. проблема оптимізації подання навчального матеріалу, сприйняття учнем навчального матеріалу, представленого в електронному вигляді, розуміння електронного навчального матеріалу;

4. проблема готовності викладачів і учнів до навчання на основі цифрових технологій;

5. виховні проблеми, пов'язані з недостатністю очного контакту вчителів і учнів [25].

Гуманізація освіти ставить в центр уваги школи пріоритет учня, його інтереси. Учень повинен активно включатися в процес навчання, і перестати бути об'єктом впливу. Великі можливості для реалізації цього важливого завдання закладені в використанні комп'ютера в старшій школі.

До психологічних аспектів використання цифрових технологій в старшій школі належать:

1. наочний принцип навчання;
2. активізація пізнавальної діяльності учнів;
3. підвищення мотивації навчання;
4. розвиток творчих здібностей учня;
5. розвиток здібностей орієнтуватися в інформації різного виду;

6. розвиток здібностей алгоритмічної діяльності;
7. розвиток логічного мислення [26].

До педагогічних аспектів використання цифрових технологій відносять:

1. виховання інтересу до інформації;
2. застосування індивідуального підходу в роботі з учнями;
3. оволодіння практичними способами роботи з інформацією: пошук, аналіз, перетворення, передачі, зберігання інформації, її використання в навчальній діяльності та повсякденному житті;
4. оволодіння вміннями використовувати комп'ютерну техніку для роботи з інформацією в навчальній діяльності та повсякденному житті;
5. формування комп'ютерної грамотності та елементів інформаційної культури;
6. виховання інтересу до інформації, дбайливого ставлення до технічних пристроїв;
7. формування дослідницьких умінь і умінь приймати оптимальні рішення;
8. формування елементів інформаційної культури;
9. підвищення якості засвоєння матеріалу [25].

Необхідність використання цифрових технологій в старшій школі повинна розглядатися через призму психологічних особливостей учнів, розвитку їх пізнавальних процесів, без яких неможлива людська діяльність. Учні відрізняються свіжістю сприйняття, з живою цікавістю сприймають навколишнє середовище і все нове.

Потужний потік нової інформації, реклами, застосування комп'ютерних технологій на телебаченні, розповсюдження ігрових приставок, електронних іграшок і комп'ютерів дуже впливають на виховання учня і його сприйняття навколишнього світу [23].

Тому використання цифрових технологій в навчальній і позанавчальній діяльності в старшій школі виглядає дуже природним, з точки зору учня, і є

одним з ефективних способів підвищення мотивації і індивідуалізації його навчання і розвитку творчих здібностей.

Поряд з цим слід зазначити, що цифрові технології дозволяють підвищити продуктивність навчально-виховного процесу лише в тому випадку, якщо вчитель добре собі уявляє і розуміє психолого-педагогічні аспекти їх застосування.

З психології відомо, що зорові аналізатори володіють більш високою пропускнуою здатністю, ніж слухові. Інформація, сприйнята візуально, за даними психологічних досліджень, більш осмислена, краще зберігається в пам'яті. (Л. С. Сахаров, А. Н. Соколов, Ж. Піаже, С. Л. Рубінштейн, А. Н. Леонтьєв, та ін.) Однак в процесі навчання основним джерелом інформації продовжує залишатися мова педагога, що впливає на слухові аналізатори. Отже, треба розширювати арсенал зорових і зорово-слухових засобів подачі інформації. Для викладача абсолютно необхідною умовою того, щоб інформація була сприйнята, є посил до тих органів почуттів, які відповідають особливостям людського сприйняття. Основним засобом пізнання навколишнього світу в учнів є наочність. Сучасні цифрові технології мають для втілення цього правила широкі можливості, які необхідно реалізовувати на основі врахування психологічних особливостей сприйняття інформації учнів в процесі навчання [25].

Велику роль цифрові технології грають в запам'ятовуванні як логічному завершенню процесу засвоєння. Вони сприяють закріпленню отриманих знань, створюючи яскраві опорні моменти, допомагають закарбувати логічну нитку матеріалу, систематизувати вивчений матеріал. Особливо має враховуватися вчителем емоційний вплив інформації. Якщо необхідно сконцентрувати увагу учнів на змісті запропонованого матеріалу, то сила емоційного впливу засобами цифрових технологій викликає інтерес і позитивний емоційний настрій в учнів на весь процес сприйняття.

Складним залишається питання про психолого-педагогічні особливості спілкування учня з комп'ютером за допомогою навчальних систем.

Дослідження, що проводяться вченими, показали, що працюючи з комп'ютером, учні розширюють свої пізнання щодо досліджуваного питання, у них з'являється інтерес до предмету, вони більш активно користуються навчальною та технічною літературою. Робота з комп'ютером розвиває вміння планувати свою діяльність, приймати відповідальні рішення. Комп'ютер все більше починає грати роль комунікаційного пристрою, що відкриває нові педагогічні можливості використання локальних і глобальних мереж.

В сучасних умовах головним завданням освіти є не тільки отримання учнями певних знань, а й формування у них вмінь та навичок самостійного придбання цих знань. У учнів, котрі активно працюють з комп'ютером, формується більш високий рівень самоосвітніх навичок, умінь орієнтуватися в бурхливому потоці інформації, вміння виділяти головне, узагальнювати, робити висновки. При цьому дуже важлива роль вчителя, в розкритті можливостей нових комп'ютерних технологій в процесі навчання [24].

Таким чином, цифрові технології повинні стати не додатковим засобом в навчанні, а невід'ємною частиною цілісного освітнього процесу, значно підвищуючи його ефективність і максимально сприяючи всебічному розвитку інтелектуальної, емоційної і особистісної сфер учнів. Використання нових цифрових технологій в традиційній освіті дозволяє диференціювати процес навчання учнів з урахуванням їх індивідуальних особливостей, дає можливість творчо працюючому вчителю розширити спектр способів представлення навчальної інформації, дозволяє здійснювати гнучке управління навчальним процесом, є соціально значущим і актуальним.

Звичайно, цифрові технології сприяють активізації навчання фізики його індивідуалізації, надають навчальному процесу розвиваючого характеру. Власне, про це йдеться у Теорії поколінь, створеної американськими вченими Нейлом Хоувом і Вільямом Штраусом у 1991 році.

Ними визначені і охарактеризовані 4 типи активних поколінь: бейбумери (1943-1963), покоління X (1963-1980), покоління Y (1980-1995), покоління Z (1995-2010). Для нас цікавою є характеристика покоління Z,

представники яких за віком складають переважну частину учнів. За висловом авторів концепції поколінь, представники покоління Z народжуються з «інтернетом в руках». Те, що попередні покоління називали «новими технологіями» або «технологіями майбутнього», для покоління Z є лаштунками фізично-цифрового світу, у якому вони живуть. Вчителю фізики необхідно враховувати цей факт у процесі навчання учнів.

У своїй розвідці, присвяченій поколінню Z, Д. Стілман зазначає: « ... представники покоління Z більше переймаються тим, як знайти інформацію, а не її аналізом. ... Пам'ятайте, покоління Z знає тільки швидкий і простий пошук». Але знавець покоління Z застерігає: « ... не варто втручатися в сам процес пошуку. Утримайтеся від спокуси надати їм перелік джерел, якими можна користуватися » [27, с. 234-235].

О. Тихомиров та його послідовники розробили теорію перетворення, згідно з якою комп'ютер перетворює діяльність людини [28]. Теорія визначає психологічні механізми впливу цифрових технологій на учня, які необхідно враховувати у процесі розвитку цифрової компетентності учнів під час навчання фізики.

Особливе значення на сьогодні набуває здатність учнів у процесі навчання фізики здійснювати пошук інформації і працювати з Інтернет-текстами.

На думку А. Леонтьєва, це особлива активність людини, досить складний процес, пов'язаний з побудовою динамічного образу змісту тексту: у його побудові беруть участь такі, наприклад, механізми, як перефразування, смислове стиснення, формування особистісного ставлення до тексту і емоційних оцінок описуваних подій [29].

Для Інтернет-матеріалів характерною є їхня гіпертекстова побудова, що породжує нелінійність та ускладнює прочитання таких текстів учнями. Вчитель фізики повинен показати зразки пошуку і обробки фізичних текстів в Інтернеті, особливостей гіпертекстових структур, застосувати комплекс завдань, пов'язаних з пошуком та обробкою Інтернет-текстів, змістово

пов'язаних з фізикою. Вчителю фізики доведеться також враховувати особливості пошуку інформації, притаманні учням як представникам покоління Z.

Важливо підкреслити, що не виникає особливої потреби спеціально мотивувати учнів застосовувати цифрові засоби у процесі навчання фізики. Ці мотиви сформовані цифровим середовищем, у якому живуть учні.

2 МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

2.1 Методична система формування цифрової компетентності учнів

Введення STEM-освіти в освітній процес здійснюється відповідно до Законів України «Про освіту», «Про інноваційну діяльність», Указом Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» та іншими нормативно-правовими документами.

Акронім STEM (від англ. Science – природничі науки, Technology – технології, Engineering – інженерія, проектування, дизайн, Mathematics – математика) виділяє основні риси відповідного напрямку та об'єднує практики міждисциплінарного підходу до вивчення природничо-математичних дисциплін.

STEM-освіта спрямована на розвиток інтелектуальних та творчих здібностей, критичного мислення, вирішення комплексу поставлених проблем (задач), співпраці та інноваційної практичної діяльності учнів.

Запровадження STEM-освіти, як інноваційного підходу до вивчення фізики, відповідно до концептуальних засад Нової української школи сприяє формуванню ключових компетентностей учнів [30].

Одним із ключових напрямків формування компетентностей учнів при вивченні фізики є розвиток цифрової компетентності.

Цифрова компетентність – це здатність вміти використовувати цифрові медіа й ІКТ, розуміти і критично оцінювати різні аспекти цифрових медіа і медіа контенту, а також вміти ефективно комунікувати в різноманітних контекстах.

Навіть на інтуїтивному рівні зрозуміло, що під цифровою компетентністю слід розуміти можливість використовувати комп'ютерні

технології для вирішення окремих поточних завдань, в тому числі навчальних. При цьому можливо виділити дві складові в понятті «можливість». По-перше, це доступність знову ж таки в двох аспектах: як властивість самої технології, тобто, умовно кажучи, її простота і наявність в даний час в даному місці, і властивість користувача технології – зрозумілість для нього. По-друге, і це впливає з першої складової «можливість» як якийсь набір знань, умінь, навичок. Зрозуміло, що якщо для здійснення дії щодо вирішення конкретного завдання немає можливості використовувати технологію, то не можливо і сформулювати щодо неї будь-яку компетентність.

В результаті, комп'ютер на уроках з фізики та поза уроками може бути використаний в наступних випадках:

1. зберігання інформації для учнів;
2. математична обробка експерименту в лабораторному практикумі, розрахунок по формулам та побудова графіків, управління експериментом;
3. розв'язок фізичних задач;
4. імітаційне моделювання;
5. демонстраційний «експеримент»;
6. автоматизовані діагностуючі, навчальні та контролюючі системи;
7. комп'ютер, як предмет вивчення: фізичні основи та принцип дії основних елементів комп'ютера.

Правильно побудована методична система формування цифрової компетентності не повинна бути зведеною до простого переліку тих навичок та знань, якими учень повинен оволодіти (навички роботи з текстовим редактором, вміння шукати та знаходити потрібну інформацію в інтернеті, знання будови комп'ютера). Учні опановують окремі прийоми роботи на комп'ютері, але в них не виникає розуміння того, як саме ці прийоми повинні поєднуватися між собою для розв'язку різноманітних практичних задач. Справжнє володіння комп'ютером передбачає цілеспрямоване, творче та гнучке використання цього інструменту. Учень повинен добре розуміти як за допомогою комп'ютера можливо розв'язати різні виникаючі при цьому

задачі, уявляти собі кінцеву мету та вміти реально використовувати різні технічні можливості і пристосування. Окремий новий навик роботи на комп'ютері, інтегрований в процес розв'язку практичних задач, набуває для учня зовсім інший особистісний сенс.

Тільки в такому випадку можливо говорити про справжню цифрову компетентність, оскільки тільки тоді виникає розуміння того, як саме сучасні технічні засоби можуть перетворитися на інструмент отримання нових знань.

Таким чином, методична система формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики (Рис. 2.1) є комплексною і містить цілі, зміст, форми, методи і засоби формування цього феномену.

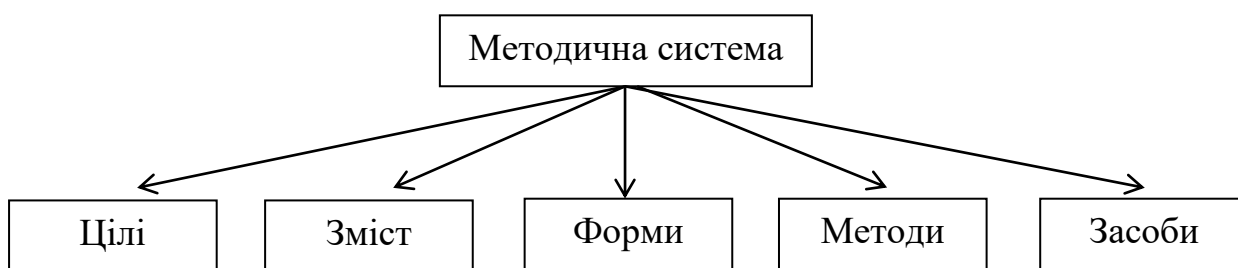


Рисунок 2.1 – Методична система формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики

Зрозуміло, що метою сконструйованої нами методичної системи є формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Зміст формування цифрової компетентності складають компоненти цифрової компетентності (Рис. 2.2).

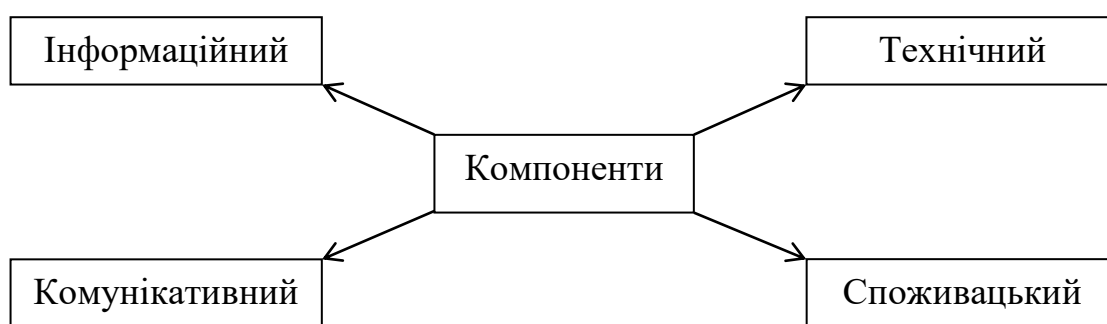


Рисунок 2.2 – Компоненти цифрової компетентності

До компонентів цифрової компетентності відносяться:

1. Інформаційний та медіа компонент: знання, вміння, мотивація і відповідальність, пов'язані з пошуком, розумінням, організацією, архівуванням цифрової інформації, її критичним осмисленням і створенням матеріалів з використанням цифрових ресурсів (текстових, образотворчих, аудіо та відео);

2. Комунікативний компонент: знання, вміння, мотивація і відповідальність, необхідні для онлайн-комунікації в різноманітних формах (електронна пошта, чати, блоги, форуми, соціальні мережі та ін.);

3. Технічний компонент: знання, вміння, мотивація і відповідальність, що дозволяють ефективно і безпечно використовувати комп'ютер і відповідне програмне забезпечення для вирішення різних задач;

4. Споживацький компонент: знання, вміння, мотивація і відповідальність, що дозволяють розв'язувати за допомогою комп'ютера різні повсякденні задачі, які передбачають задовольняють різноманітні потреби [28].

Грунтуючись на загальних підходах до виділення структури цифрової компетентності, запропонованих О. Іваницьким [21, с. 30-31], Г. Солдатовою та О. Рассказовою [20, с. 30] ми виділили такі структурні складові цифрової компетентності учня старшої школи:

1. інформаційна компетентність: динамічна комбінація знань, умінь та навичок учня, що забезпечує здатність до пошуку, розуміння, обробки, організації цифрової інформації, її осмислення та створення певного продукту з використання цифрового ресурсу;

2. комунікативна компетентність: динамічна комбінація знань, умінь та навичок учня, що забезпечує йому здатність до онлайн-комунікації з учнями та вчителями у різних формах;

3. технічна компетентність: динамічна комбінація знань, умінь та навичок учня, що забезпечує йому здатність до безпечного використання комп'ютера та програмного забезпечення у навчальній діяльності.

Цифрова компетентність включає в себе відповідальне, впевнене та критичне використання та взаємодію з цифровими технологіями для навчання, роботи та участі у суспільстві. Це включає в себе безпеку (включаючи цифрове благополуччя та компетентності, пов'язані з кібербезпекою) та розв'язання проблем, інформаційну грамотність та грамотність даних, комунікацію та співпрацю, створення цифрового контенту (включаючи програмування).

Таким чином, зміст як компонент методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики містить базові знання, навички та ставлення, що стосуються цієї компетентності.

Учням потрібно вміти використовувати цифрові технології для співпраці з іншими, творчості для досягнення комерційних, особистих чи соціальних цілей, для підтримки активного громадянства та соціальної інтеграції.

Навички включають в себе вміння поширювати, використовувати, фільтрувати, оцінювати, створювати та програмувати цифровий контент. Учням потрібно вміти визнавати та ефективно працювати з програмами, пристроями, штучним інтелектом та роботами, а також керувати та захищати дані, інформацію, вміст і цифрові ідентичності.

Учням потрібно розуміти, як цифрові технології можуть усвідомлювати їх можливості, обмеження, наслідки та ризики, підтримувати інноваційність, комунікацію та творчість. Вони повинні знати основи функціонування та використання різних пристроїв, програм та мереж, а також розуміти загальні механізми, принципи та логіку, що лежить в основі цифрових технологій, які розвиваються.

Учням потрібно усвідомлювати юридичні та етичні принципи, пов'язані з використанням цифрових технологій, та критично підходити до впливу, достовірності та надійності даних та інформації, яка є доступним цифровим засобом.

Робота з цифровими технологіями вимагає перспективного, критичного, рефлексивного, допитливого та відкритого ставлення до їх розвитку. Вона також вимагає відповідального, етичного та безпечного підходу до використання цих інструментів.

Використавши аналіз аспектів компетентності запропонований у дослідженнях І. Зимньої [31], ми визначили такі аспекти формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики:

1. мотиваційний аспект цифрової компетентності: учень повинен бути переконаний у необхідності і важливості набуття цифрової компетентності у процесі навчання фізики;

2. когнітивний аспект цифрової компетентності: учні в процесі навчання фізики повинні вчитися шукати, розуміти, обробляти, організовувати цифрову інформацію у процесі навчання фізики;

3. діяльнісний аспект цифрової компетентності: створення презентацій з фізики в PowerPoint, використання Microsoft Office 2010 та різноманітних навчальних програм з фізики;

4. коригувальний аспект цифрової компетентності: здатність учня до коригування процесу і результату застосування знань, умінь, здатностей, пов'язаних з цифровою компетентністю у процесі навчання фізики.

Найбільш ефективними формами формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики є уроки узагальнення і систематизації знань, уроки вивчення нового матеріалу.

Розглянемо урок узагальнення і систематизації знань на прикладі теми «Спостереження оптичних явищ» в 11 класі.

В ході уроку потрібна така комп'ютерна підтримка: електронна презентація, екран, проектор, електронний мультимедійний підручник «Віртуальна фізична лабораторія Фізика 10-11»; мобільні пристрої з доступом до мережі Інтернет; VirtuLab, Інтерактивна лабораторія PHET, анімації та симуляції «Фізика в школі»; програма для зчитування QR-коду (наприклад, «Сканер QR або штрих коду», QR Code Reader, та інші).

Важливим є те, щоб учні прийшли на урок теоретично підготовленими. Окрім заучування означень, записаних у зошитах та читання відповідних параграфів підручника необхідно дати учням підготувати маленьке домашнє завдання – ознайомитися з відеопосиланнями у мережі Інтернет на конкретні теми. Посилання на відеофайли можливо роздати учням у вигляді QR-коду.

Під час уроку вчитель пояснює учням матеріал, відбувається демонстрація дослідів, записи в зошитах, спостереження й аналіз, виділення головного.

Учням на уроці пропонується переглянути віртуальні досліди за допомогою електронної презентації (підготовленої вчителем) і фізичних програм (електронний мультимедійний підручник «Віртуальна фізична лабораторія Фізика 10-11», електронний мультимедійний підручник «Бібліотека електронних наочностей Фізика 10-11», тощо). Або ж скористатися наведеними в картках посиланнями і переглянути їх зміст через Інтернет-мережу.

В ході уроку учні мають проаналізувати та зробити зі спостережень письмові і усні висновки.

Запитання до класу в кінці уроку можуть бути такими:

1. Поміркуйте, де ви можете використовувати набуті вами знання у побуті?
2. Як можна відтворити явище дисперсії світла?
3. Під час уроку, що нового Вам вдалося дізнатись?

Ядром методичної системи формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики є проблемні методи навчання, розв'язування задач із застосування цифрових засобів та використання наочних методів навчання.

Групи завдань навчання, які на нашу думку, можливо вирішити на уроках фізики за допомогою цифрових засобів:

1. задачі, направлені на здійснення комп'ютерного експерименту, наприклад, як організація фізичного, хімічного, або іншого експерименту;
2. задачі моделювання;

3. задачі пов'язані з візуалізацією навчального матеріалу, надання інформації в виді тексту, графічного зображення, побудови діаграм, графіків, створення комп'ютерної презентації та ін.;

4. задачі, розв'язок яких пов'язаний з великим об'ємом обчислювальної роботи, яку звичайними засобами виконати досить складно, або навіть неможливо;

5. задачі пошуку та передачі інформації, наприклад, задачі на пошук інформації серед інтернет-ресурсів.

Вчитель може окремо виділити в розділі, темі так звані «комп'ютерно-орієнтовані» задачі:

1. текстові, які легко переносяться на екран комп'ютера, в одну з комп'ютерних програм,

2. образно-графічні (завдання-малюнки, завдання-таблиці, завдання-графіки і т. д.),

3. лабораторні аудіо-відео завдання (наприклад, відеозапис натурального експерименту).

Способом представлення відповідей учнів, результатів рішення таких задач є комп'ютерне подання або, як варіант, розв'язок на паперовому носії та одночасно за допомогою комп'ютера при самостійній звірці результатів.

Крім того, в позаурочній діяльності учні також можуть за допомогою цифрових засобів створити власний продукт.

Під продуктом, в разі використання комп'ютерних засобів, слід розуміти:

1. мультимедійну презентацію, або текстовий документ,
2. фізичну модель, побудовану в одній з готових програм,
3. комп'ютерну програму, створену учнем.

Перше і друге учневі виконати простіше. Та й, взагалі кажучи, це доступно кожному учню, тоді як третє набагато складніше, а для ряду учнів може виявитися непосильним завданням без попередньої консультаційної підготовки з вчителем інформатики.

Зазвичай при створенні презентації учні обмежуються текстом і картинками, вставленими на слайди. Але презентація може включати набагато більше: анімацію готових та побудованих в одному з графічних редакторів зображень, тригери, анімовані, або з використанням макросів кросворди, інтерактивні тести та ін. Так що продуктивну роботу над презентацією доречно розуміти як процес створення всеосяжного матеріалу.

Прикладом проблемного навчання з використанням цифрових засобів є урок з теми: «Механічна енергія та її види. Взаємні перетворення потенціальної й кінетичної енергії. Закон збереження й перетворення енергії в механічних процесах та його практичне застосування».

Вивчення механічної енергії у 10 класі супроводжується поясненням природи механічного стану тіла.

Потрібно створити проблемну ситуацію: «Що є загальною мірою руху та взаємодії різних видів матерії?».

Виникає проблемне запитання при поясненні, що у повсякденному житті можна знайти багато різних тіл, при переміщенні яких може виконуватися робота.

Формулюється ще одне запитання: «Як пов'язати роботу і енергію?».

Вчитель демонструє дослід з кулькою, підвішеною на нитці над ящиком з піском: ножицями перерізає нитку - кулька падає.

Запитання: Яка сила утримує кульку, що висить на нитці? Яка сила діяла на кульку після того, як перерізали нитку? Чим відрізняється кулька, що лежить у ящику, від кульки, що висіла на нитці?

Після цього висувається наступна проблема: «Як розраховують потенціальну енергію?»

В результаті дослідження виникає проблемне запитання: «Як розраховують кінетичну енергію?»

Для розв'язання цієї проблемної ситуації вчитель пропонує учням пошук інформації в мережі Інтернет. Учні знаходять відео «Механічна

енергія» за посиланням вчителя та відео, що містить інформацію про закон збереження енергії і перетворення механічної енергії.

Створюючи проблемну ситуацію, ставлячи проблемне запитання, вчитель, в першу чергу, викликає цікавість до теми, збуджує емоції. В процесі навчальної діяльності учні відчують в собі цілу гаму почуттів, чого немає при звичайній роботі з підручником.

Розглянемо ще один урок з теми: «Теплові явища і процеси. Приклади теплових явищ (нагрівання й охолодження тіл, зміна агрегатних станів речовини, теплове розширення тіл)» 10 класу.

Пропонується проблемна ситуація у вигляді відео-задачі. При цьому в учнів виявляються задіяними не лише слух, а й зір, що сприяє кращому сприйняттю і осмисленню проблеми. Крім цього, перегляд відео фрагменту, як правило, викликає підвищення інтересу, а відтак швидше «затягує» учнів у проблему і спонукає шукати шляхи її розв'язання. Після перегляду відео задачі пропонується знайти відповідь до неї самостійно, або ж за допомогою питань-підказок. Відеозадача «Собака у спеку» із тематичної папки «Фізика в живій природі». Питання задачі: «Чому у спеку або після бігу собака висовує язик з рота?»

Питання-підказки: Від чого страждає собака у спеку або під час бігу? Чи передається тепло рухом крові від одних частин тіла собаки до інших? Чи вдасться уникнути або зменшити перегрів тіла, якщо буде охолоджуватись одна із частин тіла собаки? Язик сухий чи вологий? Чи випаровується вода з поверхні язика? Чим супроводжується випаровування рідини з поверхні тіла? Як зміниться швидкість випаровування, якщо собака висуне язик з рота?

Після цього висувається наступна проблема: «Як пояснити, чому ми червоніємо у спеку і бліднемо в холод?»

Для розв'язання цієї проблемної ситуації скористаємося життєвими ситуаціями за допомогою мультимедіа, учні знаходять в мережі Інтернет відео з назвою «Теплова рівновага».

Підкреслюємо, що запитання та задачі можуть бути і не проблемними. Проблемними вони стають лише тоді, коли в своїй суті несуть інформацію, раніше невідому учню.

Нині особлива увага приділяється методиці та технологіям використання наочних засобів під час вивчення шкільного курсу фізики. Адже методично обґрунтоване використання їх системи дає можливість суттєво удосконалити процес навчання фізики, забезпечити унаочнення та глибоке розуміння різноманітних природних явищ та процесів, змоделювати в умовах шкільної лабораторії історичні, складні для відтворення та спостереження фізичні досліди та експерименти. Саме тому на всіх етапах шкільної фізичної освіти наочні засоби навчання відігравали й відіграють провідну роль. Види наочності можна класифікувати, враховуючи їх інформаційні особливості. Різні види наочності виконують різні дидактичні функції. Одні виступають як джерело нових знань, інші є опорою для теоретичних положень або виступають як способи повторення та систематизації. Для підсилення наочності навчального матеріалу на уроках фізики рекомендується використання таблиць і схем. Використання наочних засобів при вивченні фізики передбачає не лише використання таблиць, але й графіків, діаграм, схематичних малюнків. Такі засоби використовуються як для виявлення істотних ознак, зв'язків і відносин явищ, подій, процесів, так і для формування локального образного представлення фрагмента тексту.

Відеотехнології також визначаються високою ефективністю впливу. Задача сформована у наочній формі за допомогою відеозапису чи презентації є більш доступною для сприймання, засвоюється швидше, легше та у більшому обсязі. Звісно, сьогодні за допомогою комп'ютерних прикладних програм можна створити будь-яку ілюстровану підтримку для пояснення різних тем з фізики. Але комп'ютер доцільно розглядати як ще одне доповнення до процесу навчання, а не абсолютну заміну традиційних засобів. Потрібно так організувати навчальний процес, щоб ці два види наочності гармонійно поєднуватися між собою.

Наголошуємо на тому, що наочність є особливо важливою на різних етапах розв'язування задачі. Використання наочності під час розв'язування задач дозволяє керувати пізнавальною діяльністю дитини, зацікавити школярів процесом розв'язування задачі, узагальнити навчальний матеріал, досягти активної роботи усіх учнів класу на уроці фізики.

Застосування наочності приводить до наступних результатів: учбовий матеріал легше запам'ятовується, в учнів швидше формуються необхідні уявлення; розв'язання деяких завдань значно спрощується, оскільки наочність стає засобом активізації мислення; навчальний процес стає більш жвавішим, цікавішим. Використання наочності дає позитивний результат на всіх етапах уроку фізики: дозволяє учням уявити та побачити фізичні явища та процеси та їх взаємозв'язок, сформувати конкретні навички розумової та пізнавальної праці.

Відповідно до реформи Нової української школи [32], інтегрування навчальних дисциплін, що дозволяє здійснити STEM-освіта, створює фундамент для широкого застосування найрізноманітніших засобів навчання.

Використання на уроках фізики лабораторних приладів та електронних пристроїв створює умови для оволодіння учнем цифровою компетентністю. Їх застосування вбачається в здійсненні проектної та навчально-дослідницької діяльності учнем, моделюванні фізичних процесів та явищ.

Впровадження в процес навчання фізики цифрових технологій дає змогу ефективніше використовувати можливості когнітивної візуалізації, оскільки вона дозволяє не тільки ілюструвати процеси протікання різноманітних фізичних процесів, але й сприяє природному одержанню нових знань через практичну діяльність та на основі безпосереднього сприйняття візуальної інформації. Цифрові технології створюють нові дидактичні можливості використання візуальних наглядних засобів навчання та організації самостійної роботи [33].

До цифрових засобів навчання фізики, які застосовуються у процесі формування цифрової компетентності учнів, ми відносимо численні цифрові

ресурси (Табл. 2.1). Розглянемо перелік цих ресурсів, використовуючи дослідження О. Мирошніченко та О. Трифонові.

Таблиця 2.1 – Цифрові ресурси та їхнє змістове наповнення у професійній діяльності викладачів закладів вищої освіти

Тип ресурсу	Зміст ресурсу
Звукова інформація	Відтворення навчальної інформації за допомогою звукових пристроїв, насамперед комп'ютера, аудіоплеєра.
Символьна інформація	Цифровізація значно розширює перелік символів, які можна застосовувати у навчальному процесі і комунікації.
Зображення	Оформлена інформація, яку можливо переглянути, повторити.
Текстова інформація	Тексти електронних підручників, збірників, електронні тексти, абетки, які піддаються обробці та засвоєнню через органи відчуття.
Числові дані для математичних операцій	Переважно дані педагогічного експерименту, анкетування, опитування.
Цифрові ресурси:	
Комп'ютерні програми навчального призначення	Загальні програми, застосовні під час вивчення будь-яких дисциплін (наприклад, програми контролю знань студентів). Локальні програми для вивчення конкретної дисципліни (фізики, біології, психології та інших).
Електронні таблиці	Спеціальні програми, які забезпечують створення, зберігання та опрацювання інформації, що представлена в табличній формі. Найбільш поширеним табличним редактором є Microsoft Excel.
Аудіо- та відеоінформація	Інформація подається у звуковому або відеоформаті.
Повнотекстові бази даних	Найбільш поширеним прикладом програми, що дає змогу створювати бази даних, є Microsoft Access з пакету офісних програм Microsoft.
Мережеві сервіси	Web 1.0, Web 2.0.
Нові форми публікацій	Публікації, що не мають друкованих аналогів. Вони існують у формі електронних оголошень, матеріалів скайп, YouTube та інтернетконференцій у електронному вигляді, електронних повідомлень. Створення публікацій можна здійснити у Microsoft Publisher з пакету офісних програм Microsoft.
Текстові аналоги видань	Підручники і навчальні посібники, різноманітна наукова, психологопедагогічна, методична, довідкова та словникова література, подана в цифровому вигляді: формати doc, docx, djvu, pdf, fb, txt, epub та інші.

Продовження таблиці 2.1

Тип ресурсу	Зміст ресурсу
Образи видань, образи видань – факсиміле	Електронні видання журналів (зокрема, наукових), газет, інша література. До них також належать образи видань, які не можна скопіювати, і образи рукописних матеріалів – факсиміле.
Платформи Moodle, Cisco	Електронні навчально-методичні комплекси дисциплін.
Конференц-програми	Skype, ZOOM, Cisco Webex та інше.
Програми перетворення одного формату файлу в інший	ABBYY FineReader, комплекс програм із перетворення медіа файлів.
Професійні програми	MatLab, AutoCAD, Corel, InDesign, цифрові лабораторії та інше.
Захисні системи	Антивірусні програми.

Під час побудови цієї таблиці ми використали матеріали, що містяться у статтях О. Мирошніченко [34] та О. Трифонової [35].

У результаті сформованої цифрової компетентності учні вмітимуть використовувати різні джерела інформації, користуватися новими інформаційними технологіями та програмним забезпеченням. Отже навчання фізики сьогодні неможливе без формування в учнів цифрової компетентності, яка забезпечує процес навчання дуже широкими можливостями у оволодінні знаннями, уміннями, навичками.

2.2 Методика застосування мобільних пристроїв, цифрових комплексів та офісних програм у процесі вивчення фізики

Сьогодні все більшої популярності завойовують мобільні пристрої – смартфони, планшети, розумні годинники на базі Android чи iOS. Використання їх у навчальних цілях має чимало перспектив. В першу чергу такі пристрої несуть на собі ряд датчиків та функціонально важливих

елементів, які можуть використовуватись при проведенні лабораторного чи практичного заняття [36].

Смартфон на сьогодні розглядається, як засіб для реалізації мобільного навчання на уроках. Смартфон є визначальним чинником створення рівних умов доступу до мобільних додатків, навчальних програм та наукових матеріалів. Проте для успішного навчання з використанням гаджетів, учнів варто навчити критично оцінювати та синтезувати отриману інформацію, при цьому не втрачати зв'язок з аудиторією. Для суб'єктів з кліповим мисленням, з низьким рівнем успішності, високим рівнем неухважності й систематичними відволіканнями на потенційні чати в соціальних медіа та розважальні додатки, цільове використання смартфона в класі, в якості освітньої складової, може бути особливо складним.

Переваги використання мобільних пристроїв в загальноосвітньому навчальному закладі:

1. Швидкість (миттєвий обмін інформацією через Bluetooth, електронну пошту, Viber);
2. Доступність (переважна більшість учнів вже мають смартфони, планшети, якщо в когось відсутній такий девайс, то ця проблема вирішується шляхом організації роботи в групах);
3. Компактність (займають менше місця в порівнянні з ноутбуками та комп'ютерами);
4. Мобільність (можливість використання в будь-якому місці, в будь-який час).

Розглянемо деякі додатки, які на нашу думку, можливо використовувати в навчальному процесі з фізики:

1. «Фізика в школі». Цей Android-додаток сумісний з усіма пристроями та допоможе учням зрозуміти суть фізичних явищ за допомогою простих і наочних анімаційних роликів. Встановити його на свій смартфон дуже просто, натиснувши кнопку «Встановити», коли інсталяція закінчиться - кнопку «Запустити» (Рис. 2.3). Цей додаток містить безліч демонстрацій

фізичних процесів, починаючи з механіки і закінчуючи ядерною фізикою. Наприклад, у підрозділі «Гравітації» можна дізнатись про невагомість, траєкторії тіл, фази Місяця, закони Кеплера та інше. Вибравши ту чи іншу тему, ви потрапляєте на екран, де, як графічно, так і у вигляді формул пояснюються явища. Більшість таких розділів інтерактивні, що дуже спрощує сприйняття. Наприклад, можна сильніше чи слабше «розгойдати» маятник і подивитись, як змінюються значення сили та енергії руху. Або переміщувати об'єкт на моделі навколоземної орбіти, щоб дізнатися його фізичні характеристики та показники у тій чи іншій точці небосхилу. Додаток безкоштовний і вільно поширюваний.

Механика	
I.	Механика
▶	1. Наклонная плоскость
▶	2. Система отсчёта
▶	3. Параллелограмм сил
▶	4. Штангенциркуль
▶	5. Микрометр
▶	6. Движение
▶	7. Движение по окружности
▶	8. Блок
▶	9. Система блоков
▶	10. Принцип рычага
▶	11. Первый закон Ньютона
▶	12. Второй закон Ньютона

Рисунок 2.3 – Інтерфейс «Фізика в школі»

2. «Фізика. Формули 7-11». Програма містить довідковий матеріал, формули за шкільний курс фізики і робить акцент саме на науковому представленні записів. Матеріал структуровано за класами, розділами, темами, тому спочатку треба вибрати клас (Рис. 2.4), а потім розділ, який

цікавить, на екрані з'являться необхідні формули з основними поясненнями до них. Присутні позначення тих чи інших літер у формулах.

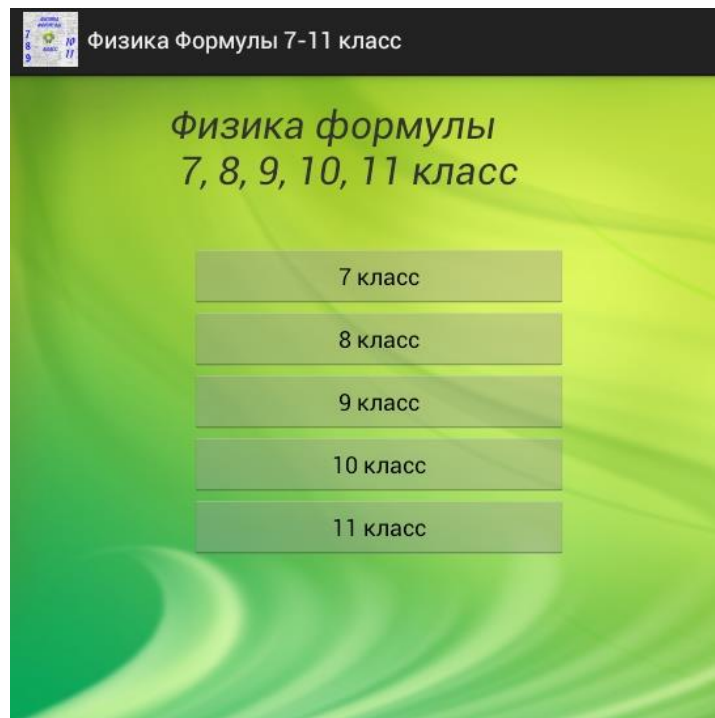


Рисунок 2.4 – Інтерфейс «Фізика. Формули 7-11»

Незважаючи на те, що тематично охоплюється майже весь курс, деяких тем усе ж може не бути (хоча цей додаток постійно оновлюється). Такий підхід передбачає, що учень має базові знання предмету, тому, як шпаргалку додаток використовувати не вдасться, швидше як посібник у разі, якщо щось забулося. Такий додаток доцільно використовувати не лише на уроках, а й під час виконання домашніх індивідуальних завдань.

3. Для учнів, які мають знання з предмету на низькому або середньому рівні, цікавим буде додаток «Фізика». Якщо матеріал попереднього додатку - лише формули, то «Фізика» має розширений профіль (Рис. 2.5). Це короткий довідник, у якому можна знайти не тільки формули, а й фізичні закони з поясненнями. Усього там є п'ять розділів, кожен з яких має від чотирьох до семи підрозділів. Додаток містить чіткі та зрозумілі пояснення формул та явищ. Додаток також безкоштовний та доступний для девайсів з

операційними системами Android 4.0.3 і пізнішими. Можна використовувати на практичних заняттях під час розв'язування задач.



Рисунок 2.5 – Інтерфейс «Фізика»

4. Незамінним при розв'язуванні задач буде мобільний додаток «Фізичний калькулятор». Ця програма дає можливість обчислювати близько 30 різноманітних показників (Рис. 2.6).

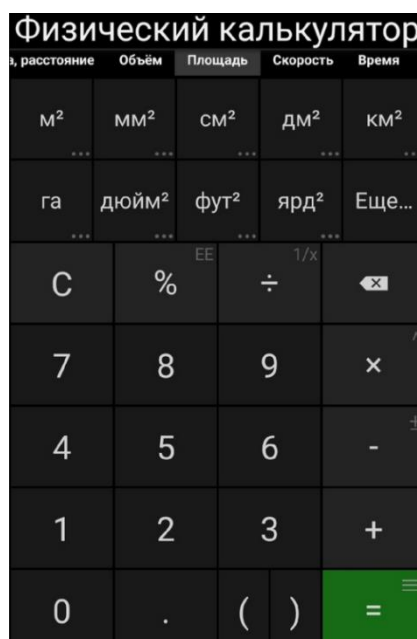


Рисунок 2.6 – Інтерфейс «Фізичний калькулятор»

Переважна більшість інформації подається у вигляді загальноприйнятих фізичних скорочень. Тож тому, хто розуміється на фізиці, буде зовсім не важко працювати з додатком. Окрім цього, до багатьох дій є графічні пояснення, що ще більше спрощує роботу з калькулятором. Вчитель має повідомити учням, що використання таких засобів можливе лише під час набуття навичок, а на контрольних обчислення потрібно робити без допомоги сторонніх засобів. Обчислення там здебільшого елементарні (задайте два значення та отримайте третє), тож користуватися програмою можна для прискорення процесу вирішення, без шкоди для навчання.

Також існують спеціальні програмні пакети, такі як Lab4Physics (Рис. 2.7), Physics Virtual Lab та інші, що дозволяють учням проводити практичні дослідження та моделювати віртуальні фізичні процеси для кращого розуміння їх.



Рисунок 2.7 – Інтерфейс „Lab4Physics”

Варто зазначити, що використовуючи мобільні пристрої на уроках фізики, ми розвиваємо творче та критичне мислення учнів, мотивуємо до самостійних досліджень, виробляємо навички використання мобільних девайсів та урізноманітнюємо і осучаснюємо навчальний процес в загальноосвітньому навчальному закладі. Завдяки таким технологіям, стало легше забезпечити диференційоване навчання для задоволення потреб

окремих учнів та групи учнів з обмеженими можливостями або спеціальними освітніми потребами. Датчики, що вбудовані до сучасних девайсів дають можливість здійснювати обчислення та аналізувати дані, отримані в результаті дослідження, а додатки, які при цьому використовуються, доступні для завантаження будь-якому користувачеві і є, переважно, безкоштовними.

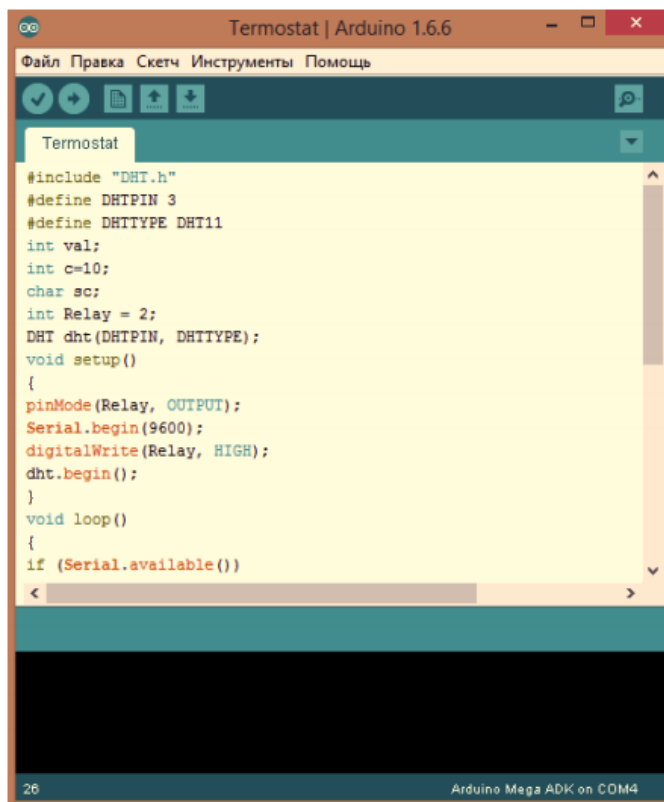
Мобільний телефон сьогодні виступає зручним підручним мобільним засобом навчання, за допомогою якого швидше й якісніше вирішуються традиційні освітні завдання (робота з інформацією, підготовка до заняття тощо) та завдяки якому відбуваються зміни у методиці навчання дисциплін, зокрема, методиці навчання фізики. Приклади застосування мобільного телефону у світовій освітній практиці урізноманітнюються з кожним роком, однак більша частка таких прикладів припадає на більш розвинені країни. В українській освіті використання мобільного телефону на уроці лише починає набирати обертів.

Зрозуміло, що на базі школи неможливо побудувати сучасну дослідницьку лабораторію, оснащену дорогим обладнанням. Власне, цього і не вимагається в рамках шкільної освіти. Проте для того, щоб учні могли активно залучатись до практичної наукової, інженерної та пошукової діяльності важливим є питання використання сучасних програмних та апаратних засобів. Прикладом практичної реалізації цього вектору набуття цифрової компетентності є використання платформи Arduino та побудова на її основі простих, проте доволі якісних міні-експериментальних комплексів [37].

Arduino – це апаратнопрограмний комплекс, який дозволяє реалізувати автоматизацію вимірювань та здійснювати управління різноманітними пристроями, технологічними процесами тощо. Апаратна частина комплексу являє собою плату вводу-виводу аналогових та цифрових даних на основі програмованого мікроконтролера Atmega різних модифікацій. Залежно від модифікації плата налічує в собі від 6 до 12 аналогових входів (входів

аналогово-цифрових перетворювачів, інакше – цифрових вольтметрів) та до 20 цифрових входів/виходів, 6 з яких можуть використовуватись в режимі широтно-імпульсної модуляції (для виводу змінного електричного сигналу). Плата вводу-виводу працює під управлінням програм, написаних мовою, дуже близькою до C++, яку може легко опанувати людина, далека від професійного заняття програмуванням (зокрема, учні).

Для написання, налаштування та завантаження програм (вони отримали назву «скетч») використовується спеціальне середовище програмування (IDE), що містить в собі редактор тесту програм (Рис. 2.8), компілятор та завантажувач програм. Спеціальний завантажувальний модуль прописаний у пам'яті мікроконтролера. Він дає змогу завантажувати для виконання створені скетчі без використання додаткових програматорів, як це доводиться робити зазвичай на контролерах інших типів.



```
Termostat | Arduino 1.6.6
Файл Правка Скетч Инструменты Помощь
Termostat
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 3
#define DHTTYPE DHT11
int val;
int c=10;
char sc;
int Relay = 2;
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
void setup()
{
  pinMode(Relay, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  digitalWrite(Relay, HIGH);
  dht.begin();
}
void loop()
{
  if (Serial.available())
```

26 Arduino Mega ADK on COM4

Рисунок 2.8 – Вікно консолі Arduino із фрагментом програми

Результати вимірювань можуть виводитись у вигляді таблиці у вікні монітора послідовного порта, зберігатись у файлі на SD карті або, при використанні програми SerialPortPlotter, виводитись на монітор комп'ютера у графічному вигляді (до трьох графіків).

Серед можливих експериментальних завдань, що можна розв'язувати за допомогою комплексу Arduino, слід відзначити наступні:

1. Реєстрація зміни даних у часі з трьох датчиків з виводом їх на монітор комп'ютера у вигляді графіків. Цими даними можуть бути, наприклад, такі фізичні величини, як температура у трьох різних точках, освітленість у трьох різних точках, вологість у трьох різних точках, температура, освітленість та вологість у вибраній точці.

2. Отримання залежностей одних фізичних величин від інших (з їх графічним представленням). Наприклад, залежність величини опору фоторезистора від освітленості, залежність величини опору терморезистора від температури, криві зарядки-розрядки конденсатора.

3. Регулювання температури (наприклад, за релейним законом) з виводом її значень на монітор у вигляді графіка.

4. Моніторинг даних з аналогових (до 6-12 штук залежно від плати) та цифрових (до сотень) датчиків з записом у файл на SD-карту в автономному режимі без з'єднання з комп'ютером [38].

Використання платформи Arduino для проведення навчальної демонстрації «Зміна природної освітленості земної поверхні протягом світлового дня». Мета даного експерименту, окрім показу зміни природної освітленості земної поверхні протягом світлового дня, полягає у демонстрації впливу на освітленість близько розташованих об'єктів. На Рисунку 2.9 наведено графіки зміни освітленості двох точок земної поверхні, що розташовані на відстані 2 м одна від одної, протягом світлового дня (12 годин). Ці графіки були отримані за допомогою мікроконтролера Arduino та фоторезисторів в якості датчиків.

Пояснення демонстрації: завдяки суцільній хмарності під час проведення експерименту зміни освітленості обох точок практично ідентичні, оскільки в таких умовах на освітленість не впливають розташовані на відстані у кілька метрів будівлі та насадження. Різниця в освітленості двох досліджуваних точок земної поверхні пояснюється тим, що на відстані приблизно 0,3 м від однієї з точок (якій відповідає графік зеленого кольору) була розташована вертикальна світло-пофарбована поверхня, саме вона і спричиняла протягом усього експерименту збільшення освітленості на 15 – 30 відсотків.



Рисунок 2.9 – Графіки зміни освітленості (по горизонтальній осі відкладені номери вимірів, проміжок між вимірами складає 1,5 хв; по вертикальній осі відкладена освітленість у відносних одиницях)

Виробник пропонує набір різноманітних датчиків, дані з яких можливо програмно обробляти, проводячи натурний експеримент в рамках навчального класу. Програмне забезпечення для проведення експериментів може бути представлено такими розробками як Multilab v1.64, measure 4.6.10,

що дозволяються проводити вимірювання та обробку результатів для цифрових лабораторій NOVA5000 та Cobra відповідно.

При вивченні теми «Електронні засоби навчання в підтримку вивчення фізики», учням пропонується декілька різних програм. Однією з таких є програма Electronics Workbench, в якій учні виконують лабораторну роботу з фізики «Дослідження кола з напівпровідниковим діодом» (Рис. 2.10). Ця програма є досить потужним симулятором електричних кіл і дозволяє якісно виконати роботу в умовах відсутності необхідного лабораторного обладнання. Працюючи з нею, учні 11 класу підвищили свою цифрову компетентність з фізики та набули специфічних навичок з інформатики (початкове комп'ютерне моделювання, швидке ознайомлення з інтерфейсом будь-якої програми, виконання базових дій у цій програмі).

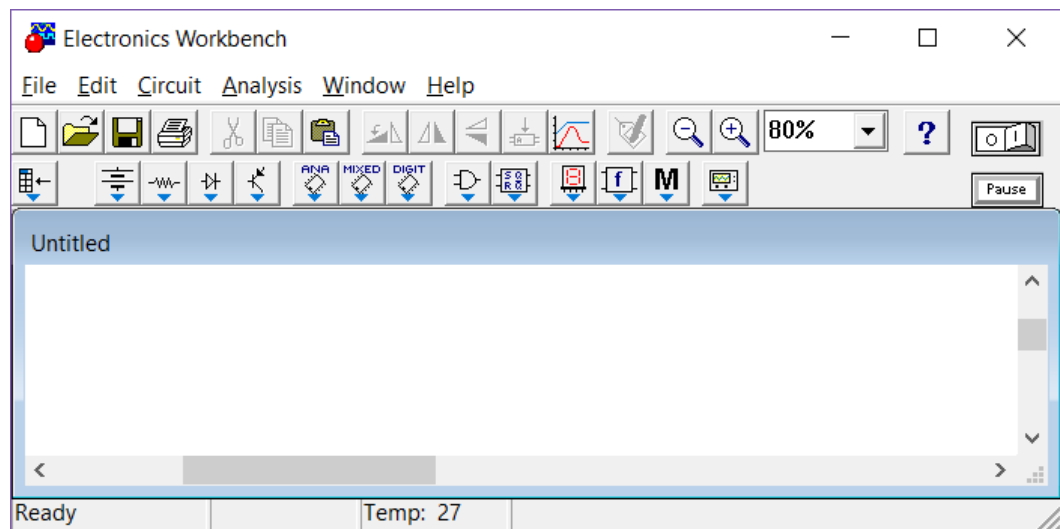


Рисунок 2.10 – Інтерфейс „Electronics Workbench”

За допомогою цифрової лабораторії Einstein (Рис. 2.11) та додатку MiLABEx (Рис. 2.12) учнями виконувались різноманітні демонстрації на уроках також учням були запропоновані пошуково-дослідницькі творчі роботи. Такий підхід перетворив домашні завдання на захоплюючі дослідження та начо збільшив зацікавленість учнів до предмету, зробив уроки сучаснішими. Учні на уроках склали елементарні кола за схемою,

вимірювали температуру біля лампи розжарювання, з'ясовували принцип її роботи. А сама миттєва візуалізація отриманих даних дозволяла краще осягнути процеси, що відбувалися, зробити вірні висновки та проаналізувати їх.



Рисунок 2.11 – Цифрова лабораторія Einstein

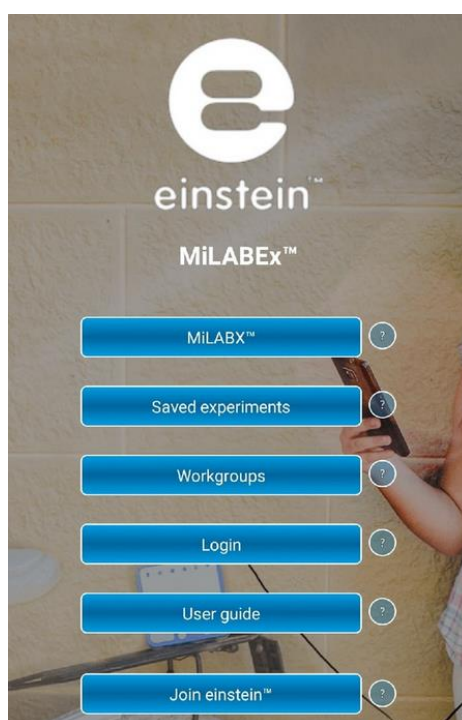


Рисунок 2.12 – Додаток MiLABEx

Часто великі складнощі виникають при розв'язуванні задач і завдань, пов'язаних з дослідженням функцій на основі побудови графіків. Таких завдань досить багато, хоча часто їм приділяється недостатня увага. Інструментом масового навчання технології розв'язування подібних завдань можуть стати системи обчислювальної математики, включаючи найбільш доступну та поширену – табличний процесор Microsoft Office Excel.

Доцільність його використання при розв'язуванні фізичних задач в порівнянні з іншими програмними середовищами аргументується [39]:

1. доступністю програмного засобу для учнів;
2. оперативністю математичних розрахунків;
3. графічними можливостями табличного редактора;
4. простоті у використанні;
5. цікавістю у учнів до комп'ютерних програм.

Важливим аспектом використання Microsoft Office Excel при розв'язуванні задач є їх комплексна підготовка до зовнішнього незалежного оцінювання, де значна частина завдань подана у вигляді графічних задач.

Фізичні моделі в старшій школі прийнято будувати в Microsoft Excel. Це пояснюється набором безлічі математичних функцій в програмі і прийнятним графічним модулем.

Крім того, Microsoft Excel найкраще використовувати на фізиці тільки з тих міркувань, що учні добре знайомі з нею з уроків інформатики, тому виконання роботи викличе у них мінімум технічних питань.

У процесі навчання учні не тільки освоюють методику розв'язування подібних задач, але й набувають навичок роботи з електронними таблицями та презентаціями в обсязі, достатньому для подальшого вивчення та практичного застосування. Спостерігається активізація пізнавальної діяльності учнів (студентів), інтенсифікація навчального процесу, глибше усвідомлення фізичного змісту задачі, формуються вміння в учнів працювати з графіками та їх читання.

Оскільки вивчення теми з інформатики «Візуалізація даних» практично співпадає за часом із вивченням теми «Газові закони» у фізиці, цілком доцільно пропонувати учням будувати графіки ізопроцесів, щоб вони користувалися можливостями Excel. Такий вид роботи формує, з одного боку, навички обробки даних із подальшим створенням графіків, а з іншого боку покращує розуміння досить складної теми з фізики (для правильної побудови графіку учням необхідно обрати вірну систему координат та обчислити певні коефіцієнти, створивши ті чи інші формули).

Також учні у процесі навчання фізики використовують Microsoft Office Power Point. Мультимедійна презентація може містити текстові матеріали, фотографії, малюнки, слайд-шоу, звукове оформлення й дикторський супровід, відеофрагменти й анімацію, тривимірну графіку.

Створюючи комп'ютерні презентації, учні набувають найважливіших у сучасних умовах навичок: критичне осмислення інформації, виділення головного в інформаційному повідомленні, уміння систематизувати й узагальнювати матеріал.

2.3 Методика використання мережі Інтернет у процесі навчання фізики

Комп'ютеризація та інформатизація вимагають від людини нових навичок, умінь та знань, котрі можливо буде адаптовати до умов інформаційного суспільства. Нині особлива роль відводиться мережі Інтернет – засобу розповсюдження інформації, середовища спілкування та співпраці людей, котра є найпопулярнішою та найбільшою комп'ютерною мережею, яка відкриває широкі можливості ефективного її використання в освіті. Надання різноманітної навчальної інформації, відкриття широких можливостей використання різноманітних ресурсів мережі Інтернет, включаючи навчальні дистанційні курси, перекладачі, дистанційні олімпіади і конкурси, інтерактивні енциклопедії, бібліотеки, текстові сховища,

словники та ін. Мережа Інтернет є джерелом найрізноманітнішої інформації. Виходячи з нашої навчальної мети це можуть бути освітні ресурси, яких нині є багато і в подальшому кількість їх збільшується, та ін.

Одним з видів робіт із застосуванням Інтернет – ресурсів на уроках фізики є контрольні роботи, створені за допомогою Google Forms (Рис. 2.13).

Механічний рух

Короткий тест


Зміна положення тіл з часом це 1 з 10

Переміщення

Траєкторія

Швидкість

Відносно якого тіла діти будуть знаходитись у спокої, якщо машини рухаються? 1 з 10



Будинку

Зеленої машини

Фіолетової машини

Рисунок 2.13 – Тест у Google Forms

Відповіді учнів на контрольну роботу в такому випадку записуються в електронну таблицю Google. Вчитель має змогу один раз вказати правильну кількість балів за кожну відповідь та вказати правильні відповіді, а вже потім, застосовуючи готову формулу від Google, одним рухом перевірити всі роботи, котрі є в наявності. Така перевірка значно буде економити час вчителя, та дозволить отримати одразу всі результати, які, безсумнівно, є абсолютно об'єктивними. Крім того, зберігання результатів контрольних робіт у вигляді електронних таблиць дозволяє дуже швидко складати статистичні звіти та проводити аналіз контрольних робіт. Якщо учень через хворобу або з інших причин відсутній у школі, він має можливість пройти контрольну роботу дистанційно.

При такому виді перевірки знань учень набуває навичок роботи з онлайн ресурсами для тестування, навчається отримувати доступ до відповідних ресурсів (в тому числі хмарних сервісів).

На сьогодні хмарні сервіси набувають все більшого поширення. Ключова перевага їх перед аналогами полягає в тому, що користувачі можуть отримувати доступ до інформаційних ресурсів у будь-який час за наявного підключення до мережі Інтернет, а також керувати доступом до поширюваних ними даних. У процесі вивчення фізики учитель та учень можуть застосовувати різні способи використання хмарних технологій. Перший і найбільш очевидний – обмін даними. Розміщення корисних навчальних матеріалів у хмарі дозволяє економити час при підготовці уроку, а учні набувають навичок обробки значних масивів даних та розмежування доступу до них. Так, наприклад, для вирішення конкретного завдання, учні та вчитель можуть надавати доступ до файлів, що розміщені у їхніх хмарних сховищах (Google Drive, Dropbox). Інший напрям використання хмарних технологій пов'язаний зі спеціалізованими хмарними сервісами для організації навчального процесу, яскравим прикладом яких є Google Classroom. Подібні сервіси організовані таким чином, що сприяють обміну інформацією між суб'єктами навчального процесу. При чому вони можуть бути якісно використані при вирішенні проблем, оскільки при цьому вчитель може бути виключно куратором, надаючи учням можливість самостійно керувати інформаційними потоками в рамках такого хмарного середовища. За результатами проведеної роботи вчитель має можливість проводити у системі оцінювання знань, відслідковувати успішність учня при проходженні того чи іншого курсу. Не варто забувати і про звичні користувачам сервіси спільного доступу до документів, як Google Docs, Owncloud.

Цікавою для учнів є робота з завданнями, що створені на ресурсі LearningApps.org. Приклад завдання розміщений на Рисунок 2.14.

Представлений в ненав'язливій формі матеріал засвоюється учнями значно легше й значно краще відтворюється в майбутньому на етапах повторення пройденого матеріалу.

Рисунок 2.14 – Завдання створене на ресурсі LearningApps.org

Слід зауважити, що для ефективного використання даного ресурсу, потрібно або власноруч створити завдання, враховуючи особливості контингенту учнів, або ретельно перевіряти вже наявні, оскільки в них зустрічаються поодинокі помилки. Також для ефективної оцінки подібних вправ у якості домашньої роботи, доцільно попередньо створити профілі учнів на ресурсі LearningApps.org. Реєстрація є безкоштовною та простою, та займає не більше хвилини на одного учня (або ж учні можуть власноруч створити аккаунти, а потім додати свій аккаунт до відповідного «класу», тренуючи навички коректної реєстрації та безпеки аккаунтів при виборі паролів). У випадку проходження завдання зареєстрованим учнем, його результат зберігається та є доступним для перегляду вчителем в будь-який час з будь-якого пристрою, під'єданого до мережі Інтернет, що також значно економить час вчителя на перевірку домашнього завдання.

Можливість такої дистанційної перевірки та оцінювання буде доречною при запуску електронних журналів, з якими також можна працювати віддалено.

Також учням цікаво було працювати на уроках з веб-квестами. Розробляються веб-квести для максимальної інтеграції інтернету в навчальний предмет (Рис. 2.15, Рис. 2.16).



Рисунок 2.15 – Фрагмент сторінки веб-квесту з фізики



Рисунок 2.16 – Фрагмент сторінки веб-квесту з умовами проходження

Веб-квести стосуються окремо проблеми, навчального предмету, теми. Розрізняють два типи веб-квестів: для короткочасної (поглиблення знань і їх інтеграція, розраховані на одне-три заняття) і тривалої роботи (поглиблення і трансформування знань учнів, розраховані на тривалий термін -може бути, на семестр або навчальний рік). Особливістю веб-квестів є те, що частина інформації або й уся інформація, представлена на сайті для самостійної або групової роботи учнів, розміщена насправді на різних веб-сайтах. Завдяки наявності гіперпосилань, учні цього не відчують, а працюють в єдиному інформаційному просторі, для якого не є суттєвим чинником точне місцезнаходження тієї чи іншої частини навчальної інформації. Учні дається завдання зібрати матеріали інтернеті з будь-якої теми, розв'язати якусь проблему, використовуючи ці матеріали. Посилання на частину джерел даються вчителем, а частин вони можуть знайти самі, користуючись звичайними пошуковими системами. По завершенні квесту учні або репрезентують власні веб-сторінки з конкретної теми, або творчі роботи в електронній, друкованій або усній формах. Узагальнення наукових пошуків дослідників дає змогу констатувати, що фактично, веб-квест можна розглядати як дидактичну структуру, у межах якої вчитель формує пошукову діяльність учнів, задає параметри цієї діяльності і визначає її часову тривалість. За таких умов учні стають активними суб'єктами навчально-пізнавальної діяльності. По суті, веб-квест є інтерактивним процесом під час якого учні самостійно здобувають необхідні знання.

Особливість веб-квесту як засобу навчання полягає у реалізації освітніх завдань через ігрову діяльність; використанні сучасних технічних засобів навчання, які сприяють самовираженню учня; цілеспрямованому мотивуванню емоційної та інтелектуальної активності; пошуковому характеру навчальної діяльності; розвитку інформаційної та медіа-грамотності. Використання веб-квесту підвищує мотивацію учнів класу до самостійної діяльності, саморозвитку, оскільки учні, працюючи над завданням, збирають, осмислюють, узагальнюють інформацію, формують висновки.

Також існує інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» PhET (Physics Education Technology), котрий використовується для віртуального моделювання у процесі вивчення фізики [40]. На сайті розміщені загальні методичні настанови і методичні рекомендації щодо використання кожної моделі. Всі PhET-моделі знаходяться у вільному доступі на веб-сайті Phet і прості у використанні (Рис. 2.17). Вони можуть бути завантажені і використані за допомогою стандартного веб-браузера. Сайт є безкоштовним для використання і найпопулярнішим серед подібних сайтів.

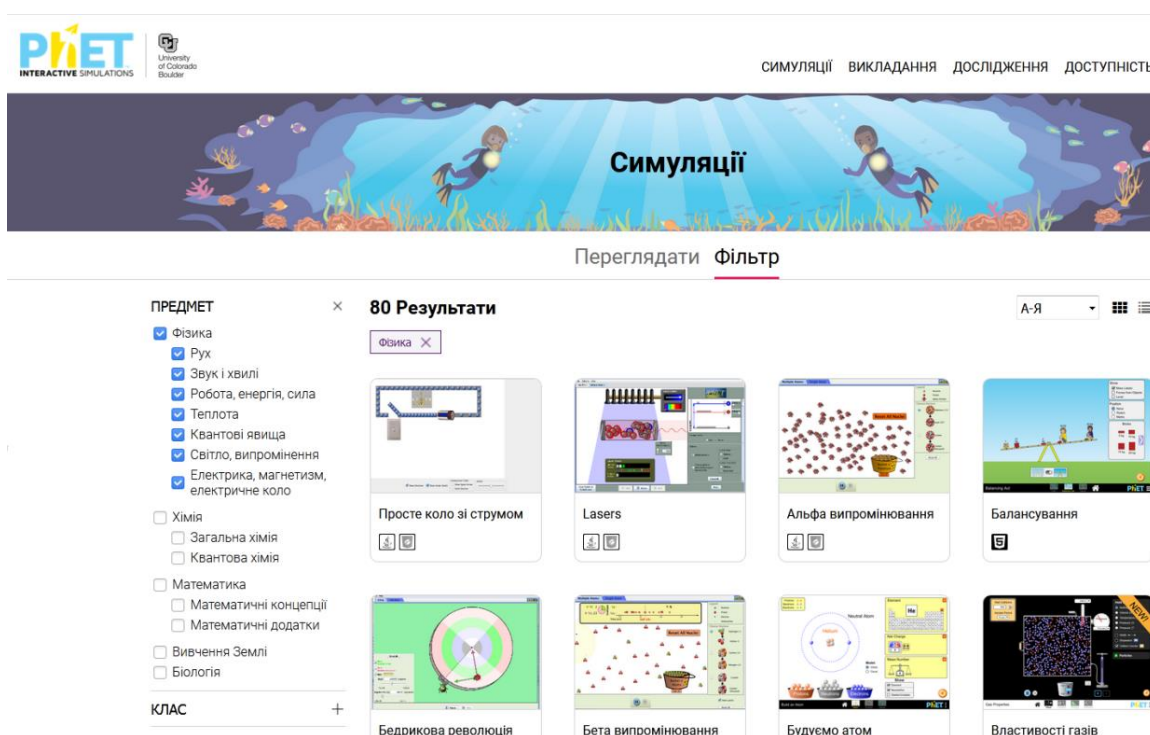


Рисунок 2.17 – Інтерфейс „Інтерактивних симуляцій” PhET

Сайт PhET, з моделювання «оживляє» за допомогою мультиплікації і графіки те, що невидиме для очей, і надає змогу інтуїтивно керувати процесами, використовуючи такі дії, як «натиснути і перетягнути», а також за допомогою різноманітних повзунків і перемикачів. З метою подальшого стимулювання кількісних досліджень, що можуть бути виконані учнями. Моделювання також пропонує вимірювальні прилади, наприклад, лінійки, годинники, вольтметри, амперметри, термометри тощо. Користувач,

маніпулюючи цими інтерактивними інструментами, може одразу отримувати вимірювані величини так, що вони ефективно ілюструють причинно-наслідкові зв'язки [41].

Це також дозволяє спостерігати за декількома пов'язаними об'єктами і параметрами (відображається рух об'єктів, графіки процесів, числові значення показників тощо). Моделі мають унікальні особливості, які не доступні більшості засобів навчання (інтерактивні елементи, анімацію, динамічний зворотний зв'язок), вони дозволяють продуктивно досліджувати явища і процеси, недоступні для безпосереднього експериментування.

Тобто, користуючись сайтом PhET учні мають можливість розглянути уявний експеримент, який займає важливе місце при вивченні фізики і служить для розуміння реальних об'єктів пізнання природи.

В цілому, робота учнів в Інтернеті охоплює різні види діяльності:

1. спілкування в мережі;
2. самостійну навчальну діяльність (у режимі самоосвіти);
3. для поглиблення знань у певній галузі, ліквідацію прогалин;
4. підготовку до контрольних;
5. навчальну діяльність під керівництвом віддаленого вчителя в курсі дистанційного навчання;
6. самостійну роботу з інформацією.

Зрозуміло, специфіка кожного навчального предмета диктує свої вимоги до роботи з інформацією, в тому числі і фізика. У результаті вивчення фізики учень повинен вміти проводити самостійний пошук інформації природничого змісту з використанням різних джерел (навчальних текстів, довідкових та науково-популярних видань, комп'ютерних баз даних, ресурсів Інтернету), її обробку та подання до різних форм (словесно, за допомогою графіків, математичних символів, малюнків і структурних схем).

Кожен з цих видів діяльності має свою специфіку. Найбільш затребуваною виявляється робота з інформацією. Кожен, хто хоч раз спробував увійти в глобальну мережу Інтернет, встиг переконатися, що це

океан інформації, в якому дуже легко потонути. Важливо визначити, де, при вирішенні яких дидактичних завдань послуги, що надаються Інтернет, і його ресурси можуть бути максимально ефективно використані в навчальному процесі.

Таким чином, використання мережі Інтернет на уроках фізики та в позаурочних час сприяє поглибленню різноманітних компетенцій, спрощує процес засвоєння учнями матеріалу з фізики, сприяє ефективності використання можливостей інформаційних технологій, оптимізує витрати часу вчителя.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ФІЗИКИ

3.1 Організація педагогічного експерименту

Педагогічний експеримент – метод педагогічних досліджень, під час якого відбувається активний вплив на педагогічні явища шляхом створення нових умов, котрі впливають з мети дослідження. Завданням педагогічного експерименту є з'ясування порівняльної ефективності проведених у навчально-виховний процес технологій, методів, прийомів, нового наповнення тощо.

Метою педагогічного експерименту було:

1. проведення аналізу системи знань, умінь і навичок, які повинні формуватися в учнів старшої школи у процесі навчання фізики;
2. виявлення недоліків та переваг традиційної методичної системи навчання;
3. визначення рівня сформованості цифрової компетентності учнів;
4. визначення шляхів формування цифрової компетентності учнів.

Для того щоб дані педагогічного експерименту давали матеріал, на підставі якого можна було б зробити самостійні висновки про властивість всієї сукупності явищ, педагогічний експеримент повинен задовольняти певні статистичні вимоги, а саме:

1. чітко визначені одиниці спостереження;
2. виділення ознак, котрі вивчаються;
3. кількість спостережень повинна бути достатньою;
4. мають бути вибрані об'єкти, які підлягають спостереженню.

Одиницею спостереження виступав суб'єкт – учень, який вчив фізику в старшій школі. Необхідною умовою статистичної значущості є відбір достатньо однорідних одиниць спостереження.

Визначення основних ознак, котрі вивчаються, дослідження яких є метою спостережень, також зумовлюється завданнями педагогічного дослідження. Метою останнього є визначення ефективності впровадження запропонованих методичних умов, результатом яких є формування цифрової компетентності учня.

Основні завдання експериментального дослідження полягають у тому, щоб проаналізувати стан сформованості цифрової компетентності учнів, розробити методичні рекомендації щодо самостійної роботи учнів, впровадити розроблені методичні рекомендації щодо формування цифрової компетентності учнів, обробити, інтерпретувати й проаналізувати отримані дані.

Суть експерименту як методу дослідження полягає в спеціальній організації всієї структури на основі запропонованої методики. Відповідно до завдань дослідження в ході експерименту була апробована методична система формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики. Це дало змогу визначити зв'язки між досліджуваними даними без порушення цілісності навчального процесу.

Педагогічний експеримент з формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики здійснювався впродовж 2019-2020 рр. й охоплював чотири етапи – пошуковий, констатувальний, формувальний, аналітико-узагальнюючий (Табл. 3.1).

Пошуковий етап передбачав: детальний теоретичний аналіз психолого-педагогічної і методичної літератури для визначення ступеня розробленості досліджуваної проблеми; вибір теми дослідження; формулювання мети та завдань дослідження; вивчення практичного досвіду з досліджувальної проблеми.

Таблиця 3.1 – Етапи експериментальної роботи

Назва етапу експериментальної роботи	Мета експериментальної роботи	Основний зміст експериментальної роботи
Пошуковий	Узагальнити й систематизувати знання, здобуті під час опрацювання наукових джерел і вивчення досвіду для розробки системи й робочої моделі досліджуваного явища. Розробити програму констатувального й формувального етапів експерименту.	Визначення параметрів досліджуваного явища як передумови розробки системи й робочої моделі досліджуваного явища. Розробка програми констатувального й формувального етапів експерименту.
Констатувальний	Змоделювати систему формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики. Перевірити дослідження, визначити рівні, критерії, показники учнів в аспекті досліджуваної проблеми.	Розробка моделі системи досліджуваного явища. Визначення сучасного стану володіння цифровими компетентностями учнями. Виділення контрольного та експериментального класу.
Формувальний	Розробити й упровадити в навчальний процес експериментальних класів технологію формування цифрової компетентності учнів.	Введення в навчальний процес розробленої моделі формування цифрової компетентності учнів. Проведення зрізу знань.
Аналітико-Узагальнюючий	Підтвердити дослідження за допомогою кількісних і якісних показників.	Аналіз й узагальнення результатів формувального етапу експерименту.

Констатувальний етап експерименту проводився для виявлення загального стану проблеми формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики.

Під час констатувального етапу педагогічного експерименту застосовувалися пасивні методи дослідження. Було здійснено теоретичний аналіз педагогічної документації з обраної теми; обґрунтовано теоретичні й

методичні основи дослідження; визначено його вихідні положення; розроблено програму дослідження; визначено мету, завдання й методи дослідження.

Учні, які брали участь в експерименті, вивчали курс фізики згідно з навчальною програмою, яка відповідала вимогам. Ніякі додаткові завдання, крім тих, котрі були заплановані навчальною програмою, учням не ставилися. Крім того, для отримання деяких даних було обрано метод анкетування учнів для оцінювання рівня сформованості цифрової компетентності, який забезпечив отримання даних, що дали змогу адекватно й обґрунтовано описати стан досліджуваної проблеми (додаток А).

Проведення анкетування підтвердило важливість формування цифрової компетентності учнів.

Ефективність теоретичного обґрунтування підходів до формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики перевірялася під час формувального експерименту, який виступав складовою експериментально-дослідної роботи.

У педагогіці виділяють різні форми формувального експерименту:

1. паралельний, який передбачає наявність експериментальних і контрольних груп;
2. лінійний, для котрого достатньо лише експериментальної групи;
3. природний, який проводиться в природних умовах;
4. лабораторний, для проведення якого необхідна наявність спеціально обладнаної школи-лабораторії або класу.

У нашому випадку проводився паралельний експеримент.

Під час формувального етапу педагогічного експерименту (2020 р.), який здійснювався на базі Запорізького навчально-виховного комплексу № 70, досліджувалася ефективність методичної системи формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики для доведення її ефективності. До контрольного класу (КК) увійшло 38 учнів, яких навчали фізиці на традиційній основі; до експериментального класу (ЕК) – 33 учні,

навчання яких здійснювалося за авторською методичною системою. Зауважимо, що всі вони навчалися за однаковими навчальними програмами. Матеріально-технічне забезпечення освітнього процесу також не відрізнялося.

Аналітико-узагальнюючий етап – це підведення підсумків педагогічного експерименту: на основі кількісних і якісних показників було проведено аналіз результатів педагогічного дослідження, та формулювання висновків. Проведено порівняльний аналіз одержаних проміжних і кінцевих результатів педагогічного експерименту. Достовірність результатів дослідження забезпечувалася науковою обґрунтованістю вихідних теоретичних положень; внутрішньою логікою дослідження; адекватністю методів, які використовувалися, меті та завданням дослідження; використанням математичних методів опрацювання результатів дослідницької роботи тощо.

3.2 Результати педагогічного експерименту

Для аналізу отриманих результатів експерименту застосовувався статистичний метод за λ -критерієм Колмогорова-Смирнова. Цей метод був обраний, оскільки критерій оцінює достовірність відмінностей між накопиченими емпіричними частками двох вибірок, у яких зареєстрований ефект, котрий нас цікавить.

У результаті впровадження методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи було виявлено, що в учнів експериментального класу рівень мотивації зріс, як це представлено у таблиці 3.2 та на рисунку 3.1. Визначення рівня мотивації учнів на формувальному етапі експерименту здійснювалося на основі анкетування (додаток Б).

Як свідчить таблиця 3.2, в експериментальному класі зростання рівня мотивації учнів склало на високому рівні 5,88% наприкінці експерименту проти 2,94% на його початку; на достатньому рівні – 32,35% наприкінці

експерименту проти 9,80% на початку. Натомість середній рівень сформованості мотивації спостерігався в експериментальному класі в 34,31% наприкінці експерименту проти 43,14% на його початку, а також початковий рівень сформованості мотивації спостерігався в експериментальному класі у 27,45% наприкінці експерименту проти 44,12% на його початку.

Таблиця 3.2 – Рівень мотивації учнів до формування цифрової компетентності на початку та в кінці формувального етапу експерименту (у контрольному і експериментальному класах)

Рівень мотивації	На початку експерименту				В кінці експерименту			
	Експериментальний клас		Контрольний клас		Експериментальний клас		Контрольний клас	
	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%
Високий	1	2,94	1	2,68	2	5,88	2	4,46
Достатній	3	9,80	4	10,71	11	32,35	6	14,29
Середній	14	43,14	17	45,54	12	34,31	17	47,32
Початковий	15	44,12	16	41,07	8	27,45	13	33,93

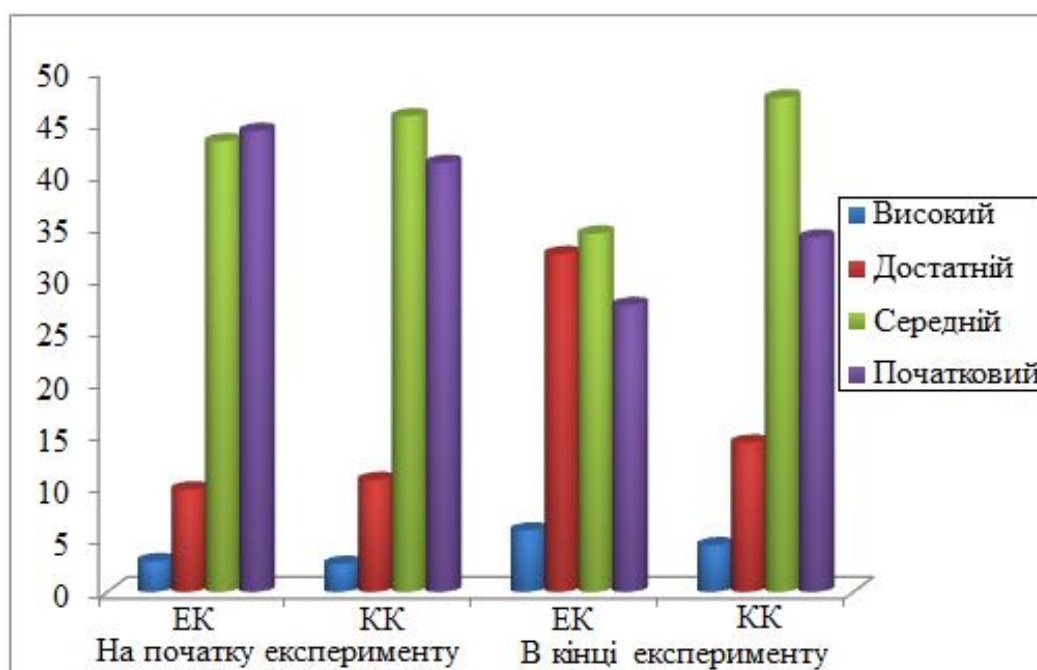


Рисунок 3.1 – Результати рівнів мотивації в учнів на початку та в кінці формувального етапу експерименту, у %

Графічне представлення результатів визначення рівня мотивації в учнів на початку та в кінці експерименту подано на рис. 3.1.

Сформулюємо статистичні гіпотези:

H_0 : розподіл учнів експериментального класу за рівнями мотивації після формування етапу експерименту статистично не відрізняється від розподілу учнів за рівнями мотивації у контрольному класі.

H_1 : розподіл учнів експериментального класу за рівнями мотивації після формування етапу експерименту суттєво відрізняється від розподілу учнів за рівнями мотивації у контрольному класі.

Розрахунок названого критерію подано у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок критерію при співставленні мотивації в експериментальному і контрольному класі в кінці формування етапу експерименту

Рівні сформованості мотивації	Емпіричні частоти		Емпіричні частки		Накопичені емпіричні частки		Різниця d
	ЕК	КК	ЕК	КК	ЕК	КК	
Високий	2	2	0,059	0,045	0,059	0,045	0,014
Достатній	11	6	0,324	0,143	0,392	0,113	0,293
Середній	12	17	0,343	0,473	0,725	0,561	0,165
Початковий	8	13	0,275	0,339	1,000	1,000	0,000

Максимальна різниця між накопиченими емпіричними частками складає 0,293 і знаходиться на достатньому рівні. Підрахуємо значення критерію λ за формулою:

$$\lambda_{\text{емп.}} = d_{\text{max}} \cdot \sqrt{\frac{n_e \cdot n_k}{n_e + n_k}} = 0,293 \cdot \sqrt{\frac{33 \cdot 38}{33 + 38}} = 1,34,$$

$$\lambda_{\text{кр}} = \begin{cases} 1,22 (p \leq 0,10) \\ 1,36 (p \leq 0,05) \end{cases},$$

$$\lambda_{\text{емп.}} \geq \lambda_{\text{кр}} \quad \text{для } 0,10.$$

Отже, H_0 відхиляється, приймається H_1 : розподіл учнів експериментального класу за рівнями мотивації після формування етапу експерименту відрізняється від розподілу учнів за рівнями мотивації у контрольному класі.

Визначення рівня сформованості цифрової компетентності учнів на формувальному етапі експерименту здійснювалося на основі критеріїв і показників, представлених у розділі 1. Розподіл учнів за рівнями сформованості цифрової компетентності на формувальному етапі експерименту подано в таблиці 3.4. та на рис. 3.2.

Таблиця 3.4 – Розподіл учнів експериментального та контрольного класу за рівнями сформованості цифрової компетентності на формувальному етапі експерименту

Рівень сформованості цифрової компетентності	На початку експерименту				В кінці експерименту			
	Експериментальна група		Контрольна група		Експериментальна група		Контрольна група	
	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%
Високий	3	8,82	4	8,93	4	11,76	4	8,93
Достатній	16	48,04	17	45,54	19	57,84	16	41,96
Середній	13	39,22	15	41,07	9	27,45	17	45,54
Початковий	1	3,92	2	4,46	1	2,94	1	3,57

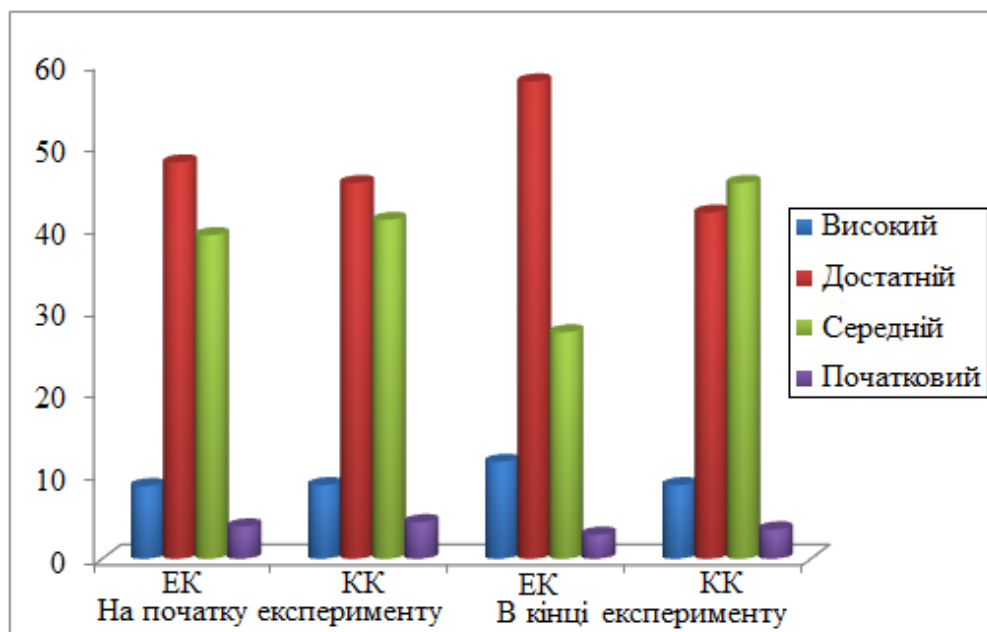


Рисунок 3.2 – Діаграма розподілу учнів експериментального та контрольного класів за рівнями сформованості цифрової компетентності на формувальному етапі експерименту, у %

Отже, як свідчать результати експериментальної роботи, в кінці експерименту суттєво зросла частка учнів, які досягли достатнього рівня сформованості цифрової компетентності. А показники для учнів контрольного класу залишилися майже незмінним.

Такі показники експериментального класу пояснюємо запровадженням методичної системи формування цифрової компетентності.

Достовірність одержаних результатів перевірено за допомогою λ -критерію Колмогорова-Смирнова. Сформулюємо статистичні гіпотези:

H_0 : частка учнів, у яких рівень сформованості цифрової компетентності після формувального етапу експерименту в експериментальному класі не вищий, ніж у частки учнів у контрольному класі.

H_1 : частка учнів, у яких рівень сформованості цифрової компетентності після формувального етапу експерименту в експериментальному класі вищий, ніж у частки учнів у контрольному класі.

Розрахунок критерію при зіставленні сформованості рівня сформованості цифрової компетентності після експерименту в експериментальному і контрольному класах подано в таблиці 3.5.

Максимальна різниця між накопиченими емпіричними частками складає 0,187 і знаходиться на достатньому рівні. Підрахуємо значення критерія λ за формулою:

$$\lambda_{emp.} = 0,326 \cdot \sqrt{\frac{33 \cdot 38}{33 + 38}} = 1,37,$$

$$\lambda_{emp.} \geq \lambda_{кр} \text{ для } 0,05.$$

Отже, H_0 відхиляється, приймається H_1 : частка учнів, у яких рівень сформованості професійних знань після формувального етапу експерименту в експериментальному класі вищий, ніж у частки учнів у контрольному класі.

Таблиця 3.5 – Розрахунок критерію при зіставленні сформованості цифрової компетентності в експериментальній і контрольній групах після формувального етапу експерименту

Рівні сформованості професійних знань	Емпіричні частоти		Емпіричні частки		Накопичені емпіричні частки		Різниця d
	ЕК	КК	ЕК	КК	ЕК	КК	
Високий	4	4	0,179	0,089	0,179	0,089	0,090
Достатній	19	16	0,578	0,420	0,786	0,459	0,326
Середній	9	17	0,275	0,455	0,971	0,964	0,006
Початковий	1	1	0,029	0,036	1,000	1,000	0,000

Дані експериментального дослідження, опрацьовані на основі λ -критерію Колмогорова-Смирнова, підтвердили, що формування цифрових компетентностей учнів старшої школи здійснюється більш вдало за умови використання запропонованої методичної системи.

Відзначимо, що мала тривалість педагогічного експерименту не дозволила повною мірою перевірити ефективність методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики. Про це свідчить незначне зростання результатів досягнення учнями експериментального класу високого рівня сформованості цифрової компетентності. Проте результати проведеного аналізу підтверджують певний ступінь адекватності розробленої методичної системи щодо процесу формування цифрових компетентностей учнів у процесі навчання фізики.

ВИСНОВКИ

У процесі проведення кваліфікаційного дослідження були вирішені усі поставлені завдання. Відповідно до мети та поставлених завдань у ході теоретичного пошуку й експериментальної роботи одержано такі основні результати:

1. На підставі аналізу численних досліджень цифровізації навчального процесу дано визначення цифрової компетентності учня закладу середньої освіти як його динамічної здатності доцільно, критично і безпечно у процесі навчальної діяльності обирати цифрові ресурси, керувати ними та застосовувати у процесі навчання.

2. Розроблено методичну систему формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики, що містить цілі, зміст, форми, методи та засоби, спрямовані на формування даного феномену. Метою методичної системи є формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики; її зміст складають інформаційний, технічний, споживацький та комунікативний компоненти цифрової компетентності; найбільш ефективними формами формування цифрової компетентності учнів у процесі навчання фізики є уроки узагальнення і систематизації знань, уроки вивчення нового матеріалу із застосуванням цифрових ресурсів; ядром методичної системи є проблемні методи навчання, розв'язування задач із застосуванням цифрових засобів та використання наочних методів навчання; до цифрових засобів навчання фізики відносяться численні цифрові ресурси (виділено типи і зміст ресурсів та висвітлено особливості їх застосування у процесі навчання фізики).

3. Розроблена методика застосування мобільних пристроїв, цифрових комплексів, офісних програм та мережі Інтернет у процесі навчання фізики у контексті формування у учнів цифрової компетентності. Показано переваги застосування мобільних пристроїв у процесі навчання фізики, розглянуто

низку андроїд-додатків, спеціальних програмних пакетів (Lab4Physics, Physics Virtual Lab та ін.), що дозволяють учням проводити практичні дослідження та моделювати віртуальні фізичні процеси для кращого їх розуміння. Розроблено елементи уроків з використанням платформи Arduino та побудови на її основі міні-експериментальних комплексів. Проілюстровано можливості застосування мережі Інтернет у процесі навчання фізики, зокрема: проведення контрольних робіт, створених за допомогою Google Forms; застосування хмарних сервісів для обміну даними, надання доступу до файлів, розміщених у хмарних сховищах (Google Drive, Dropbox), спеціалізованих хмарних сервісів для організації навчального процесу (Google Classroom); робота учнів із завданнями, що створені на ресурсі LearningApps.org; застосування веб-квестів та ін.

4. Ефективність методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики була перевірена в ході педагогічного експерименту, експериментальні дані були оброблені із застосуванням непараметричного критерію Колмогорова-Смирнова. Результати експериментального дослідження засвідчили, що розроблена методична система формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процесі навчання фізики забезпечує досягнення учнями експериментального класу більш вищого рівня сформованості цифрової компетентності, ніж у учнів контрольного класу. Педагогічний експеримент підтвердив доцільність упровадження методичної системи формування цифрової компетентності учнів старшої школи у процес навчання фізики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Советский энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров. 4-е изд. Москва : Сов. Энциклопедия, 1989. 1632 с.
2. Сластенин В. А. Педагогика. Москва : Просвещение, 1977. 362 с.
3. Тюлю Г. Качество профподготовки менеджера. *Высшее образование в России*. 2005. № 11. С. 78–82.
4. Шишов С. Е. Понятие компетентности в контексте качества образования. *Стандарты и мониторинг в образовании*. 1999. № 2. С. 30–34.
5. Хуторской А. В. Ключевые компетенций как компонент личностно ориентированной парадигмы образования. *Народное образование*. 2003. № 2. С. 58–64.
6. Урбанович А. А. Психология управления : учеб. пособ. Минск : Харвест, 2001. 640 с.
7. Селевко Г. К. Компетентности и их классификации
URL : http://matem.USPU.ru/i/inst/mast/subjects/MO40PDMAT_MAT2007D02.pdf.
8. Бібік Н. М. Компетенції ./ Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; гол. ред. В. Г. Кремень. Київ : Юрінком Інтер, 2008. С. 409–410.
9. Горб В. Г. Основная образовательная программа вуза: проблемы и решения. *Стандарты и мониторинг в образовании*. 2004. № 2. С. 22–31.
10. Заболотний В. Ф. Дидактичні засади застосування мультимедіа у формуванні методичної компетентності майбутніх учителів фізики. Автореф. дис.... д.пед. н. 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики. Київ, 2010. 35 с.
11. Образовательный процесс в начальной, основной и старшей школе: Рекомендации по организации опытно-экспериментальной работы. Москва : Сентябрь, 2001. 240 с.

12. Пометун О. І. Формування громадянської компетентності: погляд з позиції сучасної педагогічної науки. *Вісник програм шкільних обмінів*. 2005. № 23. С. 18–24.
13. Державні стандарти професійної освіти: теорія і методика: монографія / за ред. Н. Г. Ничкало. Хмельницький : ТУП, 2002. 334 с.
14. Ягупов В. В., Свистун В. І. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти. *Наукові записки*. Том 71. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота. С. 3–8.
15. Закон України «Про освіту». Відомості Верховної Ради (ВВР), 2017, № 38-39, с. 380. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
16. Болотов В. А., Сериков В. В. Компетентносная модель: от идеи к образовательной программе. *Педагогика*. 2003. № 10. С. 8–14.
17. Петров А. Основные концепты компетентностного подхода как методологической категории. *Alma mater (Вестник высшей школы)*. 2005. № 2. С. 54–58.
18. Цифровізація. Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80>.
19. Сафуанов Р. М., Лехмус М. Ю., Колганов Е. А. Цифровізація системи образования. *Вестник УГНТУ*. Наука, образование, экономика. Серия экономика. № 2 (28). 2019. С. 116-121., с. 118.
20. Солдатова Г. У., Рассказова Е. И. Психологические модели цифровой компетентности российских подростков и родителей. *Национальный психологический журнал*. 2014. №2 (14). С. 27–33.
21. Іваницький О. І. Формування цифрової компетентності майбутнього вчителя фізики у процесі фахової підготовки. *Наукові записки / Ред. кол.: В. Ф. Черкасов, В. В. Радул, Н. С. Савченко та ін. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2020. Вип. 185. С. 29-33., с. 30-31.

22. Биков В. Ю. Сучасні завдання інформатизації освіти. Інформаційні технології і засоби навчання. 2010. № 1 (15). URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt>.
23. Арнаудов М. П. Психология литературного творчества. Москва : Прогресс, 1969. с. 19.
24. Жураковская А. Л. Воздействие компьютера на здоровье пользователя. *Вестник Оренбургского государственного университета*. 2002. №2. с. 16-19.
25. Немов Р. С. Психология: Учеб. пособие для студентов высш. пед. учеб. заведений. Москва : Гуманит. изд. Центр ЛАДОС, 1995. с. 329.
26. Роберт И. В., Панюкова С. В., Кузнецов А. А., Кравцова А. Ю. Информационные и коммуникационные технологии в образовании. Москва : Дрофа, 2008. с. 25.
27. Стіллман Девід. Покоління Z на роботі / пер. з англ. І. Гоял. Харків : Видавництво «Ранок» : «Фабула», 2019. 304 с., с. 234-235.
28. Войскунский А. Е. Психология и Интернет. Москва : Акрополь, 2010. 439 с.
29. Леонтьев А. А. Деятельный ум (Деятельность, Знак, Личность). Москва : Смысл, 2001. 392 с.
30. Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік / Міністерство освіти і науки України. URL: http://osvita.ua/legislation/Ser_osv/56880/
31. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004.
32. Концепція Нової української школи / Міністерство освіти і науки України. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/media/reforms/ukrainskashkola/compressed.pdf>

33. Янишин В.М. Розвиток творчих здібностей обдарованих дітей у процесі вивчення фізики / В.М. Янишин. Івано-Франківськ, 2005. 179 с.
34. Мирошниченко О. Ресурсно-змістове забезпечення формування цифрової компетентності майбутніх педагогів закладів вищої освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. Випуск 28, том 3. Київ: 2020. 93 с.
35. Трифонова О. М. Інформаційно-цифрові ресурси у навчанні фізики та технічних дисциплін при підготовці майбутніх фахівців комп'ютерних технологій. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького*. Серія : Педагогічні науки. 2019. Вип. 3. С. 277–278.
36. Скрипка А. Використання мобільних додатків для проведення навчальних досліджень. *Комп'ютер в школі і сім'ї*. 2015. № 3. С. 28-31.
37. Мартинюк О.С. Особливості підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка*. Сер.: Педагогічна. 2013. Вип. 19. С. 168-170. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkr_ped_2013_19_59
38. Андреев А. М., Кулинич А. Г. Використання апаратно-програмного комплексу Arduino в інноваційній діяльності майбутніх учителів фізики та учнів. *Інформаційні технології в освіті*. Запорізький національний університет. Запоріжжя. 2017. № 2 (31). С. 22-23.
39. Моклюк М. О. Розв'язування фізичних задач з використанням табличного процесора Microsoft Office Excel. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини* / гол.ред М.Т.Мартинюк. Умань: ПП Жовтий О.О., 2012. Ч.4. С.257-264.
40. PhET Interactive Simulations / Wikipedia. 2013. Режим доступу до ресурсу: https://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations.
41. Слободяник О. В. Домашні експериментальні завдання як засіб активізації самостійної пізнавальної діяльності студентів. *Наукові записки*. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В.Винниченка. 2011. № 1. С. 108-113.

ДОДАТОК А

Анкета для оцінювання рівня сформованості цифрової компетентності учнів

Шановний учень!

Для подальшого удосконалення освітнього процесу в школі просимо Вас виступити як експерт й оцінити ступінь сформованості у Вас цифрової компетентності на даний момент. Для цього виберіть варіант відповіді, що найбільш відповідає дійсності (анкетування анонімне); намагайтеся максимально об'єктивно оцінити свої здібності.

1. Чи застосовує вчитель фізики на уроках цифрові засоби навчання?
 Так Частково Ні
2. Як часто вчитель фізики застосовує на уроці цифрові засоби навчання?
 Часто Рідко Взагалі не застосовує
3. Чи подобається Вам, коли вчитель фізики на уроці використовує цифрові засоби навчання?
 Так Не завжди Ні
4. Чи застосовуєте Ви цифрові засоби навчання при підготовці домашнього завдання?
 Так Частково Ні
5. На Вашу думку, який рівень вашого володіння цифрової компетентності?
 Високий Середній Достатній

Дякуємо за участь у проведенні дослідження.

ДОДАТОК Б

Анкета для оцінювання рівня мотивації учнів на формувальному етапі експерименту

Шановний учень!

Для подальшого удосконалення освітнього процесу в школі просимо Вас виступити як експерт й оцінити рівень Вашої мотивації до формування цифрової компетентності. Для цього виберіть варіант відповіді, що найбільш відповідає дійсності (анкетування анонімне).

1. Чи застосовує вчитель фізики на уроках цифрові засоби навчання?
 Так Частково Ні
2. Чи подобається Вам, коли вчитель фізики на уроці використовує цифрові засоби навчання?
 Так Не завжди Ні
3. Як часто вчитель фізики застосовує на уроці цифрові засоби навчання?
 Часто Рідко Взагалі не застосовує
4. Уроки фізики стали цікавішими після того, як вчитель почав застосовувати цифрові засоби навчання?
 Так Частково Ні
5. Чи подобається Вам, коли інші вчителі на уроках використовують цифрові засоби навчання?
 Так Не завжди Ні
6. Чи з більшою радістю ви йдете до школи знаючи що на уроці вчитель буде застосовувати цифрові засоби навчання?
 Так Не завжди Ні
7. Чи застосовуєте Ви цифрові засоби навчання при підготовці домашнього завдання?
 Так Частково Ні
8. Тобі більше подобається підготовка домашнього завдання з використанням цифрових засобів навчання?
 Так Не завжди Ні
9. Чи обговорюєте ви з однокласниками цифрові засоби навчання?
 Так Не завжди Ні
10. Ви часто розповідаєте про уроки з використанням цифрових засобів навчання своїм батькам?
 Так Не завжди Ні

Дякуємо за участь у проведенні дослідження.