

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет комп'ютерних наук, фізики та математики
Кафедра фізики та методики її навчання

ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ
ЗАСОБАМИ ІКТ В НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Кваліфікаційна робота (проект)

на здобуття ступеня вищої освіти “магістр”

Виконав (ла): студент 2 курсу, групи 15-211 М
Спеціальності 014 Середня освіта (Фізика)
Освітньо-професійна програма
Середня освіта (Фізика)
Кривенко Н. І.

Керівник
професорка
Коробова І.В.
Рецензент
професорка
Сидорович М.М.

Херсон – 2020

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ЗАСОБАМИ ІКТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ	6
1.1. Поняття STEM-компетентність у сучасній психолого-педагогічній літературі.	6
1.2. Методи і засоби формування STEM-компетентностей учнів закладів загальної середньої освіти	13
1.3. Шляхи використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентностей на уроках фізики.....	19
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ІКТ ЯК ЗАСОБУ ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ.....	29
2.1. Аналіз навчальної програми з фізики з позиції можливостей використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентностей учнів при вивченні розділу «Механіка»	29
2.2. Методичні рекомендації щодо формування STEM-компетентностей під час вивчення механічних явищ в старшій школі засобами ІКТ.....	33
2.3. Використання симуляцій vascak.cz	45
2.4. Використання PhET Interactive Simulations.....	51
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ	58
3.1. Організація педагогічного експерименту.....	58
3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту.....	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77
ДОДАТКИ.....	86

ВСТУП

У постійно мінливому, дедалі складнішому світі дуже важливим є те, щоб молодь нашої країни була готова використовувати набуті знання та навички для вирішення проблем, свідомо осмислювати будь-яку інформацію та знати, як ефективно збирати та оцінювати докази для прийняття рішень. Такі навички учні успішно розвивають у галузі науки, техніки, інженерії та математики – дисциплін, спільно відомих як STEM. Якщо ми хочемо виховати націю, де наші майбутні лідери та провідні спеціалісти матимуть можливість зрозуміти та вирішити складні виклики сьогодення та завтрашнього дня, а також відповідати вимогам динамічності сучасного світу, освітній процес повинен мати на меті формування так званих компетентностей для життя. Чільне місце серед таких компетентностей займає саме Stem-компетентність.

Аналіз наукових джерел засвідчив, що питання компетентності з-поміж європейської спільноти постало давно, його вивченню та розробці присвятили роботи Ф. Вейнерт, Дж. Гуді, Ж. Делор, Дж. Карсон, Р. Кеган, Дж. Консант, Дж. Куллахан, У. Мозер, Т. Оатс, Ж. Перре, Дж. Равен, Д. Райхен, Л. Салганік, Г. Халлаш та ін. З-поміж вітчизняних науковців та учених найближчого зарубіжжя до питання компетентності зверталися О. Антонова, Л. Маслак, Н. Бібік, С. Бондар, С. Вітвицька, Н. Волкова, М. Головань, О. Дубасенюк, І. Зимня, І. Зязюн, В. Кальней, О. Пометун, Г. Селевко, Н. Сидорчук, Ю. Татур, А. Хуторський, Ф. Шаріпов, С. Шишов та ін.

З огляду на актуальність дослідження було обрано тему дипломної роботи «Формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ у процесі навчання фізики».

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати та експериментально перевірити методику використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентностей школярів при вивченні механічних явищ в закладах загальної середньої освіти III ступеня (далі – старша школа).

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

- зробити аналіз науково-методичної літератури з проблеми дослідження, з'ясувати сутність основних понять дослідження («компетентність», «STEM-компетентність», «засоби формування компетентностей» «ІКТ»), визначити основні шляхи використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентності школярів під час навчання фізики;

– розробити навчально-методичне забезпечення формування STEM-компетентності школярів під час вивчення механічних явищ в основній школі засобом ІКТ;

– здійснити впровадження розроблених методичних рекомендацій щодо використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентності школярів під час вивчення механічних явищ у освітній процес старшої школи;

– узагальнити результати теоретичного та експериментального досліджень.

Об'єкт дослідження – освітній процес з фізики в старшій школі.

Предмет дослідження – ІКТ як засіб формування STEM-компетентності учнів старшої школи під час вивчення механічних явищ.

Методи дослідження: теоретичні (аналіз науково-методичної літератури, з метою вивчення основних підходів до визначення понять ІКТ, STEM-компетентність, її структура, засоби та шляхи формування у процесі вивчення фізики); емпіричні (бесіди, спостереження, анкетування вчителів та учнів).

Наукова новизна отриманих результатів полягає у створенні методичних розробок з метою формування STEM-компетентності учнів старшої школи під час вивчення механічних явищ.

Практичне значення дослідження полягає у тому, що результати роботи можуть бути використані вчителями фізики та студентами у період педагогічної практики у процесі викладання механічних явищ в старшій школі.

Апробація результатів дослідження проводилася на базі Суворського ЗЗСО І-ІІІ ступенів Горохівської сільської ради Миколаївської області та Олександрівської ЗОШ І-ІІІ ступенів Снігурівської РДА Миколаївської області.

Дипломна робота виконувалась відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри фізики та методики її навчання: «Інноваційні освітні технології навчання фізики та астрономії у закладах освіти різних рівнів» (реєстраційний номер No0119U101144 від 19.03.2019).

Структура роботи. Дипломна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (83 найменування) та додатків.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ ЗАСОБАМИ ІКТ ПІД ЧАС ВИВЧЕННЯ ФІЗИКИ

1.1. Поняття STEM-компетентність у сучасній психолого-педагогічній літературі.

Освітні тенденції останнього десятиліття спрямовані на компетентнісний підхід до навчання.

Поняття «компетентності» з'явилося у педагогіці 60-ті роки ХХ століття у Великобританії та Німеччині. У словниках іншомовних слів [64, 65] компетентність розуміють, як «поінформованість, обізнаність, авторитетність».

Разом з тим у виданні Української малої енциклопедії 1960 року зазначено, що «компетентність – належне знання даної речі, що дає право видавати про неї той чи інший осуд, братися за виконання того чи іншого проєкту» (Є. Онацький) [49, с. 696]. А «компетентний – тямущий у чомусь, знаючий» зустрічається ще у виданнях початку ХХ століття (В. Доманіцький) [58, с. 58].

У словниках сучасної англійської мови *competens* – «компетенція» - це:

- 1) здібність й уміння здійснювати необхідну діяльність;
- 2) володіння спеціальною сферою знань;
- 3) спеціальні вміння для виконання певних професійних обов'язків.

У загальних положеннях Закону України «Про освіту» [20] компетентність визначають як динамічну комбінацію знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність.

У поки діючому державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти [17] компетентність – набута у процесі навчання

інтегрована здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці.

За дослідженнями Пометун О.І. [55, 56, 57] зарубіжних моделей процесу освіти можна визначити наступну структуру компетентності: інтегративна, соціально-психологічна, організаційна компетентність (табл. 1.1).

Таблиця 1.1.

Структура компетентності в зарубіжній педагогіці

Компетентність	Означення компетентності
інтегративна	здатність до інтеграції знань, умінь і навичок та їх ефективного використання в умовах швидкої зміни вимог зовнішнього середовища
соціально-психологічна (емоційна, перцептивна, концептуальна і поведінкова компетентність)	здатність до лідерства, до цілепокладання, уміння реалізувати накреслені плани і здатність до новаторської діяльності, знання і вміння у сфері сприйняття, розуміння поведінки людей, мотивація їх діяльності, високий рівень емпатичності й комунікативної культури
організаційна сторона, компетентність у конкретних сферах управлінської діяльності	прийнятті рішень, збиранні й аналізі інформації, методах роботи з людьми, знання і використання обчислювальної техніки і технології

Праці психологів Східної Європи, що досліджують поняття компетентність, вивчала І. Зимня [22]. Науковиця розділила компетентність на 4 змістовні блоки: базовий, особистісний, соціальний та професійний (рис. 1.1.).

У Державному стандарті базової і повної загальної середньої освіти 2011 року розрізняють наступні компетентності (приведені у алфавітному порядку): громадянська; загальнокультурна; здоров'язбережувальна; інформаційно-комунікаційна; ключова; комунікативна; міжпредметна естетична; міжпредметна; предметна (галузева); предметна мистецька; проектно-технологічна компетентність; соціальна.

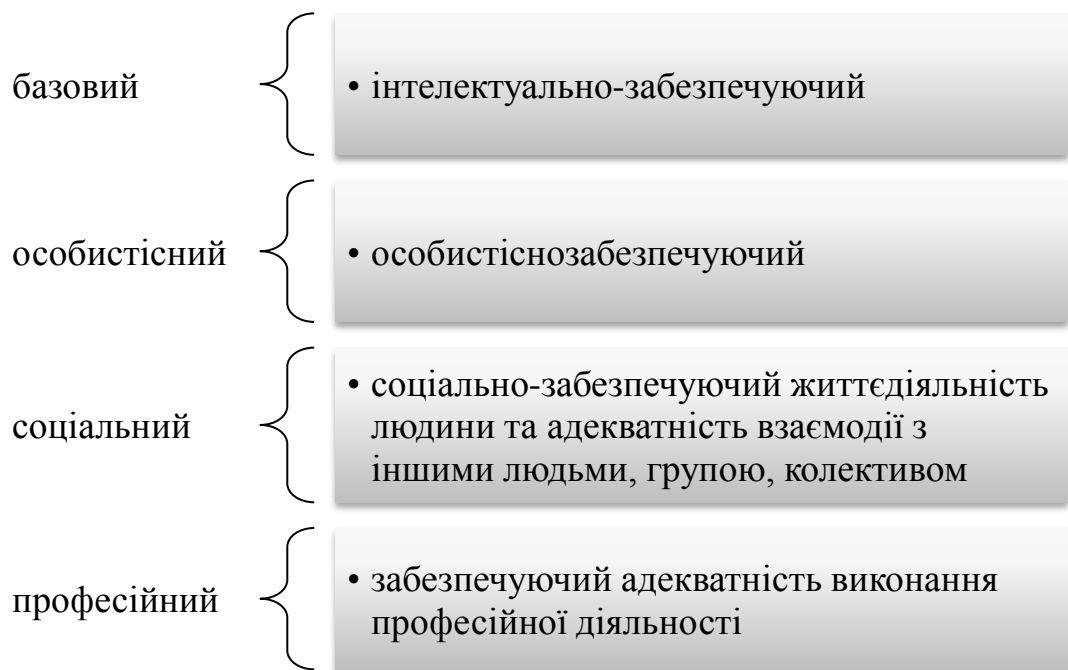


Рис. 1.1. Блоки компетентностей у східноєвропейській психології.

Згідно концепції нової української школи прослідковують чітку ієрархію освітніх компетентностей: ключових, загальнопредметних та предметних (рис. 1.2).

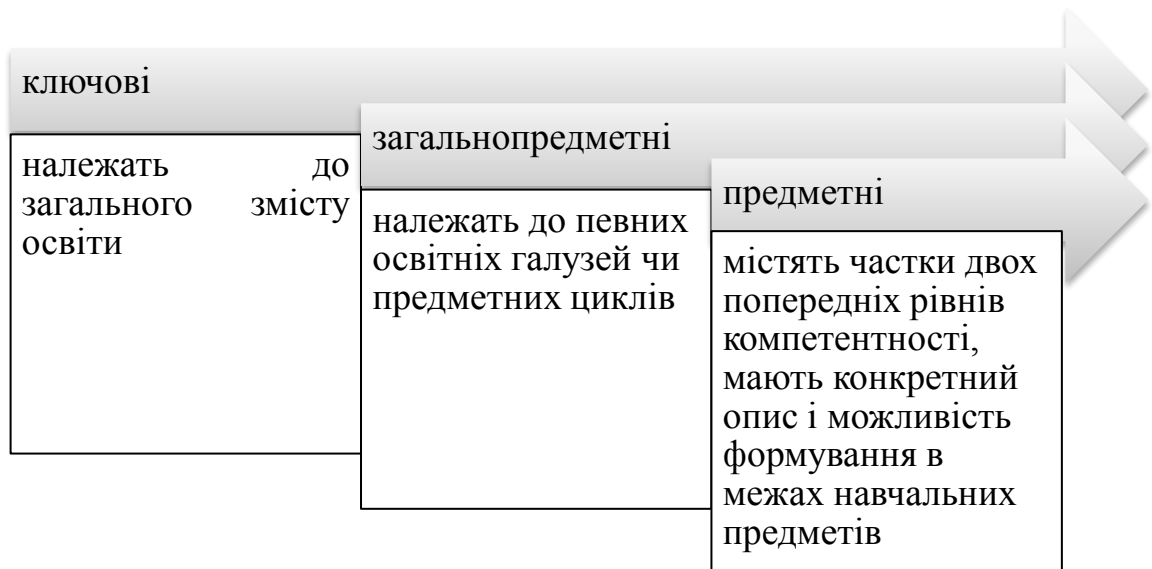


Рис. 1.2. Ієрархія освітніх компетентностей

Особливо важливим, у нашому розумінні, є формування загальнопредметних компетентностей, так як вони є середньою ланкою, що дозволяє формувати ключові компетентності через формування

предметних. У педагогіці середини та кінця минулого століття формування знань, вмінь та навичок (згідно освітніми тенденціями того часу) на різних рівнях ієрархії здійснювалось шляхом реалізації міжпредметних та міжциклових зв'язків.

У сучасній педагогіці та дидактиці наголошують на необхідності застосування інтегрованих технологій навчання. Тому ми згодні з О. Мариновською, яка зазначає, що «міжпредметні зв'язки та інтеграція змісту – це різні дидактичні поняття». За позицією науковиці міжпредметні зв'язки недовготривалі, тобто це короткочасне та фрагментарне перенесення інформації з одного предмета на інший. На противагу вищезазначеному, інтеграція змісту на уроці забезпечує вищий рівень узагальнення і систематизації інформації, що сприяє не фактичному заучуванню, а розумінню виучуваного матеріалу (О. Мариновська) [38].

У Великому тлумачному словнику термін «інтеграція» пояснюють, як «доцільне об'єднання та координація дій різних частин цілісної системи» [7].

У концепції нової української школи [28] зазначено, що «інтегроване навчання (Адаптовано з “Natural Curiosity: A Resource for Teachers” University of Toronto OISE) – це навчання, яке ґрунтується на комплексному підході. Освіта розглядається через призму загальної картини, а не ділиться на окремі дисципліни».

Інтеграція як засіб навчання – це «пошук спільної платформи для зближення предметних знань, засіб отримання нових на стику предметних. Вона заповнює прогалини у знаннях учня, отримані у ході диференційованого навчання, спрямована на розвиток системного мислення» (Мариновська О.) [38].

Протягом останнього десятиліття у світі активно розвивається освітня STEM-платформа (STEM – акронім від англійських слів science

– природничі науки, technology – технології, engineering – інженерія, проектування, дизайн, mathematics – математика).

STEM – це навчальна програма, заснована на ідеї навчання студентів з чотирьох специфічних дисциплін - природознавства, техніки, інженерії та математики – за міждисциплінарним, а головне прикладним підходом. Замість викладання чотирьох дисциплін як окремих та дискретних предметів, STEM інтегрує їх у цілісну парадигму навчання, засновану на реальних додатках.

Природничо-математична освіта (STEM-освіта) – цілісна система природничої і математичної освітніх галузей, метою якої є розвиток особистості через формування компетентностей, природничо-наукової картини світу, світоглядних позицій і життєвих цінностей з використанням трансдисциплінарного підходу до навчання, що базується на практичному застосуванні наукових, математичних, технічних та інженерних знань для розв’язання практичних проблем для подальшого використання цих знань і вмінь у професійній діяльності (Концепція розвитку STEM-освіти в Україні) [29].

На різних освітніх ресурсах світу [76, 77, 83] пояснюється, що за допомогою STEM учні розвивають різні ключові навички, зокрема:

- вирішення проблеми;
- творчість;
- критичний аналіз;
- колективна робота;
- самостійне мислення;
- ініціатива;
- спілкування;
- цифрова грамотність.

Основними завданнями природничо-математичної освіти (STEM-освіти) згідно концепції розвитку цього напрямку в Україні є:

– формування навичок розв’язання складних (комплексних) практичних проблем, критичного мислення, креативних якостей та когнітивної гнучкості, організаційних та комунікаційних здібностей, вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, готовності до свідомого вибору та оволодіння майбутньою професією, фінансової грамотності, цілісного наукового світогляду, ціннісних орієнтирів, загальнокультурної, технологічної, комунікативної і соціальної компетентностей і математичної та природничої грамотності;

– всебічний розвиток особистості шляхом виявлення її нахилів і здібностей;

– оволодіння засобами пізнавальної та практичної діяльності;

– виховання особистості, яка прагне до здобуття освіти упродовж життя, формування вмінь практичного і творчого застосування здобутих знань (Концепція розвитку STEM-освіти в Україні) [29].

Стик розвитку STEM-освіти та компетентнісного підходу до навчання в нашій країні дав змогу утворити таке поняття, як STEM-компетентність.

STEM-компетентність – здатність особистості застосовувати знання та вміння, пов’язані з предметами STEM, належним чином у своєму повсякденному житті, на робочому місці чи в освіті для ефективного виконання технічних чи професійних задач.

З огляду на вищезазначене сформуємо концепційну мапа STEM-платформи, як носія компетентності 21 століття (рис. 1.3).

Стрімкий розвиток STEM-галузей, динамічність інновацій та постійна переорієнтація вектору потреб суспільства постійно впливають на зміст STEM-компетентності. На даний момент ми виділили такі складові STEM-компетентності: креативні якості та когнітивна гнучкість (розробка), вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв’язання комплексних практичних проблем (рішення проблем), критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний

науковий світогляд, математична та природнича грамотність (дослідження світу).

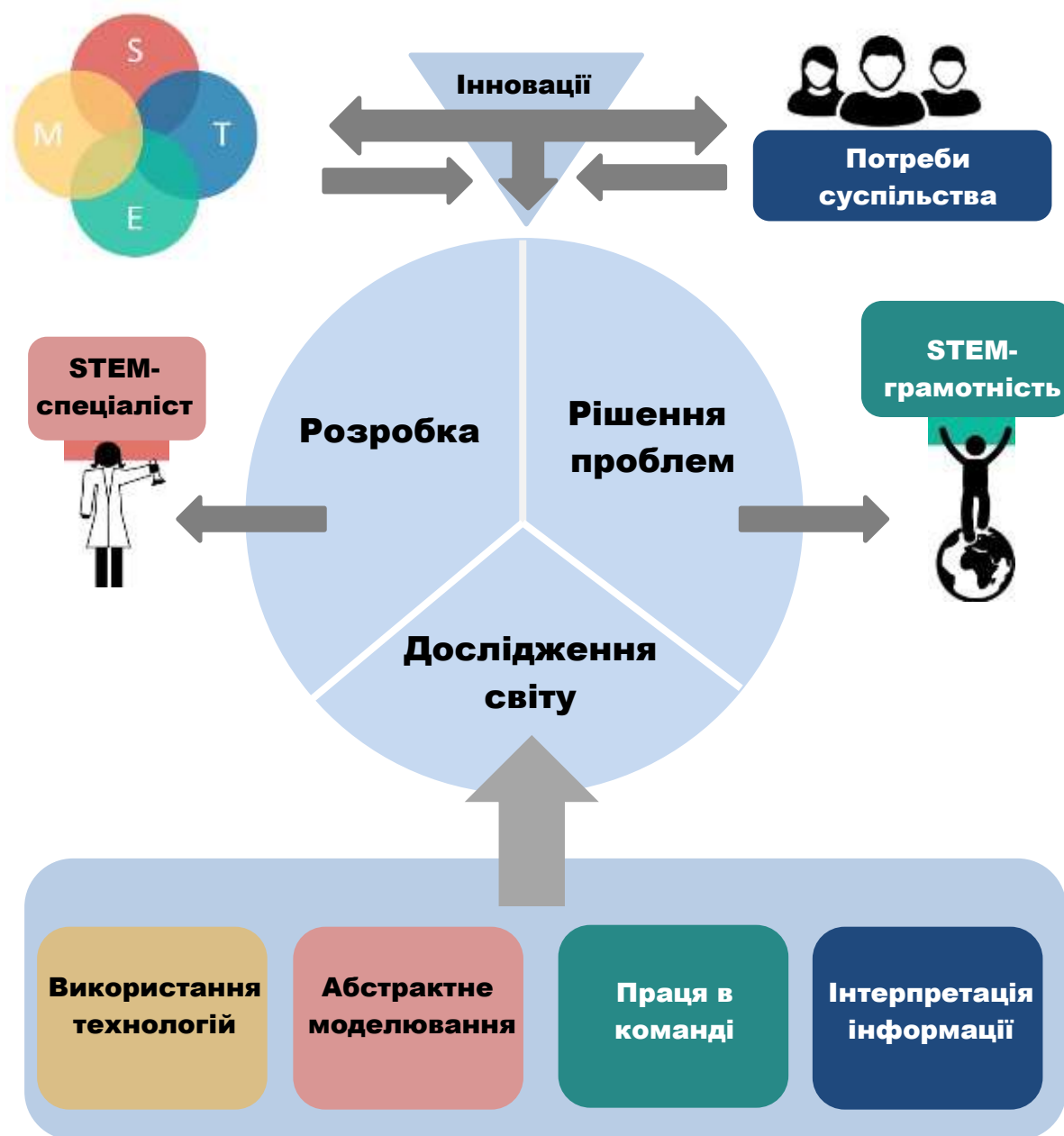


Рис. 1.3. Концепційна мапа STEM-платформи

Ці складові поступово формуються шляхом використання сучасних технологій (у тому числі і ІКТ-технологій), співпраці у команді, розвитку мислення, постійного відпрацювання навичок абстрактного моделювання, інтерпретації отриманої інформації (на основі анкетувань

вчителів, методика та результати якого будуть наведені у підрозділі 1.2, а зміст анкети у додатку 1 дипломної роботи).

Однією із системних складових формування змісту STEM-освіти є трансфер знань, який забезпечує впровадження досягнень наукової сфери в освітній процес, що дозволяє формувати і розвивати навички науково-дослідницької та інженерної діяльності, ранню професійну самовизначеність і готовність до усвідомленого вибору майбутньої професії.

Таким чином, результатом STEM-освіти є, з одного боку, група молодих вмотивованих людей, які свідомо обрали спеціалізацію STEM як подальшу кар'єру, і які є ретельно підготовленими для подальшого навчання в рамках STEM-галузей. З іншого боку, STEM-освіта веде до загальної STEM-грамотності для всіх молодих людей, які згодом хочуть відігравати активну роль у суспільстві 21 століття.

1.2. Методи і засоби формування STEM-компетентностей учнів закладів загальної середньої освіти

Діяльність людини, зокрема й засвоєння будь-яких знань, умінь і навичок, складається з конкретних дій, операцій, що їх виконує людина. Виконуючи ці дії, розмірковуючи над їх виконанням, усвідомлюючи потребу в них та оцінюючи їх важливість для себе або для суспільства, людина тим самим розвиває компетентність в тій чи іншій життєвій сфері. Формування тих чи інших компетентностей досягається застосуванням в освітньому процесі різних методів і засобів навчання.

Методами навчання називають способи діяльності, які використовуються вчителем і учнями у їх сумісній і взаємопов'язаній діяльності, спрямованій на досягнення цілей навчання. Кожний метод навчання може бути описаний і розкритий через різноманітність прийомів, що використовуються під час його реалізації. Прийом навчання – складова частина методу. Удосконалення методів навчання

йде не тільки шляхом розробки і впровадження в практику навчання нових методів. Але і шляхом удосконалення прийомів навчання (за даними ресурсу «Всеосвіта. Спільнота активних освітян») [8].

Класифікацію методів навчання можна здійснювати за різними ознаками (таблиця 1.2).

Згідно з результатами онлайн-опитування вчителів Херсонської та Миколаївської областей (додаток А), у якому взяли участь 42 вчителі фізики, астрономії математики, хімії та біології, вчителі віддають перевагу наступним методам за характером пізнавальної діяльності: проблемного викладення матеріалу, евристичному, дослідницькому. Опитувані часто користуються наочними та практичним методами формування STEM-компетентності, а також при виборі підходу до навчально-пізнавальної діяльності більш доцільним вважають методи стимуляції.

Таблиця 1.2

Класифікація методів навчання

Основа для класифікації	Групи методів
Характер пізнавальної діяльності	Пояснювально–ілюстративний, репродуктивний, проблемного викладення матеріалу, евристичний, дослідницький
Джерело знань	Словесні, наочні, практичні
Цілісний підхід до навчально–пізнавальної діяльності	Організації навчально–пізнавальної діяльності, стимуляції навчальної діяльності, контролю діяльності
Методологія науки	Теоретичні, емпіричні

Найчастіше опитувані використовують такі прийоми формування STEM-компетентності на уроках природничо-математичного циклу: інтерпретація отриманої інформації, розвиток мислення, абстрактного моделювання, співпраці у команді.

Мислення – активний процес відображення об’єктивного світу в поняттях, судженнях, теоріях і т.п., пов’язаних з розв’язанням тих чи

інших задач, з узагальненням і способами опосередкованого пізнання дійсності (Оспеннікова Е.В.) [51].

Мислення як вид діяльності характеризується трьома компонентами (рис. 1.4).

Результативність засвоєння змісту навчального матеріалу залежить від ефективної інтерпретації інформації, тобто вміння виконувати розумові операції над інформацією: аналізувати, синтезувати, порівнювати, абстрагувати, узагальнювати, класифікувати, систематизувати, конкретизувати, а також уміло використовувати індуктивні та дедуктивні методи пізнання. Ці операції детально вивчені в педагогіці, тому карту понять, пов'язаних з ними, наведемо в додатку Б.

змістовний	функціонально-операційний	мотиваційний
<ul style="list-style-type: none">• образи• уявлення• теоретичні й емпіричні поняття• закони• теорії• символи• схеми	<ul style="list-style-type: none">• аналіз• синтез• порівняння• абстрагування• узагальнення• класифікація• систематизація• конкретизація• індукція• дедукція	<ul style="list-style-type: none">• установка на розуміння• установка на інтерпретацію• установка на комунікацію• рефлексивна установка мислення

Рис. 1.4. Компоненти мислення

В. Шарко серед принципів навчання виділяє формування колективізму. Суть його полягає в тому, щоб надати спілкуванню між учнями змістовного характеру, побудувати їх міжособистісні відношення на змістовній основі. Науковиця вважала, що для цього вчитель повинен організувати освітній процес на уроці таким чином, щоб він був процесом безпосередньо колективної діяльності учнів (В. Шарко) [73].

Навички співпраці в команді реалізують за допомогою групової роботи у ланках, бригадах, парах (таблиця 1.3). Робота таких груп може бути як короткотривалою (безпосередньо на уроці), так і довготривалою (виконання проєктів, досліджень тощо)

Таблиця 1.3

Форми групової роботи учнів

Форма	Оптимальна кількість учасників	Завдання
Ланкова	4-5	Єдине для всіх ланок
Бригадна	2-4	Кооперативно-групове (кожна група виконує частину загального завдання)
Парна	2	Єдине для всіх пар

Групова робота передбачає, що:

- клас розбивається на декілька груп для розв'язання конкретних навчальних завдань;
- кожна група одержує певне завдання і виконує його разом під безпосереднім керівництвом лідера групи чи вчителя;
- завдання плануються так, щоб можна було враховувати та оцінювати індивідуальний внесок кожного члена групи;
- склад групи набирається таким чином, щоб з максимальною ефективністю для колективу могли реалізуватися можливості кожного члена групи. Для цього:
 - враховують рівень досягнутого розвитку, засвоєних знань, умінь, навичок, особливо з таких предметів, як фізика, математика, мови;
 - до груп включають школярів з різним рівнем інформованості, щоб вони мали можливість збагачувати один одного, стверджувати себе в рамках конкретної проблеми, в певній галузі;

– враховують соціально-психологічні фактори. Наприклад, не включають до групи тих, що негативно ставляться один до одного.

Результативності групових форм роботи сприяють:

– вміле формування груп (хтось повинен уміти планувати спільну навчально-пізнавальну діяльність, налагоджувати контакти);

– дотримання оптимальної кількості школярів у групі;

– створення змішаних груп (учні з високими навчальними можливостями, середніми, низькими);

– оптимальна тривалість роботи для різних вікових груп на уроці (5-7 хвилин — молодші школярі, 10-15 — середні, 15-20 — старші) (В. Шарко) [70].

Також розрізняють кооперативно-групову (кожна група виконує частину загального завдання, що доцільно при вивченні великого за обсягом матеріалу) та диференційовано-групову форму організації роботи учнів з різними навчальними можливостями, тобто проводиться диференціація завдань залежно від рівня навчальних можливостей школярів.

Під засобами навчання у фізиці розуміють джерела інформації, за допомогою яких вчитель учить, а учні вчаться.

До засобів навчання відносяться: слово вчителя, підручники, навчальні посібники, хрестоматії, довідники та інші дидактичні матеріали, технічні засоби навчання, пристрої та ін.

Таблиця 1.4

Класифікація сучасних технічних засобів навчання

Основа для класифікації	Групи технічних засобів
За призначенням	Широкого призначення (використовуються в усіх формах навчальних і позанавчальних занять, на всіх рівнях освіти, у всіх класах, для всіх учнів, при вивченні всіх навчальних дисциплін з навчальною, виховною, розвиваючою і контролюючою метою). До них відносяться: телебачення, кіно, звукозапис та його відтворення, відеозапис та його відтворення, радіо, візуальні статичні засоби, технічні засоби контролю. Спеціального призначення. До цієї групи відносяться комп'ютери, мікрокалькулятори, копіювальні апарати, демонстраційні стенди, діючі прилади і пристрої, макети, які подають різноманітну інформацію спеціального призначення.
За способами впливу на учнів	Візуальні (зорові), аудитивні (звукові), аудіовізуальні (звукозорові).
За формою передачі інформації	Екранні (мультимедійні дошки, мультимедійні проектори, рідкокристалічні та плазмові панелі, комп'ютери); звуко-відеотехнічні (програвачі, комп'ютерна техніка).

Засоби навчання можна згрупувати в такі групи:

- вербальні – усне слово вчителя., друкований текст, дидактичні матеріали;
- наочні – таблиці, діаграми, малюнки, графіки, реальні об'єкти та моделі;
- спеціальні – пристрої, прилади;
- технічні – екранні, звукові, комбіновані

Сучасні технічні засоби навчання також можна класифікувати за різними критеріями (Шарко В.) [73]. Класифікація сучасних технічних засобів навчання наведена у таблиці 1.4

Згідно опитування вчителів (додаток А) переважна більшість використовує саме інформаційно-комунікативні технології (далі ІКТ) в освітньому процесі. Розглянемо докладніше шляхи використання сучасних ІКТ для формування STEM-компетентностей на уроках фізики.

1.3. Шляхи використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентностей на уроках фізики

Сучасна освітня парадигма вимагає широкого впровадження активних методів навчання з використанням комп'ютерних технологій навчання та можливостей інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), які позитивно впливають на всі компоненти системи навчання. Сфера застосування комп'ютерно-орієнтованих технологій навчання функціонально охоплює широке різноманіття теорій, моделей, методів і стратегій, пов'язаних з відповідними технологіями та науково-освітньо-виробничими системами, зокрема, від надання навчальних ресурсів та навчальних послуг через керовані навчальні середовища і мережі до кіберпросторів та глобального електронного науково-освітнього простору (Пошетун О.) [57].

Можливості застосування інформаційно-комунікаційних технологій у освітньому процесі закладів середньої освіти наведені у працях таких науковців як Р. Гуревич, І. Захарова, О. Іваницький, М. Кадемія, О. Круць, С. Медвецький, А. Магамедов, Є. Машбіц, В. Монахов, Н. Морзе, Є. Полат, С. Сисоєва, О. Спирін, В. Сергієнко, В. Сумський, Н. Сосницька, С. Ткаченко та ін.

Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду впровадження інформаційно-комунікаційних та інформаційно-комп'ютерних технологій навчання дозволяє зробити висновок про те, що педагогічно обґрунтоване поєднання інноваційних і традиційних напрямів упровадження ІКТ у освітній процес надає унікальні можливості для формування STEM-компетентності школярів.

Інформаційно-комунікаційні технології – «сукупність методів, виробничих процесів і програмно-технічних засобів, інтегрованих з метою збирання, обробки, зберігання, розповсюдження, демонстрації та використання даних в інтересах їх користувачів» (Шарко В.) [73].

Інформаційно-комп'ютерні технології навчання (ІКТ) - це «сукупність методів і технічних засобів реалізації інформаційних технологій на основі комп'ютерних мереж і засобів забезпечення ефективного процесу навчання» (Гаврилюк Л.П.) [9].

Web-квест (Webquest) у педагогіці – «проблемне завдання з елементами рольової гри, для виконання якої використовуються інформаційні ресурси Інтернет-мережі» (Кадемія М. Ю.) [25]. Web-квести – організовані засоби web-технологій у середовищі WWW. Web-квест поєднує в собі ідеї проектного методу та ігрових технологій в середовищі WWW засобами web -технологій.

До потенціальних можливостей використання в освітньому процесі ІКТ вчителю фізики варто чітко визначити форми роботи та можливості сучасних технологій навчання у відповідності до поставленої дидактичної мети. Зокрема, у науково-методичній літературі виділяють наступні форми роботи:

- вивчення нового матеріалу при перегляді презентацій із включеними в них відео фрагментів, інтерактивних моделей явищ і пристроїв, завданнями та питаннями, а також виконання самостійної роботи з матеріалами сайтів Інтернету;

- здійснення контролю знань школярів засобами вирішення завдань з інтерактивним вибором відповіді і аналізом розв'язку, виконання цікавих тестів у картинках (Дишлева С.) [24];

- запровадження віртуальних інтерактивних демонстрацій та лабораторних робіт із застосуванням мультимедіа;

- підготовка домашнього завдання для учнів через пошук додаткового матеріалу до уроку, в тому числі й ілюстративного, з використанням Інтернету (Ненашев І.) [48].

Вчені Литвиненко Н. та Заріцька С. [35, 36] виокремлюють наступні переваги організації навчання з використанням засобів новітніх інформаційно-комунікаційних технологій:

1. Розширення можливостей подання змісту навчальної інформації за рахунок застосування мультимедійної наочності, анімації, звуку, всіх сучасних засобів відеотехніки та інтерактивного спілкування, що дозволяє надавати інформацію в більш повному обсязі, сприяє кращому її засвоєнню і запам'ятовуванню;

2. Підвищення мотивації до навчання за рахунок комп'ютерної візуалізації досліджуваних об'єктів, управління досліджуваними об'єктами, можливості самостійного вибору форм і методів навчання, вкраплення ігрових ситуацій;

3. Розширення навчально-пізнавальної діяльності учнів за рахунок конструювання та моделювання інформаційних об'єктів, виконання проєктів, роботи з мультимедійними програмами та енциклопедіями, пошуку інформації в Мережі Інтернет тощо;

4. Широкі можливості для індивідуалізації та диференціації процесу навчання школярів за рахунок реалізації інтерактивного діалогу, самостійного вибору режиму навчальної діяльності й організаційних форм навчання;

5. Створення сприятливого психологічного клімату на уроках;

6. Розумової та творчої діяльності за допомогою відповідних систем завдань, тренажерів та навчально-ігрових програм;

7. Усунення однієї з найважливіших причин негативного ставлення до навчання – неуспіху, обумовленого нерозумінням та значними прогалинами у знаннях. Використання комп'ютерних технологій у навчанні надає учню можливість довести виконання завдання до кінця, спираючись на необхідну допомогу;

8. Доступ до додаткових (крім підручника) навчальних інформаційних ресурсів, що зменшує залежність учня від учителя як джерела інформації ;

9. Гнучкість управління навчально-пізнавальним процесом за рахунок якісної зміни контролю за діяльністю учнів, можливість не

тільки зафіксувати помилку, але й досить точно визначити її характер, що допомагає вчасно усунути причину її появи;

10. Можливість організації регулярного моніторингу індивідуальних психофізіологічних особливостей школярів з метою відстеження динаміки змін і здійснення адекватного управління навчанням кожного учня (Литвиненко Н., Заріцька С.) [34].

Ефективне впровадження ІКТ в освіту є важливим чинником створення нової системи освіти, що відповідає вимогам інформаційного суспільства і процесу модернізації традиційної системи освіти, переходу до особистісно-зорієнтованої системи навчання і виховання, яка передбачає аби в центрі навчально-виховного процесу знаходився учень – той, на кого спрямовані навчальні дії і заради якого та в інтересах якого здійснюється навчально-виховний процес. Пізнавальні потреби та домінуюча пізнавальна мотивація, як структурні компоненти творчого потенціалу особистості, найбільш ефективно розвиваються в ході продуктивної творчої діяльності до якої належить і конструктивна діяльність у комп'ютерному середовищі (КС).

В сучасних умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій виникає необхідність у створенні нового навчально-виховного середовища. Актуальним питанням є використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій в навчально-виховному процесі, зокрема на уроках фізики. До сучасних інформаційно-комунікаційних технологій навчання (рис.1.5) відносяться Інтернет-технології, мультимедійні програмні засоби, офісне та спеціалізоване програмне забезпечення, електронні посібники та підручники, системи дистанційного навчання (Манако А.) [37].



Рис. 1.5 Сучасні інформаційно-комунікаційні та дистанційні технології навчання

Офісні програмні продукти (текстові та графічні редактори, програми підготовки презентацій електронні таблиці тощо) можуть бути використані для підготовки навчально-методичного матеріалу (шаблонів, діаграм, таблиць, презентацій) та для подання учнями результатів виконання завдань в електронній формі. Служби та сервіси мережі Інтернет (WWW, електронна пошта, пошукові системи, тематичні каталоги, освітні портали, тощо) можна використовувати для організації навчання учнів за різними формами. Перш за все, Інтернет – це джерело інформації, тому використовувати його служби і сервіси необхідно для знаходження інформації, корисної з точки зору навчальної діяльності, її аналізу та оцінювання; учні із зацікавленістю виконують завдання на знаходження в Інтернеті принципів, означень, класифікацій, моделей, правил, зображень, тощо, з наступним оцінюванням знайдених в Інтернет-джерелах ресурсів, даних, порівнянням цифр, тенденцій у різних місцях, країнах тощо (Півень Л.) [53].

Електронні підручники та посібники, платформи та системи дистанційного навчання є корисними для вчителів в організації дистанційної форми навчання учнів, а особливо старшокласників, та електронної методичної підтримки очного їх навчання, електронного тестування та спілкування (обговорення). Впровадження дистанційних технологій навчання дозволяє учням працювати з навчальними

матеріалами в «будь-якому місці» та в будь-який час. Водночас вчителі можуть контролювати та консультувати старшокласників з різних питань, що виникають у процесі опрацювання навчального матеріалу. Мультимедійні програмні засоби дозволяють інтегрувати текстову, графічну, анімаційну, відео- і звукову інформацію.

Мультимедійні програмні засоби дають змогу імітувати складні реальні процеси, ситуації, візуалізувати абстрактну інформацію за рахунок динамічного представлення процесів.

Сучасні мультимедійні комп'ютерні програми та телекомунікаційні технології відкривають для школярів широкий доступ до нетрадиційних джерел інформації – загальноосвітніх та освітніх сайтів, систем дистанційного навчання, електронним гіпертекстовим підручникам, все це покликано для активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів і дає широкі можливості для їх творчого росту та розвитку (Ненашев І.) [48].

Складовими ІКТ навчання є засоби ІКТ навчання і методи їх використання в навчальному процесі (Литвиненко Н., Заріцька С.) [32, 33].

Засоби ІКТ навчання: 1. програмно-методичні (програмно-методичні засоби (навчальні, контролюючі, інструментальні, службові програми), комп'ютерні курси тощо); 2. апаратні (класи навчально-обчислювальної техніки, локальні і глобальні навчальні комп'ютерні мережі, електронне демонстраційне обладнання тощо); 3. навчально-методичні (навчальні та методичні посібники, організаційно-інструктивні матеріали тощо) (Литвиненко Н., Заріцька С.) [34].

Методи ІКТ: 1. традиційна модель навчання (фрагментарне використання комп'ютера на уроках як тренажера або для демонстрації, контролю знань та тестування, тощо); 2. нетрадиційна модель навчання (дослідницька робота в комп'ютерних лабораторіях, обчислювальні експерименти, дистанційне навчання, використання гіпертекстових

довідкових систем із можливістю виходу у світову інформаційну мережу). Всі ці методи особливу увагу мають на уроці фізики, адже завдяки ним підвищується рівень пізнавальної активності учнів, а особливо старшокласників (Литвиненко Н., Заріцька С.) [34].

Педагогічні завдання ІКТ навчання:

1. інтенсифікація всіх рівнів навчально-виховного процесу, підвищення його ефективності та якості;
2. побудова відкритої системи освіти, що забезпечує кожній дитині і дорослому власну траєкторію самоосвіти;
3. системна інтеграція предметних галузей знань розвиток творчого потенціалу учня, його здібностей до комунікативних дій;
4. розвиток умінь експериментально-дослідницької діяльності та культури навчальної діяльності.

Основними задачами застосування ІКТ на уроках, а особливо на уроках фізики: 1. підвищення наочності навчального процесу; 2. забезпечення зворотного зв'язку в навчальному процесі; 3. проведення практичних та лабораторних робіт; 4. моделювання процесів або явищ, які вивчаються; 5. створення умов для індивідуалізації навчання; 6. пошук інформації з широкого кола джерел. Кожна з вище перерахованих задач відіграють важливу роль у підвищенні пізнавальної активності учнів, адже ІКТ розширює межі пізнання предмету (Ненашев І.) [48].

Змістовна комп'ютерна підтримка уроку фізики може бути різноманітною: 1. логічні схеми, інтерактивні таблиці, анімаційні малюнки, тощо, які використовуються в процесі пояснення, закріплення, систематизації того, що вивчається; 2. комплекти задач для самостійної та групової роботи зі зразками розв'язувань і можливістю перевірки результатів комп'ютерним експериментом; 3. відео- та анімаційні фрагменти – демонстрації фізичних явищ, класичних експериментів, технічних додатків; 4. включення до уроку історичного й додаткового матеріалу.

Важливим етапом застосування інформаційно-комунікаційних технологій є використання засобів мультимедіа. Використання мультимедійних засобів дозволяють не лише підтримувати в учнів пізнавальну діяльність, а й осучаснити предмет, зробити його більш наочним і як наслідок доступним для сприйняття. Використання мультимедіа створює позитивну атмосферу на уроці, що впливає на покращення сприйняття інформації учнями (Литвиненко Н., Заріцька С.) [35].

Найпоширенішим засобом є використання презентацій під час уроку – один з найзручніших способів використання комп'ютера, причому до створення презентацій (опорних конспектів) можна залучати і самих учнів, адже на уроках інформатики учні оволодівають комп'ютерною грамотністю і навчаються використовувати за допомогою комп'ютера вирішувати рівняння, будувати графіки, готувати тексти, малюнки, тощо. Це – можливість для учнів проявити свої творчі здібності. При сучасних проблемах обладнання кабінетів фізики ІКТ може стати також незамінним помічником під час супроводу демонстраційних експериментів на уроках-лекціях (використання анімацій, відеофрагментів, ілюстрацій). Під час пояснення нового матеріалу можна використовувати комп'ютерні моделі різних фізичних процесів та явищ (Манако А.) [37].

Набуває все більшого застосування ІКТ під час лабораторних робіт та навчальної практики. Найдоцільнішим є використання комп'ютерних моделей для демонстрацій під час пояснення нового матеріалу чи розв'язування задач. Завдяки комп'ютерним моделям вдається досягнути дуже вагомих методичних результатів: підвищення інтересу до предмету, здобуваються глибші знання учнями, розвиваються їхні творчі здібності. Також неможливо не згадати і про такий засіб навчання як «електронні підручники». Електронний підручник визначають як автоматизовану навчальну систему, що містить дидактичні, методичні,

інформаційно-довідкові матеріали з навчальної дисципліни, а також програмне забезпечення, яке дозволяє комплексно використовувати їх для самостійного одержання і контролю знань.

В порівнянні з традиційними підручниками електронні мають певні переваги: різноманітні функції і можливості в процесі навчання; більш високий рівень системності подання навчально-методичних матеріалів; висока технологічність створення й експлуатації. Впровадження в навчальний процес електронного підручника не зменшує роль вчителя, а навпаки, додає їй нового функціонального значення.

Тому можемо виділити основні переваги використання ІКТ під час викладання фізики: 1. інформацію можна отримати в будь-якому вигляді (текстовому, графічному, звуковому, відео, фото, рисунка і т. д.); 2. є можливість моделювати процес та керувати ним; 3. має сильний вплив на мотивацію учнів до навчання; 4. дає найбільш об'єктивну оцінку рівня знань учнів; 5. допомагає краще контролювати роботу учнів; 6. враховує індивідуальні особливості учнів.

Отже, використання ІКТ надає вчителю нових можливостей, дозволяючи разом з учнем отримувати задоволення від захопливого процесу пізнання, змінювати форми спілкування, слугує інструментом, джерелом інформації та контролю, надає нових пізнавальних можливостей, дає можливість підвищувати ефективність навчання шляхом оптимізації та інтенсифікації навчально-виховного процесу, враховуючи індивідуальні особливості учнів (Мартинець А.) [39].

«Використання ІКТ на уроках фізики дозволяє активно включити учня в навчальний процес, зосередити його увагу на найбільш важливому навчальному матеріалі» (Гончаренко С.) [12]; дає учням доступ до більших об'ємів раніше недоступної інформації, дає учням можливість наочно прослідкувати всі етапи розв'язування задачі, в тому числі різними методами, що значно покращує розуміння сутності досліджуваних процесів і явищ.

Узагальнюючи вищенаведене можна стверджувати, що кожен із обраних нами шляхів може бути використаний для досягнення різних цілей, зокрема формування STEM-компетентності учнів. Методика використання сучасних засобів інформаційно-комунікаційних технологій у процесі вивчення фізики (на прикладі розділу «Механіка» у 10 класі) наведена у наступному розділі.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ІКТ ЯК ЗАСОБУ ФОРМУВАННЯ STEM-КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ СТАРШОЇ ШКОЛИ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

2.1. Аналіз навчальної програми з фізики з позиції можливостей використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентностей учнів при вивченні розділу «Механіка»

Змістова частина освітнього процесу з фізики регламентується навчальними програмами [44, 67, 68]. На сьогоднішній день розроблені і рекомендовані міністерством освіти і науки України навчальні програми з фізики для 10-11 класів двох авторських колективів: Фізика і Астрономія 10-11 (авторський колектив під керівництвом Ляшенка О. І.) [68]; Фізика 10-11 (авторський колектив під керівництвом Локтева В.М.) [67].

Проаналізуємо ці програми з позиції можливостей використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентностей учнів при вивченні розділу «Механіка» для рівня стандарт.

Серед переліку компетентностей у пояснювальних записках до навчальних програм з фізики зазначені математична компетентність, основні компетентності у природничих науках і технологіях, інформаційно-цифрова компетентність. На нашу думку, саме ці компетентності складають основу STEM-компетентності.

Перед учасниками освітнього процесу з фізики у старшій школі поставлені завдання, що дають змогу сформувати STEM-компетентність:

- розвиток здатності застосовувати знання з фізики на практиці;
- оволодіння учнями науковим стилем мислення;
- навчитись застосовувати методи природничо-наукового пізнання навколишнього світу;

- формування цілісного уявлення про сучасну природничо-наукову картину Всесвіту та усвідомлення ролі фізики у її побудові;
- розвиток пізнавальної діяльності у процесі навчання фізики;
- набуття учнями навичок виконання розумових дій з інформацією; висування гіпотез.

Формування STEM-компетентності учнів на уроках фізики залежить від складових процесу вивчення фізики (рис. 2.1.)

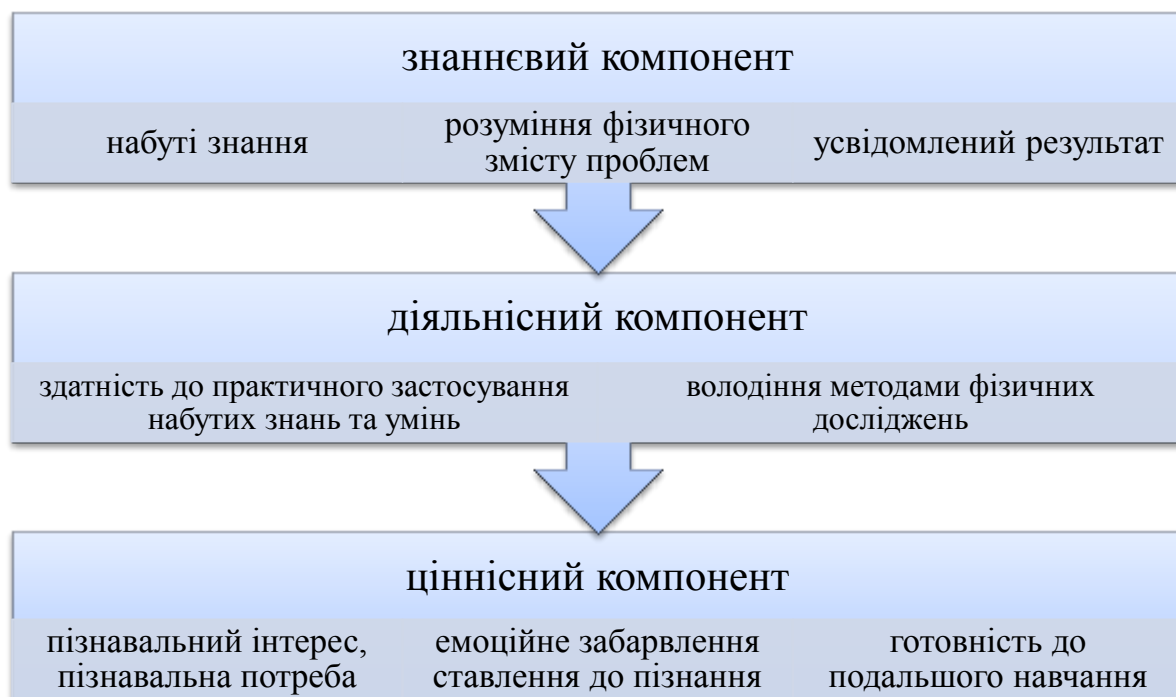


Рис. 2.1. Складові процесу вивчення фізики

Важливо, що навчальних програмах зазначено, що навчання фізики ґрунтується на компетентнісному підході. Учень, який в процесі навчання набуває STEM-компетентності, стає STEM-грамотним, що дозволяє йому орієнтуватись у потребах сучасного суспільства, самостійно генерувати ці потреби, та обрати майбутню професію з урахуванням соціального запиту і стати конкурентоспроможним фахівцем на сучасному ринку праці.

ІКТ як засіб формування STEM-компетентностей учнів при вивченні розділу «Механіка» ефективно застосовувати не лише під час

3. Напрямок швидкості під час руху по колу.
4. Обертання тіла з різною частотою.
5. Залежність траєкторії руху тіла від вибраної системи відліку.
6. Додавання сил, що діють під кутом одна до одної.
7. Трубка Ньютона.
8. Інертність тіл.
9. Невагомість і вага тіла, що рухається з прискоренням.
10. Види деформації тіл.
11. Види рівноваги.
12. Стійкість рівноваги тіла, що має площу опори.
13. Порівняння мас тіл під час взаємодії.
14. Взаємні перетворення потенціальної та кінетичної енергії.
15. Вільні коливання нитяного та пружинного маятників.

Орієнтовна тематика відповідних експериментальних робіт:

1. Визначення прискорення руху тіла під час прямолінійного рівноприскореного руху.
2. Визначення прискорення вільного падіння тіла.
3. Визначення періоду, частоти, лінійної швидкості та доцентрового прискорення тіла при рівномірному русі по колу.
4. Визначення центра мас плоских фігур.
5. Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту.

Аналіз програми дозволяє визначити можливості ІКТ як засобу формування STEM-компетентності під час вивчення теоретичного матеріалу, розв'язування задач, виконання лабораторних робіт та дослідів, виконання проєктів. Серед можливих шляхів використання ІКТ як засобу формування STEM-компетентності можна визначити зокрема види діяльності, що передбачають використання комп'ютера:

1. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів і явищ, комп'ютерні симуляції фізичних процесів, віртуальні лабораторні роботи. Супроводження нового матеріалу динамічними ілюстраціями,

комп'ютерними моделями, текстами і відео-фрагментами. Комп'ютер використовується для представлення текстів задач, перевірки відповідей, розрахунків під час розв'язування задач, та обробка результатів лабораторних робіт з використанням спеціальних програма проведення комп'ютерних лабораторних робіт;

2. Використання презентацій, відео-матеріалів та відео-уроків;

3. Використання електронних підручників, інтернет-ресурсів та web-сайтів з навчальним матеріалом як учителем так і учнями.

Результати аналізу застосування ІКТ при вивченні розділу «Механіка» свідчать про те, що в них закладені можливості для формування STEM-компетентності випускників закладів загальної середньої освіти.

2.2. Методичні рекомендації щодо формування STEM-компетентностей під час вивчення механічних явищ в старшій школі засобами ІКТ

Враховуючи зазначене у підрозділі 2.1, нами було проаналізовано можливості ІКТ щодо формування STEM-компетентності учнів при вивченні розділу «Механіка». Ми підібрали відповідні Інтернет-ресурси з методичними рекомендаціями, матеріалами до уроків та самостійного навчання учнів (таблиця 2.1).

Матеріали до уроку для вчителя представлені різними авторами на сайті «На урок» [43]. На сайті «Інтерактивне навчання. Видавництво Ранок» [75] підібрані деякі відеоматеріали для навчання за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В.М. [67] за підручником авторського колективу Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.О. [1]. На сайтах «На урок» [43], Quizizz [82], Onlinetestpad [79] розміщені тестові завдання для самоперевірки учнів.

Серед багатьох розглянутих у підрозділі 1.3 шляхів використання

ІКТ зупинимось на основних напрямках:

- використання комп'ютера та мультимедійних пристроїв для роботи з різними видами інформації;
- використання Інтернет-ресурсу як потужного джерела додаткової інформації та засобу творчої та дослідницької діяльності учня;
- використання офісного та спеціального програмного забезпечення як засобу створення навчально-методичних матеріалів, подання результатів, оцінювання, обліку та реєстрації знань.

Аналіз науково–методичної літератури та періодичних видань показав, що мультимедійні презентації здатні реалізувати багато проблем процесу навчання, а саме: використовувати передові інформаційні технології; змінювати форми навчання та види діяльності в межах одного уроку; полегшувати підготовку вчителя до уроку та залучати до цього процесу учнів; розширювати можливості ілюстративного супроводу уроку, подавати історичні відомості про видатних вчених, тощо; реалізувати ігрові методи на уроках; здійснювати роботу в малих групах або індивідуальну роботу; дають можливість роздруківки плану уроку та внесення в нього заміток та коментарів; проводити інтегровані уроки, забезпечуючи посилення міжпредметних зв'язків; організовувати інтерактивні форми контролю знань, вмінь та навичок; організовувати самостійні, дослідницькі, творчі роботи, проекти, реферати на якісно новому рівні з можливістю виходу в глобальний інформаційний простір.

Приклад використання PhET-симуляцій та симуляцій vascak.cz під час вивчення механічних явищ наведено у п.2.3, 2.4.

Таблиця 2.1

Використання Інтернет-ресурсів під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі

№	Тема уроку Зміст навчального матеріалу	Матеріал до уроку (для вчителя)	Відео-матеріал до уроку	Самостійне вивчення (для учнів)	Очікувані результати навчання
1.	Основна задача механіки. Абетка кінематики	Розробка уроку формування критичного мислення: https://naurok.com.ua/urok-osnovna-zadacha-mehaniki-abetka-kinematiki-116808.html	https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=-IHCX0MrCnw&feature=emb_logo	Тести для самоперевірки: 1. https://naurok.com.ua/test/osnovna-zadacha-mehaniki-abetka-kinematiki-549765.html 2. https://quizizz.com/admin/quiz/5d77e86dcc5870001ad08600/- 3. https://onlinetestpad.com/ua/testview/170493-mekhanichnij-ruk-h-i-jogo-vidi Матеріали для самостійного вивчення: https://probapera.org/publication/13/54509/osnovna-zadacha-mehaniky.html	Оперує поняттями і термінами: механічний рух; матеріальна точка; тіло відліку, траєкторія, переміщення, пройдений шлях
2.	Швидкість руху. Середня та миттєва швидкості	Розробка уроку з використанням інтерактивних вправ https://learningapps.org https://naurok.com.ua/urok-shvidkist-ruhu-zakoni-dodavannya-shvidkostey-i-peremischen-116803.html	1. https://www.youtube.com/watch?v=qRR_1Gj6Kzw 2. https://www.youtube.com/watch?v=tc_WTLu51YU 3. https://www.youtube.com/watch?v=7TiLEcp-scA	Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/shvidkist-ruhu-serednya-ta-mitteva-shvidkosti-528773.html Матеріали для самостійного вивчення: https://narodna-osvita.com.ua/1395-tema-2-ptyamolnyniy-nervnomrniy-ruh-serednya-mittyeva-shvidkost-	Оперує поняттями і термінами: швидкість, миттєва швидкість Розв'язує задачі на використання формул прямолінійного рівномірного руху

				priskorennya-ruhu-tla.html	
3.	Закони додавання переміщень і швидкостей	Розробка уроку з використанням інтерактивних вправ https://learningapps.org https://naurok.com.ua/urok-shvidkist-ruhu-zakoni-dodavannya-shvidkostey-i-peremischen-116803.html	https://www.youtube.com/watch?v=457rgw7Ieb4	Тести для самоперевірки: 1. https://onlinetestpad.com/ua/test/173634-13-zakoni-dodavannya-peremishhen-ta-shvidkostej 2. https://naurok.com.ua/test/shvidkist-zakon-dodavannya-shvidkostey-i-peremishhen-552564.html Матеріали для самостійного вивчення: https://physic.cx.ua/shvidkist/	Оперує поняттями і термінами: швидкість, переміщення, система відліку Розв'язує задачі на використання законів додавання переміщень і швидкостей
4.	Рівноприскорений і прямолінійний рух. Прискорення	https://vseosvita.ua/library/rivnopriskoreniy-rukh-priskorennya	https://www.youtube.com/watch?v=6MKma8NoZ2o	Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/rivnopriskoreniy-pryamoliniyniy-rukh-18147.html Матеріали для самостійного вивчення: https://naurok.com.ua/prezentaciya-v-9-klasi-do-uroku-rivnopriskoreniy-pryamoliniyniy-rukh-priskorennya-shvidkist-rivnopriskoreniy-pryamoliniynogo-ruhu-6818.html	Оперує поняттями і термінами: прискорення Розв'язує задачі на використання формул рівноприскореного руху Вміє аналізувати та будувати графіки прямолінійного рівноприскореного руху
5.	Лабораторна робота № 1. Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху	https://naurok.com.ua/laboratorna-roboty	http://interactive.ranok.com.ua/theme/contentview/serednyata-starsha-shkola/fzika-10-klas/10275-laboratorna-roboti/laboratorna-roboty	Матеріали для самостійного вивчення: https://sites.google.com/site/fizikazoiiii/uroki/10-klas/rozdil-1-kinematika/1-6-laboratorna-roboty	Вміє аналізувати та будувати графіки прямолінійного рівноприскореного руху Володіє найпростішими методами експериментального дослідження руху тіл

6.	Вільне падіння	Розробка уроку, що допомагає націлити учнів на проведення дослідів, експерименту в домашніх умовах: https://naurok.com.ua/konsp-ekt-uroku-z-fiziki-vilne-padinnya-til-6823.html	1. https://www.youtube.com/watch?v=8A7DiGzJUvg 2. https://www.youtube.com/watch?v=feFw8Ygn3fk	Тести для самоперевірки: 1. https://naurok.com.ua/test/vilne-padinnya-1784.html 2. https://onlinetestpad.com/ua/test/178493-10-klas-15-vilne-padinnya Матеріали для самостійного вивчення: https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/2824	Оперує поняттями і термінами: прискорення вільного падіння
7.	Криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння	http://interactive.ranok.com.ua/theme/contentview/pdryc-hniki/fzika-rven-standarty-za-navchalnoyu-programoyu-avtorskogo-kolektivny-pd-kervnitstvom-loktva-v-m-pdrychnik-dlya-10-klasy-zakladv-zagalno-seredno-osvti/7-vilne-padnnya-ta-krivolnyiniyiryh-pd-dyu-nezmnno-silytyazhnnya/18404-ychimosya-rozvyazyvati-zadach	https://www.youtube.com/watch?v=N0H-rv9XFHk&list=PL2F8A1D21215FB37D	Тести для самоперевірки: https://quizizz.com/admin/quiz/5d938a34c16b8a001ad855ea/ Матеріали для самостійного вивчення: https://www.slideshare.net/NinaBeljaeva/016-69636671	Оперує поняттями і термінами: прискорення вільного падіння Розв'язує задачі на використання формул руху тіла під дією постійної сили тяжіння
8.	Рівномірний рух матеріальної точки по колу	https://naurok.com.ua/konsp-ekt-uroku-rivnomirny-ruh-materialno-tochki-po-kolu-period-i-chastota-obertannya-96555.html	1. https://www.youtube.com/watch?v=h-85rpR-mRM 2. https://www.youtube.com/watch?v=FTq1oXPwCLA	Тести для самоперевірки: 1. https://naurok.com.ua/test/rrrr-12811.html 2. https://onlinetestpad.com/ua/testview/178551-10-klas-17-rivnomirnij-rukh-po-kolu	Оперує поняттями і термінами: період, частота, кутова швидкість, доцентрове прискорення Розв'язує задачі на використання формул рівномірного руху по колу

9.	Лабораторна робота № 2. Вивчення руху тіла по колу	https://naurok.com.ua/urok-laboratorna-robota-2-vivchennya-ruhu-tila-po-kolu-smart-prezentaciya-145503.html	http://interactive.ranok.com.ua/theme/contentview/serednyata-starsha-shkola/fzika-10-klas/10275-laboratorn-roboti/18011-laboratorna-robota-2-vivchennya-ryhy-tlapo-koly	Матеріали для самостійного вивчення: https://elizlabs.com.ua/assets/files/labotorki/04.pdf	Володіє найпростішими методами експериментального дослідження руху тіл
10	Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона	https://naurok.com.ua/urok-inercialni-sistemi-vidliku-pershiy-zakon-nyutona-10409.html	1. http://%20https://www.youtube.com/watch?v=qq1Whusk8No 2. https://www.youtube.com/watch?v=4ZZ-eOUu52o&feature=emb_title	Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/inercialni-sistemi-vidliku-pershiy-zakon-nyutona-45195.html Матеріали для самостійного вивчення: https://vseosvita.ua/library/prezentaciya-9-klasi-do-uroku-na-temu-inercialni-sistemi-vidliku-persij-zakon-nyutona-71656.html	Оперує поняттями і термінами: інерціальна система відліку, рівнодійна сил Вибирає оптимальним чином систему відліку для розв'язання конкретних задач, вміє здійснити перехід з однієї системи відліку до іншої.
11	Сила. Маса. Другий та третій закони Ньютона	1. https://naurok.com.ua/urok-drugiy-zakon-nyutona-10416.html 2. https://sites.google.com/site/sitespopyrina/rozroki-urokiv/10-klas/urok-3/plan-konspe	1. https://www.youtube.com/watch?v=PkJDqvjPCWpQ 2. https://www.youtube.com/watch?v=eMRt_AJdDuM	Тести для самоперевірки: 1. https://onlinetestpad.com/ua/testview/183649-10-klas-21-zakoni-nyutona 2. https://quizizz.com/admin/quiz/5c98f090bf0544001aaa6658/ Матеріали для самостійного вивчення: https://www.slideshare.net/NinaBeljaewa/015-69548747	Оперує поняттями і термінами: сила, маса. Вміє застосовувати закони динаміки Ньютона
12	Гравітаційне поле. Сила тяжіння. Перша космічна	https://naurok.com.ua/konsp-ekt-uroku-z-fiziki-dlya-10-go-klasu-na-temu-gravitaciyna-vzaemodiya-	1. https://www.youtube.com/watch?v=QyeF_QPSbk 2. https://youtu.be/byMrKNpoWbk	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/183893-10-klas-22-gravitacijne-pole-sila-tyazhinnya-persha-kosmichna-	Оперує поняттями і термінами: сила тяжіння Вміє застосовувати закони динаміки Ньютона.

	швидкість	zakon-vsesvitnogo-tyazhinnya-10859.html		shvidkist Матеріали для самостійного вивчення: https://slide-share.ru/gravitacijne-pole-sila-tyazhinnya-persha-kosmichna-shvidkist-72690	Виявляє ставлення та оцінює на якісному рівні результати застосування знань з механіки для розв'язання основної задачі механіки в реальних життєвих ситуаціях.
13	Сила пружності. Вага тіла	https://naurok.com.ua/konsp-ekt-uroku-z-fiziki-dlya-10-klasu-sila-pruzhnosti-vaga-tila-72468.html	1. http://%20https://www.youtube.com/watch?v=xdJwG_9kF8s 2. https://naurok.com.ua/prezentaciya-do-uroku-z-fiziki-10-klas-sila-pruzhnosti-vaga-tila-72470.html	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/184254-10-klas-23-sila-pruzhnosti-vaga-tila Матеріали для самостійного вивчення: https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/5307	Оперує поняттями і термінами: сила пружності, вага Вміє застосовувати формули сил, алгоритм розв'язання задач динаміки
14	Сила тертя	https://vseosvita.ua/library/konsp-ekt-uroku-sila-tertia-139603.html	1. https://youtu.be/TUCCfmLquV4 2. https://youtu.be/H_BWICJN53M	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/185955-10-klas-24-sila-tertya Матеріали для самостійного вивчення: 1. https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/1333 2. https://disted.edu.vn.ua/courses/learn/12059	Оперує поняттями і термінами: сили тертя ковзання та спокою, сила опору при русі тіла в суцільному середовищі Вміє застосовувати формули сил, алгоритм розв'язання задач динаміки
15	Лабораторна робота № 3. Дослідження руху зв'язаних тіл	https://naurok.com.ua/laboratorna-robot-a-3-doslidzhennya-ruhu-zv'yazanih-til-112093.html	http://interactive.ranok.com.ua/theme/contentview/serednyata-starsha-shkola/fzika-10-klas/10275-laboratorna-roboti/laboratorna-robot-a-3-doslidzhennya-ryhy-	Матеріали для самостійного вивчення: https://drive.google.com/open?id=1TNdkinpp8EReHNah_vM0rXptjpoofDT5)	Вміє застосовувати формули сил, алгоритм розв'язання задач динаміки

			zvyazanih-til		
16	Рівновага тіл. Момент сили	https://naurok.com.ua/rivnovaga-til-moment-sili-143060.html	https://www.youtube.com/watch?v=WZUbnJzSkXc	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/190864-10-klas-25-rivnovaga-til-moment-sili Матеріали для самостійного вивчення: https://vseosvita.ua/library/rivnovaga-til-moment-sili-centr-tazinna-umova-rivnovagi-tila-so-mae-vis-obertanna-3800.html	Оперує поняттями і термінами: момент сили, умови рівноваги Вміє застосовувати умови рівноваги тіл
17	Лабораторна робота № 4. Визначення центра мас плоскої фігури	https://vseosvita.ua/library/laboratorni-roboti-10-klas-zanavcalnou-programou-avtorskogo-kolektivu-pid-kerivnictwom-lasenko-oi-169990.html	http://interactive.ranok.com.ua/theme/contentview/serednyata-starsha-shkola/fzika-10-klas/10275-laboratorni-roboti/laboratorna-robot-4-viznachennya-tsentra-mas-plosko-figyri	Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/teoretichniy-zahist-do-laboratorno-roboti-5-viznachennya-centra-mas-plosko-plastini-20433.html Матеріали для самостійного вивчення: https://elizlabs.com.ua/assets/files/laboratori/22.pdf	Вміє застосовувати умови рівноваги тіл
18	Механічна робота. Кінетична енергія. Потужність	https://naurok.com.ua/10-klas-urok-mehanichna-robot-kinetichna-energiya-potuzhnist-79161.html	https://www.youtube.com/watch?v=JHNDhTg66c https://www.youtube.com/watch?time_continue=5&v=_anvCRWx2do&feature=emb_logo	Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/mehanichna-robot-kinetichna-energiya-potuzhnist-513867.html Матеріали для самостійного вивчення: https://naurok.com.ua/prezentaciya-mehanichga-robot-potencialna-energiya-potuzhnist-79162.html	Оперує поняттями і термінами: механічна робота різних сил

19	Потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії	https://naurok.com.ua/urok-potencialna-energiya-zakon-zberezhennya-energi-91431.html	https://www.youtube.com/watch?v=weIbZPeoGfE&list=PLRL-cCeT_VFoX7EkB3fU9xadBUpYLYGZ5&index=67	Тести для самоперевірки: https://quizizz.com/admin/quiz/5acf55863eb7a9001b45d8a Матеріали для самостійного вивчення: https://naurok.com.ua/prezentaciya-na-temu-zakon-zberezhennya-mehanichno-energi-79168.html	Оперує поняттями і термінами: консервативні (потенціальні) сили, кінетична та потенціальна енергії, нульовий рівень потенціальної енергії. Визначає умови, за яких виконуються закони збереження в механіці. Вміє застосовувати закони збереження в механіці
20	Імпульс тіла. Реактивний рух. Пружне та непружне зіткнення	https://naurok.com.ua/urok-impuls-tila-zakon-zberezhennya-impulsu-66434.html	1. https://www.youtube.com/watch?v=v3PSDWyKmwI 2. https://www.youtube.com/watch?v=YButnOP83g4	Тести для самоперевірки: 1. https://quizizz.com/admin/quiz/5eb9847c0570bd001b1b008c/vzasmodya-til-impuls-zakoni-zberezhennya 2. https://onlinetestpad.com/ua/testview/22888-%D1%96mpuls-t%D1%96la-zakon-zberezhennya-%D1%96mpulsu-reaktivnij-rukh Матеріали для самостійного вивчення: https://naurok.com.ua/prezentaciya-impuls-tila-zakon-zberezhennya-impulsu-reaktivniy-ruh-106936.html	Оперує поняттями і термінами: імпульс Вміє застосовувати закони збереження в механіці. Оцінює важливість законів збереження як найбільш загальних законів природи, що стосуються будь-яких явищ.
21	Рух рідини та газу. Підіймальна сила крила	https://docs.google.com/document/d/e/2PACX-1vTmpScwj89-HqjhU18hUJ2EALJkId8shN-uWI0CLenKKLXLWDnRB	https://www.youtube.com/watch?v=noFex-90Z00	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/193626-10-klas-27-rukh-ridini-i-gazu-pidijmalna-sila-krila Матеріали для самостійного вивчення:	Оперує поняттями і термінами: підіймальна сила крила

		LaCl2mjdWR_JIpDBxxcAOtKrYWz/pub		https://naurok.com.ua/rivnovaga-ta-ruh-ridini-ta-gazu-pidiymalna-silakrila-105218.html	
22	Види механічних коливань	https://naurok.com.ua/urok-mehanichni-kolivannya-ta-hvili-klasifikaciya-hvili-85926.html	https://www.youtube.com/watch?v=rPIpyWiCPRQ	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/197032-10-klas-31-mekhanichni-kolivannya Матеріали для самостійного вивчення: http://www.myshared.ru/slide/1241950/	Розрізняє види коливань (вільні, згасаючі, вимушені, авто-) в різних коливальних системах
23	Математичний і пружинний маятники. Енергія коливань	https://naurok.com.ua/fizika-10-klas-tema-uroku-nayprostishi-kolivalni-sistemi---matematichniy-ta-pruzhinniy-mayatniki-energiya-kolivan-112387.html	https://www.youtube.com/watch?v=TGfcjVAzGYQ	Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/mehanichni-kolivannya-i-hvili-212832.html Матеріали для самостійного вивчення: 1. https://naurok.com.ua/prezentaciya-z-temi-matematichniy-i-pruzhinniy-mayatniki-160770.html 2. http://www.myshared.ru/slide/429223/	Вміє знаходити характеристики коливань найпростіших коливальних систем та встановлювати зв'язок між ними.
24	Лабораторна робота № 5. Дослідження коливань нитяного маятника, вимірювання прискорення вільного падіння.	https://vseosvita.ua/library/laboratorna-robot-no-5-doslidzenna-kolivan-nitanogo-maatnika-61884.html	http://interactive.ranok.com.ua/theme/contentview/serednyata-starsha-shkola/fzika-10-klas/10275-laboratorn-roboti/laboratorna-robot-no-5-doslidzhennya-kolivan-nityanogo-mayatnika-vimiryuvannya-priskorennya-vilnogo-padinnya	Матеріали для самостійного вивчення: https://elizlabs.com.ua/assets/files/laboratori/05.pdf	Вміє знаходити характеристики коливань найпростіших коливальних систем та встановлювати зв'язок між ними.

25	Резонанс.	https://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/physics/40819/	https://www.youtube.com/watch?v=qB8NzivXhfs	Тести для самоперевірки: 1. https://naurok.com.ua/test/rezonans-412619.html 2. https://onlinetestpad.com/ru/test/24119-153-vynuzhdennye-kolebaniya-rezonans-rezonansnaya-krivaya Матеріали для самостійного вивчення: 1. https://naurok.com.ua/prezentaciya-rezonans-proyavi-ta-zastosuvannya-72125.html 2. https://vseosvita.ua/library/presentation-na-temu-rezonans-228308.html	Оперує поняттями і термінами: резонанс
26	Механічні хвилі	https://naurok.com.ua/urok-mehanichni-hvili-konspekt-16425.html	https://www.youtube.com/watch?v=S5plWoowzWM	1. Тести для самоперевірки: https://naurok.com.ua/test/mehanichni-zvili-schvuk-22422.html 2. https://naurok.com.ua/test/mehanichni-hvili-zvuk-test-2-v---1-22525.html Матеріали для самостійного вивчення: https://naurok.com.ua/prezentaciya-uroku-mehanichni-hvili-9-klas-16432.html	Розуміє фізичну природу виникнення та поширення хвиль
27	Звукові хвилі	https://naurok.com.ua/urok-zvukovi-hvili-infrazvuk-ultrazvuk-52831.html	1. https://www.youtube.com/watch?v=osM4cTLBPaE 2. https://www.youtube.com/watch?v=37Av3_fOqc	Тести для самоперевірки: 1. https://naurok.com.ua/test/zvukovi-hvili-18512.html 2. https://onlinetestpad.com/ua/test/198076-10-klas-32-mekhanichni-khvili-zvuk	Оперує поняттями і термінами: Розуміє фізичну природу виникнення та поширення хвиль

				Матеріали для самостійного вивчення: 1. https://vseosvita.ua/library/prezentacia-v-9-klasi-do-uroku-na-temu-zvukovi-hvili-infravuk-i-ultrazvuk-73042.html 2. https://naurok.com.ua/prezentaciya-zvukovi-hvili-72122.html	
28	Постулати теорії відносності. Релятивістський закон додавання швидкостей	https://vseosvita.ua/library/postulati-teorii-vidnosnostirelativistskij-zakon-dodavanna-svidkостей-196169.html	https://www.youtube.com/watch?v=s8t7mO4nDnk	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/138771-mekhan%D1%96ka-relyativ%D1%96stka-mekhan%D1%96ka Матеріали для самостійного вивчення: https://vseosvita.ua/library/prezentacia-uroku-u-10-klasi-relativistska-mehanika-73430.html	Оперує основними поняттями СТВ, відносністю довжини та проміжків часу Застосовує релятивістський закон додавання швидкостей.
29	Наслідки постулатів спеціальної теорії відносності	https://ru.osvita.ua/school/lessons_summary/physics/45102/	1. https://www.youtube.com/watch?v=95ZeOFYFcUk 2. https://www.youtube.com/watch?v=5zvwyRIUQxw	Тести для самоперевірки: https://onlinetestpad.com/ua/testview/204948-elementi-specialnoi-teorii-vidnosnosti Матеріали для самостійного вивчення: https://naurok.com.ua/prezentaciya-specialna-teoriya-vidnosnosti-79729.html	Розуміє межі застосування законів класичної та релятивістської механіки. Застосовує постулати СТВ. Визначає повну та кінетичну енергію тіла в рамках СТВ. Виявляє ставлення та оцінює зміну уявлень про час і простір після створення СТВ

2.3. Використання симуляцій vascak.cz

Інтернет-ресурс vascak.cz [81] – чеський сайт, на якому представлені HTML5-симуляції, розподілені у 16 тем (Механіка, Гравітаційне поле, Механічні коливання і хвилі, Молекулярна фізика і термодинаміка, Електростатика, Електричний стум, Напівпровідник, Електричний струм в рідинах, Електричний струм в газах і вакуумі, Магнітне поле, Змінний струм, Оптика, Спеціальна теорія відносності, Атомна фізика, Ядерна фізика, Математика). Ці симуляції розроблені вчителем з Моравії В. Вашчаком для використання в освітньому процесі. Як видно з рис. 2.3, симуляції перекладені на деякі європейські мови, у тому числі і на українську, що робить їх зручними для використання.



Рис. 2.3. Онлайн-ресурс vascak.cz

У таблиці 2.2 ми підібрали симуляції vascak.cz, які можна використовувати на уроках фізики під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі.

Таблиця 2.2.

**Використання симуляцій vascak.cz під час вивчення розділу «Механіка»
у 10 класі**

№	Тема уроку	Назва симуляції	Посилання
1.	Основна задача механіки. Абетка кінематики	1. Похила площина 2. Система відліку	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_sily&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kolo&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kolo&l=ru
2.	Рівноприскорений прямолінійний рух. Прискорення. <i>Лабораторна робота № 1. Визначення прискорення тіла в ході рівноприскореного прямолінійного руху</i>	Рух	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pohyb&l=ru
3.	Вільне падіння	1. Прискорення вільного падіння 2. Вертикальний кидок 3. Вільне падіння тіл	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_tih_ove_zrychleni&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vrh_svisly&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_volny_pad&l=ru 4. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_newtonova_trubice&l=ru
4.	Криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння	Куди летить снаряд	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_skladani_pohybu&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_vrh_vodorovny&l=ru
5.	Рівномірний рух матеріальної точки по колу. <i>Лабораторна робота № 2. Вивчення руху</i>	Рух по колу	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kr_uznice&l=ru

	<i>тіла по колу</i>		
6.	Інерціальні системи відліку. Перший закон Ньютона	Перший закон Ньютона	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton1&l=ru
7.	Сила. Маса. Другий та третій закони Ньютона	1. Паралелограм сил 2. Другий закон Ньютона 3. Третій закон Ньютона	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_rovnobeznik&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton2&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_newton3&l=ru
8.	Гравітаційне поле. Сила тяжіння. Перша космічна швидкість	1. Класична теорія тяжіння Ньютона 2. Напруженість гравітаційного поля 3. Гравітаційне поле 4. Однорідне гравітаційне поле	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_newton_zakon&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_intenzita&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_centralni_pole&l=ru 4. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_homogenni_pole&l=ru
9.	Сила пружності. Вага тіла	1. Закон Архімеда 2. Невагомість 3. Перевантаження	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_archimedes&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_beztizny&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_supervytah&l=ru
10.	Сила тертя	Тертя та опір повітря	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_rovina&l=ru
11.	Рівновага тіл. Момент сили	1. Блоки 2. Поліспаст 3. Принцип важеля 4. Механічна рівновага	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kladky&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kladkostroji&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_paka&l=ru 4. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_rovnovazna&l=ru
12.	<i>Лабораторна</i>	Центр мас	1. https://www.vascak.cz/data/android/

	<i>робота № 4. Визначення центра мас плоскої фігури</i>		physicsatschool/template.php?s=mech_teziste&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_teziste&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_teziste&l=ru
13.	Механічна робота. Кінетична енергія. Потужність	Механічна робота	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_prace&l=ru
14.	Потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії	Закон збереження енергії	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_ze&l=ru
15.	Імпульс тіла. Реактивний рух. Пружне та непружне зіткнення	1. Пружне зіткнення 2. Непружне зіткнення	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_pruzna&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_nepruzna&l=ru
16.	Рух рідини та газу. Підймальна сила крила	1. Закон Бернуллі 2. Підйомна сила	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_bernoulli&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_kridlo&l=ru
17.	Види механічних коливань	1. Колиска Ньютона 2. Осцилятори 3. Гармонічні коливання 4. Затухаючі коливання 5. Вимушені коливання	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=mech_houpacka&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_oci_latory&l=ru 3. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_harmonicke_kmitani&l=ru 4. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_tlumene_kmitani&l=ru 5. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_nucene_kmitani&l=ru
18.	Математичний і пружинний маятники. Енергія коливань	Маятник Фуко	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=gp_foucait&l=ru
19.	<i>Лабораторна робота № 5.</i>	Математичний маятник	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_kyva

	<i>Дослідження коливань нитяного маятника, вимірювання прискорення вільного падіння.</i>		dlo&l=ru
20.	Резонанс	Резонанс	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_rezonance&l=ru
21.	Механічні хвилі	1. Хвиля 2. Хвильова машина	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_vlneni&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_julius&l=ru
22.	Звукові хвилі	1. Звук 2. Швидкість звуку	1. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_zvuk&l=ru 2. https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=kv_rychllost_zvuku&l=ru
23.	Постулати теорії відносності. Релятивістський закон додавання швидкостей. Наслідки постулатів спеціальної теорії відносності	Релятивістське скорочення часу Скорочення Лоренца	https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_dilatace&l=ru https://www.vascak.cz/data/android/physicsatschool/template.php?s=str_kontraktace&l=ru

Традиційний освітній процес з фізики побудований таким чином, що експериментальна підготовка займає чільне місце серед інших видів діяльності учнів. У розділі «Механіка» згідно навчальної програми передбачено виконання 5 лабораторних робіт (їх теми, конспекти та зразки звітів про виконання представлені в таблиці 2.1).

З метою формування STEM-компетентності учнів на уроках фізики ми пропонуємо доповнити лабораторні роботи додатковими завданнями з використанням симуляцій vascak.cz.

Наприклад, лабораторну роботу «Вивчення руху тіла по колу» можна доповнити завданням дослідити графік такого руху (рис. 2.4), проаналізувати

періодичні зміни значень фізичних величин, що описують рух по колу та спробувати підібрати математичні функції, що відповідають дослідженим графікам. Робота над таким завданням сприятиме розвитку вмінь застосовувати математичний апарат для розв'язування фізичних задач та усвідомленню важливості математичних знань як інструментарію природничих наук.

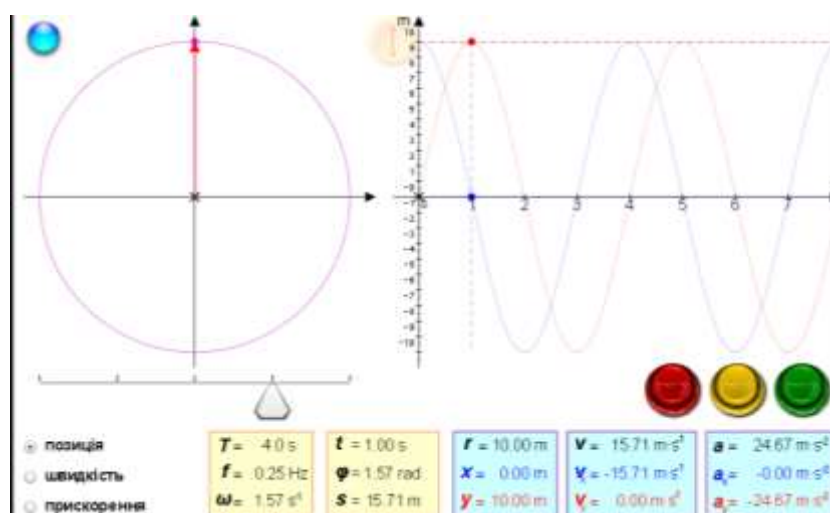


Рис. 2.4. Дослідження руху тіла по колу

Лабораторну роботу «Визначення центра мас плоскої фігури» пропонуємо доповнити груповим проблемним завданням: бригадам необхідно дослідити демонстрацію «Центр мас» (рис. 2.5) з ресурсу vascak.cz, детально пояснивши чому біло-синя фігура рухається вниз, а біло-червона вгору, зобразити сили, що будуть діяти на ці фігури в різних точках жолобу, спробувати виготовити таку модель.

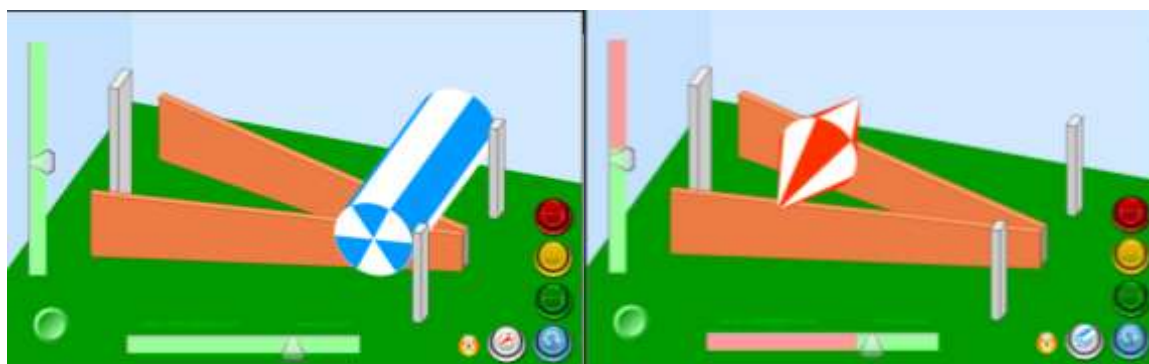


Рис. 2.5. Центр мас тіла

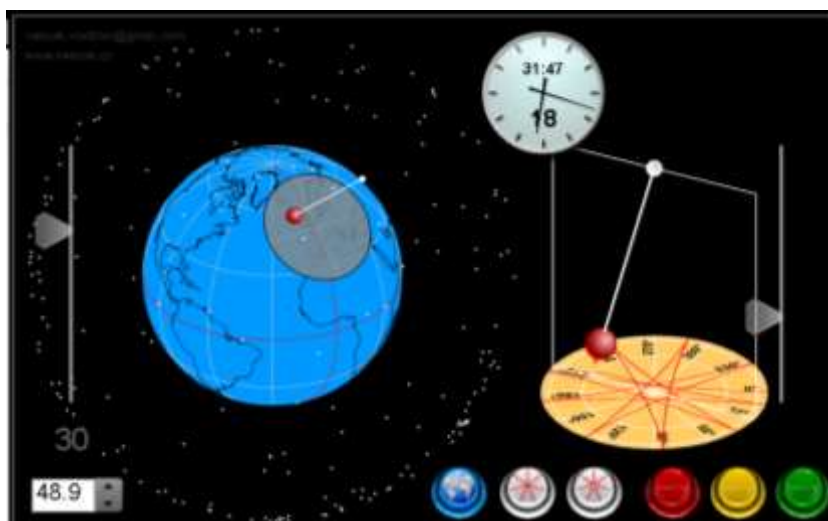


Рис. 2.6. Маятник Фуко

Лабораторна робота «Дослідження коливань нитяного маятника, вимірювання прискорення вільного падіння» не складна для виконання, тому її доцільно доповнити завданням з вивчення маятника Фуко (рис. 2.6). Учням пропонують ознайомитись з симуляцією, у додаткових джерелах знайти опис цього експерименту та пояснення обертання площини маятника. Виконання цього завдання сприятиме розвитку цілісного наукового світогляду учнів, як невід’ємної складової STEM-компетентності.

2.4. Використання PhET Interactive Simulations

Інтерактивний сайт «Інтерактивні симуляції» PhET (Physics Education Technology) [80] використовується для віртуального моделювання у процесі вивчення природничих наук. Проект «PhET» спочатку слугував для вивчення «Освітніх технологій з фізики», але незабаром його було розширено іншими дисциплінами. Сьогодні на сайті міститься понад 200 різного рівня flash, Java та HTML5 моделювань з фізики, хімії, біології, математики та географії (рис. 2.7). PhET-симуляції створені на основі наукових педагогічних досліджень і спонукають учнів до навчальних досліджень і експериментування використовуючи інтуїцію в середовищі, подібному до гри.

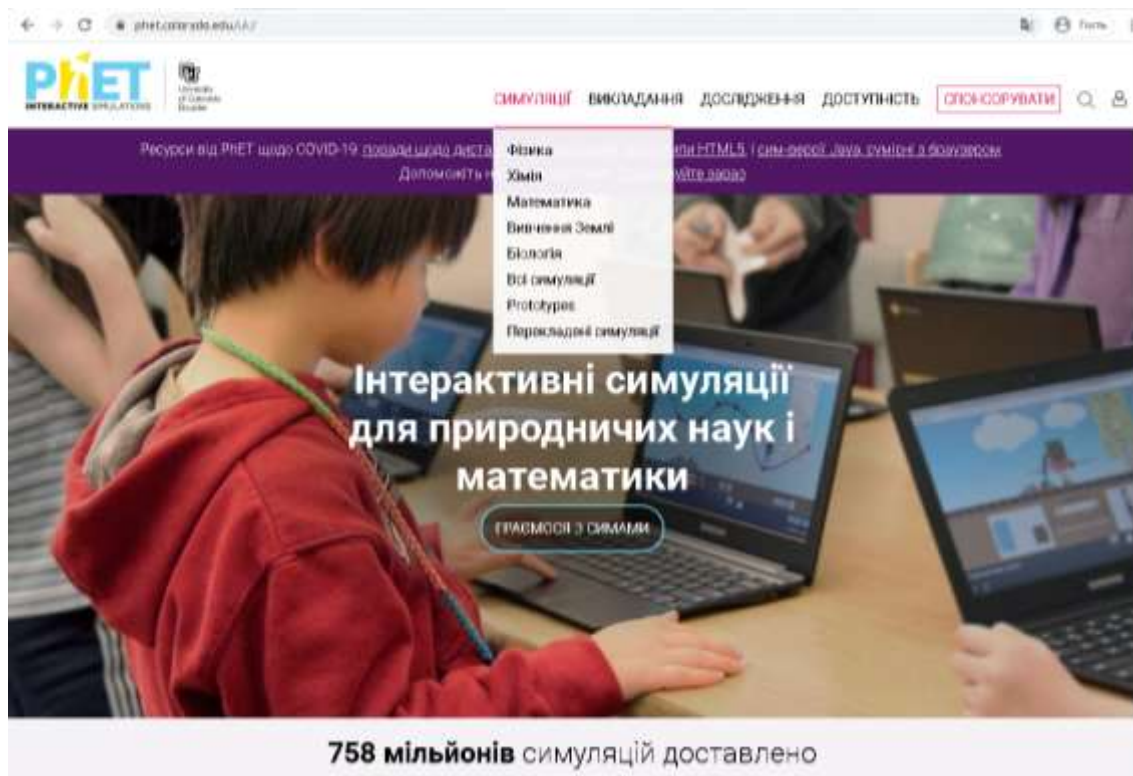


Рис. 2.7. Онлайн-ресурс PhET (Physics Education Technology)

Більшість симуляцій адаптовані до освітнього процесу в нашій країні, перекладені на українську мову і поділені на 7 тематичних розділів:

- Рух (32 симуляції);
- Звук і хвилі (9 симуляцій);
- Робота, енергія, сила (13 симуляцій);
- Теплоота (15 симуляцій);
- Квантові явища (21 симуляція);
- Світло, випромінення (24 симуляції);
- Електрика, магнетизм, електричне коло (25 симуляцій).

Таким чином з фізики представлені більше 100 симуляцій. Їх кількість поступово поповнюється новими розробками. У таблиці 2.3 ми підібрали Phet-симуляції, які можна використовувати на уроках фізики під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі.

Використання Phet-симуляцій під час вивчення розділу «Механіка» у 10

класі

№	Тема уроку	Назва симуляції	Посилання
1.	Основна задача механіки. Абетка кінематики	1. Додавання векторів 2. Calculus Grapher	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/vector-addition 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/calculus-grapher
2.	Рівноприскорений прямолінійний рух. Прискорення	1. Людина, що рухається 2. Рух бедрика у 2D 3. Maze Game	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/moving-man 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/ladybug-motion-2d 3. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/maze-game
3.	Криволінійний рух під дією незмінної сили тяжіння	Рух снарядів	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/projectile-motion
4.	Рівномірний рух матеріальної точки по колу	1.Бедрикова революція 2.Крутильний момент	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/rotation 2. https://phet.colorado.edu/sims/rotation/torque_uk.jar
5.	Закони Ньютона	Сили і рух	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/forces-and-motion-basics
6.	Гравітаційне поле. Сила тяжіння. Перша космічна швидкість	1. Гравітація і орбіти 2. Лабораторія гравітаційних сил 3. Моя сонячна система	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/gravity-and-orbits 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/gravity-force-lab 3. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/my-solar-system
7.	Сила пружності. Вага тіла	1. Закон Гука 2. Маса і пружини 3. Lunar Lander	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/HOOKES-LAW 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/masses-and-springs 3. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/lunar-lander
8.	Сила тертя	Тертя	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/friction
9.	Виштовхувальна сила	1.Плаучість 2.Повітряні кулі і плаучість	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/buoyancy 2. https://phet.colorado.edu/

			uk/simulation/legacy/balloon-s-and-buoyancy
10.	Сили	1. Похила площина: сили і рух 2. Похила поверхня	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/ramp-forces-and-motion 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/the-ramp
11.	Рівновага тіл. Момент сили	Балансування	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/balancing-act
12.	Кінетична та потенціальна енергія. Закон збереження механічної енергії	1. Парк для скейтів 2. Енергетичний скейт-парк	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/energy-skate-park 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/energy-skate-park-basics
13.	Рух рідини та газу. Підймальна сила крила	Рух рідини	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/fluid-pressure-and-flow
14.	Види механічних коливань	Normal Modes	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/normal-modes
15.	Математичний і пружинний маятники. Енергія коливань	1. Лабораторія маятників 2. Маси і пружини. Основи	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/pendulum-lab 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/masses-and-springs-basics
16.	Резонанс	Резонанс	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/resonance
17.	Механічні хвилі	1. Хвилі. Вступ 2. Хвилі в стрічці 3. Fourier: Making Waves	1. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/waves-intro 2. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/wave-on-a-string 3. https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/fourier
18.	Звукові хвилі	Звук	https://phet.colorado.edu/uk/simulation/legacy/sound

Як зазначалось у розділі 1, складовими STEM-компетентності є: креативні якості та когнітивна гнучкість (розробка), вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем (рішення проблем), критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний науковий світогляд, математична та природнича грамотність (дослідження світу).

Наведемо фрагменти уроків з прикладами використання Phet-симуляцій на уроках фізики з метою формування складових STEM-компетентності.

Під час підведення підсумків з теми «Кінематика» доцільно учням дати групове домашнє завдання з використанням гри Maze Game (рис. 2.8): пройти лабіринтом до фінішу, не торкнувшись стінок. Для цього клас ділять на групи по 3-4 учня (що сприятиме розвитку навичок роботи у команді). Учням пояснюють, що управління кулькою відбувається у нижньому правому вікні у трьох режимах на вибір: управління траєкторією, управління напрямом і величиною швидкості, задання напрямку і величини прискорення. Необхідно обрати оптимальний режим та розв'язати проблему будь-якими способами.

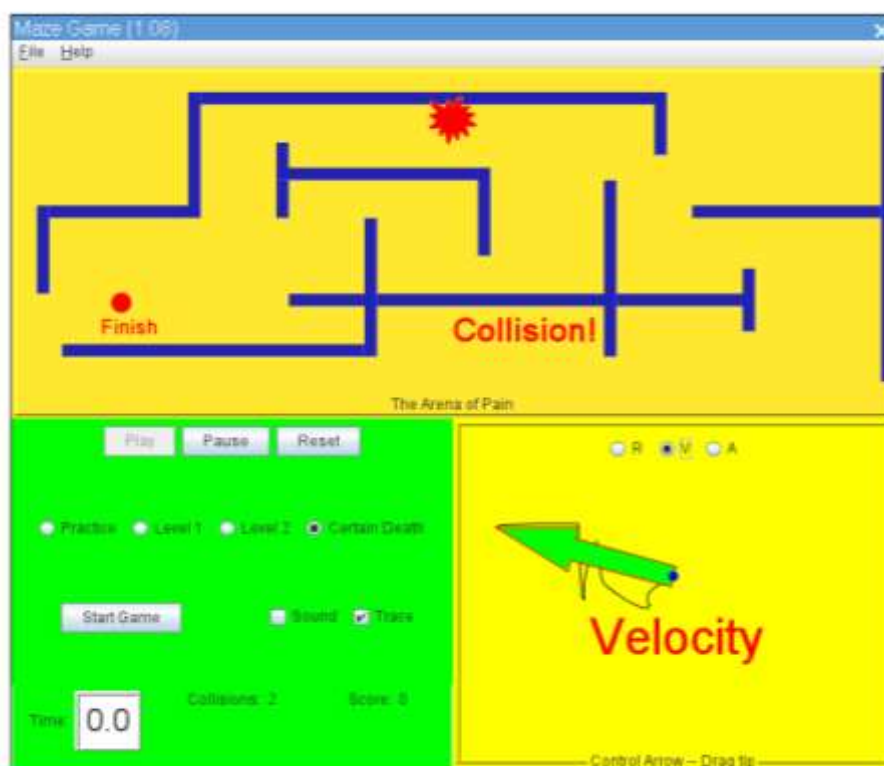


Рис. 2.8. Гра Maze Game

Виконання такого нестандартного завдання сприятиме розвитку когнітивних здатностей учнів, вмінню оцінювати проблему та розв'язувати її.

Для формування цілісних наукових поглядів на будову світу під час підведення підсумків з теми «Динаміка», обов'язково потрібно дослідити гравітаційну взаємодію об'єктів Сонячної системи. Учням можна дати завдання змодельовати планетну систему зі стійкими орбітами та якомога

більшою кількістю компонентів, при цьому дослідити залежність орбіт від мас, розташування, швидкостей компонентів системи. Такі завдання можна виконати за допомогою Phet-симуляцій Гравітація і орбіти та Моя сонячна система (рис. 2.9).

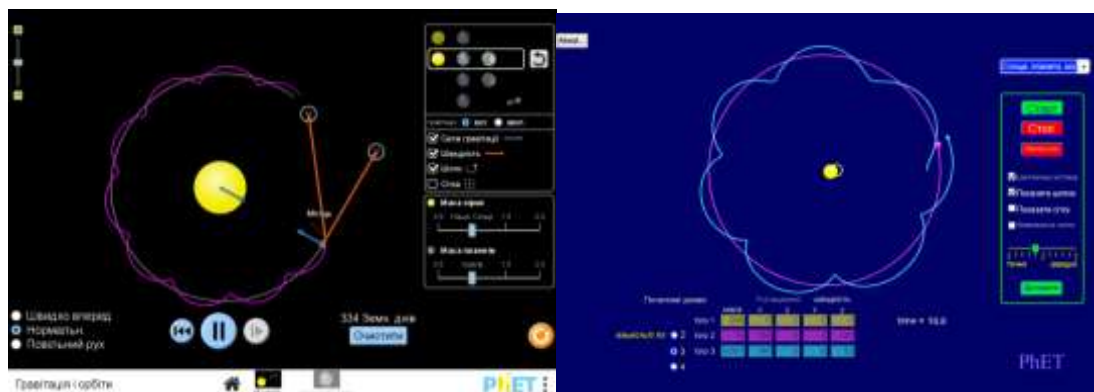


Рис. 2.9. Phet-симуляції Гравітація і орбіти та Моя сонячна система

Під час підведення підсумків з тем «Рівновага тіл» та «Закони збереження в механіці» учням пропонують змоделювати якомога триваліший рух скейтера на скейт-трампліні за допомогою Phet-симуляції Енергетичний скейт-парк (рис. 2.10): змінюючи такі параметри, як маса скейтера, форма трампліна, значення прискорення вільного падіння, висота над нульовим рівнем потенціальної енергії тощо. Необхідно не лише продемонструвати такий рух, а й пояснити, які параметри, на думку учня, впливають на тривалість руху скейтера.

Необхідно відмітити, що постановка подібних завдань повинна бути максимально чіткою, але ні в якому разі не потрібно уніфікувати вимоги до оформлення звітів про виконання завдання. Вільне оформлення результатів таких завдань розвиватиме креативні здібності учні.



Рис. 2.10. Енергетичний скейт-парк

Також в кінці вивчення розділу «Механіка» учням доцільно запропонувати підсумкові завдання для визначення рівнів сформованості STEM-компетентності (додаток Г).

Таким чином, під час узагальнюючих уроків доцільно пропонувати учням виконувати подібні завдання для розвитку когнітивних, організаторських, комунікативних, оцінювальних, дослідницьких вмінь і навичок, що сприятиме розвитку цілісного наукового бачення світу, математичної та природничої грамотності, здібностей вирішувати складні комплексні проблеми.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ПЕДАГОГІЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

3.1. Організація педагогічного експерименту

Проведення педагогічного експерименту є невід'ємною частиною будь-якого педагогічного дослідження. Цей дослідницький метод передбачає впровадження розроблених методик в освітній процес та аналіз навчальних досягнень в учнів за спеціально створеними критеріями. Педагогічний експеримент може бути констатуєчим або формуючим (рис. 3.1).

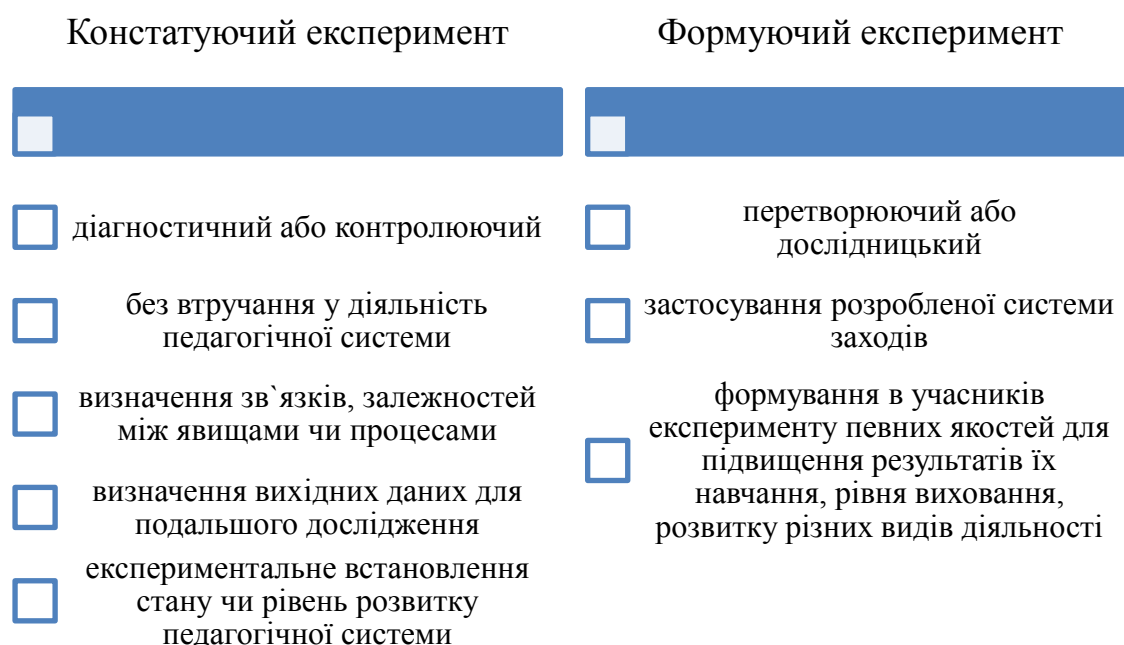


Рис. 3.1. Види педагогічного експерименту

З метою якісної організації і проведення педагогічного дослідження були використані роботи С. Гончаренко, М. Грабарь, К. Краснянської [12, 13, 15, 52], які описують основні засади педагогічного експерименту.

Ми проводили педагогічний експеримент на базі двох освітніх закладів: Суворського ЗЗСО І-ІІІ ступенів Горохівської сільської ради Миколаївської

області та Олександрівської ЗОШ I-III ступенів Снігурівської РДА Миколаївської області.

Педагогічний експеримент по виявленню ефективності розробленої методики формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі мав три етапи: констатуючий, формуючий та контрольний.

Основні завдання констатуючого етапу педагогічного експерименту:

- проведення анкетування серед вчителів фізики, з метою вивчення їх досвіду формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ на уроках фізики;
- аналіз сучасних шкільних підручників з фізики з позиції формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ;
- розробка методичних рекомендацій з формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі;
- виявлення початкового рівня сформованості STEM-компетентностей учнів.

На даному етапі педагогічного експерименту нами були виділені рівні пізнавальної сформованості STEM-компетентностей учнів:

- низький рівень – учень може обробляти різні джерела навчальної інформації, запропонованої вчителем, але не має навичок аналізу, синтезу та перекодування інформації; не може самостійно складати план виконання завдань, аналізувати мету дослідження та формулювати завдання для виконання експерименту у віртуальному середовищі; може розв'язувати нескладні задачі за допомогою вчителя; підбирає інструменти для розв'язання завдань чи виконання досліджень у віртуальному середовищі, але зі сторонньою допомогою; не завжди може застосовувати ІКТ для розв'язання завдань; не може застосовувати знання і вміння з інших предметів для дослідження фізичних явищ; проводить дослідження фізичних явищ чи експериментально перевіряє фізичні закони у віртуальному

середовищі лише за чітких вказівок вчителя; не може самостійно оцінювати результати проведених віртуальних досліджень та робити припущення щодо можливих похибок вимірювання у реальному експерименті.

–середній рівень – учень може обробляти різні джерела навчальної інформації, але не має достатніх навичок аналізу, синтезу та перекодування інформації; частково може самостійно складати план виконання завдань творчого характеру, проте має труднощі з аналізом мети дослідження та формулюванням завдання для виконання експерименту у віртуальному середовищі; може розв'язувати нескладні задачі самостійно, а складні задачі за допомогою вчителя; підбирає інструменти для розв'язання завдань чи виконання досліджень у віртуальному середовищі; не завжди може застосовувати ІКТ для розв'язання завдань; частково може застосовувати знання і вміння з інших предметів для дослідження фізичних явищ; проводить нескладні дослідження фізичних явищ чи експериментально перевіряє фізичні закони у віртуальному середовищі лише; може частково оцінювати результати проведених віртуальних досліджень та робити припущення щодо можливих похибок вимірювання у реальному експерименті.

- достатній рівень – учень може обробляти різні джерела навчальної інформації, запропонованої вчителем, має навички аналізу, синтезу та перекодування інформації (у тому числі і за допомогою ІКТ); може частково складати план виконання завдань творчого характеру; аналізувати мету дослідження та частково формулювати завдання для виконання експерименту у віртуальному середовищі; розв'язувати задачі декількома або нестандартними способами практично без сторонньої допомоги; підбирати інструменти для розв'язання завдань чи виконання досліджень у віртуальному середовищі; застосовувати ІКТ для розв'язання завдань, застосовувати знання і вміння з інших предметів для дослідження фізичних явищ; проводити дослідження фізичних явищ чи експериментально перевіряти фізичні закони у віртуальному середовищі; оцінювати результати

проведених віртуальних досліджень та робити припущення щодо можливих похибок вимірювання у реальному експерименті.

–високий рівень – передбачає усі уміння достатнього рівня, при цьому учень виконує усі поставлені вчителем завдання самостійно.

На нашу думку високого рівня сформованості STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ учні досягають на завершальному етапі вивчення предметів природничо-математичного напрямку, тобто наприкінці 11 класу. Тому критерієм сформованості STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ будемо вважати достатній рівень.

Завданням формуючого етапу педагогічного експерименту було впровадження у освітній процес з фізики розробленого навчально-методичного забезпечення спрямованого на формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі.

Контрольний етап педагогічного експерименту передбачав виявлення рівня сформованості STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ після впровадження розробленої методики під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі та порівняння отриманих результатів в кінці педагогічного експерименту.

3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту

До анкетування було залучено 27 вчителів фізики та астрономії та 15 вчителів інших природничо-математичних наук (хімії, біології та математики) закладів загальної середньої освіти Херсонської та Миколаївської областей. Результати анкетування засвідчили, що 85% опитаних респондентів вважають формування STEM-компетентності в учнів одним з найважливіших аспектів навчання сучасної молоді. Проте лише 40% опитуваних намагаються реалізовувати методику формування STEM-компетентності в освітньому процесі.

До основних методів навчання за характером пізнавальної діяльності у процесі формування STEM-компетентності вчителі відносять проблемне викладення матеріалу (94%), евристичний (90%) та дослідницький (100%) методи.

На питання щодо того, які методи навчання за джерелом знань повинні переважати у процесі формування STEM-компетентності відповіді розділися наступним чином: словесні – 29%, наочні – 78%, практичні -100%.

Результати анкетування також засвідчили, що у процесі формування STEM-компетентності за підходом до навчальної діяльності повинні переважати методи стимуляції навчальної діяльності (89%) та організації навчально–пізнавальної діяльності (71%). Лише 18% респондентів вважають, що у процесі формування STEM-компетентності за підходом до навчання повинні переважати методи контролю діяльності.

Думки вчителів щодо того які прийоми навчання повинні переважати у процесі формування STEM-компетентності розділились, але більша половина голосів (близько 60% за кожену відповідь) була віддана за роботу у команді (метод групових проєктів), самостійну обробку та інтерпретація інформації, створення ситуацій, наближених до найважливіших відкриттів у науці, техніці або до явищ суспільного життя. 30% опитуваних вважають доцільним використовувати дидактичні ігри, ситуації суперечки, навчальні дискусії, проводити лекції з демонстраціями і дослідами. Менше 20% учителів вказують на важливість виконання тестових завдань, взаємоперевірку робіт, взаємоопитування.

Найчастіше опитувані використовують для формування STEM-компетентності пристрої для роботи з комп'ютерними демонстраціями, симуляціями, web-квестами та пристрої для демонстрації навчального відео (більше 70% відповідей). Близько 40 % використовують дидактичні матеріали, таблиці, діаграми, малюнки, графіки, комп'ютерні презентації, лабораторні пристрої, прилади. Реальні об'єкти та моделі використовують 18% опитуваних.

Для формування STEM-компетентності респонденти найчастіше використовують такі засоби інформаційно-комунікаційних технологій, як офісне програмне забезпечення, комп'ютерні презентації – 89%. Онлайн-демонстрації та симуляції використовують 65%; відео демонстрації – 71%; Інтернет-сервіси, системи дистанційного навчання – 74%; електронні підручники та посібники – 67%; спеціалізоване програмне забезпечення – лише 5% опитуваних.

Узагальнюючи результати проведеного анкетування можна зазначити, що для формування STEM-компетентності вчителі віддають перевагу засобам навчання мультимедійним та ІКТ-засобам навчання, а серед ІКТ-засобів навчання найпоширенішими є відеодемонстрації, онлайн-демонстрації та симуляції.

Така тенденція має декілька пояснень:

1. розвиток та доступність інформаційно-комунікаційних технологій порівняно з забезпеченням кабінетів лабораторним обладнанням;
2. широкі можливості інформаційно-комунікаційних технологій для демонстрації складних процесів.

З метою перевірки ефективності розробленої нами методики формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі було здійснено її впровадження у освітній процес Суворського ЗЗСО I-III ступенів Горохівської сільської ради Миколаївської області та Олександрівської ЗОШ I-III ступенів Снігурівської РДА Миколаївської області. Загальна кількість учнів, які були залучені до педагогічного експерименту складає 40 осіб. Педагогічний експеримент тривав протягом 2019-2020 н.р. та першого семестру 2020-2021 н.р.

З метою виявлення рівня сформованості STEM-компетентностей школярів нами була розроблена анкета для учнів 10 класів, яка дозволяє виявити рівень сформованості STEM-компетентностей школярів на основі їх самооцінки (додаток В) на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Запропонована учням анкета складається з трьох частин і передбачає

перевірку сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості; вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язувати комплексні практичні проблеми; критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності.

Анкетування школярів було проведене на початку та в кінці педагогічного експерименту. Результати анкетування наведені у таблицях 3.1, 3.2, 3.3.

Аналіз даних, наведених у таблиці 3.1, дає підстави стверджувати, що відбулися позитивні зрушення по всіх рівнях сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості.

Так, кількість школярів, які мають низький рівень сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості в кінці педагогічного експерименту на 15% менше ніж на його початку; кількість школярів, які мають середній та достатній рівні сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості в кінці педагогічного експерименту зросла на 7,5%.

Окрім цього, результати засвідчили зрушення по всіх рівнях сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості.

Наочно побачити відмінності у розподілах учнів на початку та в кінці педагогічного експерименту можна на рис. 3.2, де представлений розподіл школярів за рівнями сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості, та на рис. 3.3, де представлений розподіл учнів за рівнями сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості у вигляді діаграми.

Таблиця 3.1

Порівняння рівня сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості на початку та в кінці педагогічного експерименту

Твердження	Рівні сформованості						К-сть учнів	
	Низький		Середній		Достатній		Поч. екс.	Кін. експ.
	Поч. екс.	Кін. експ.	Поч. екс.	Кін. експ.	Поч. екс.	Кін. експ.		
1. обробляти різні джерела навчальної	16	10	19	22	5	8	40	40

інформації, систематизувати (у тому числі і за допомогою ІКТ)	40%	25%	47,5%	55%	12,5%	20%		
2. складати план виконання завдань творчого характеру	19	12	19	23	2	5	40	40
	47,5%	30%	47,5%	57,5%	5%	12,5%		
3. аналізувати мету дослідження та формулювати завдання для виконання експерименту у віртуальному середовищі	19	13	18	21	3	6	40	40
	47,5%	32,5%	45%	52,5%	7,5%	15%		
Сформованість креативних якостей та когнітивної гнучкості	18	12	19	22	3	6	40	40
	45%	30%	47,5%	55%	7,5%	15%		

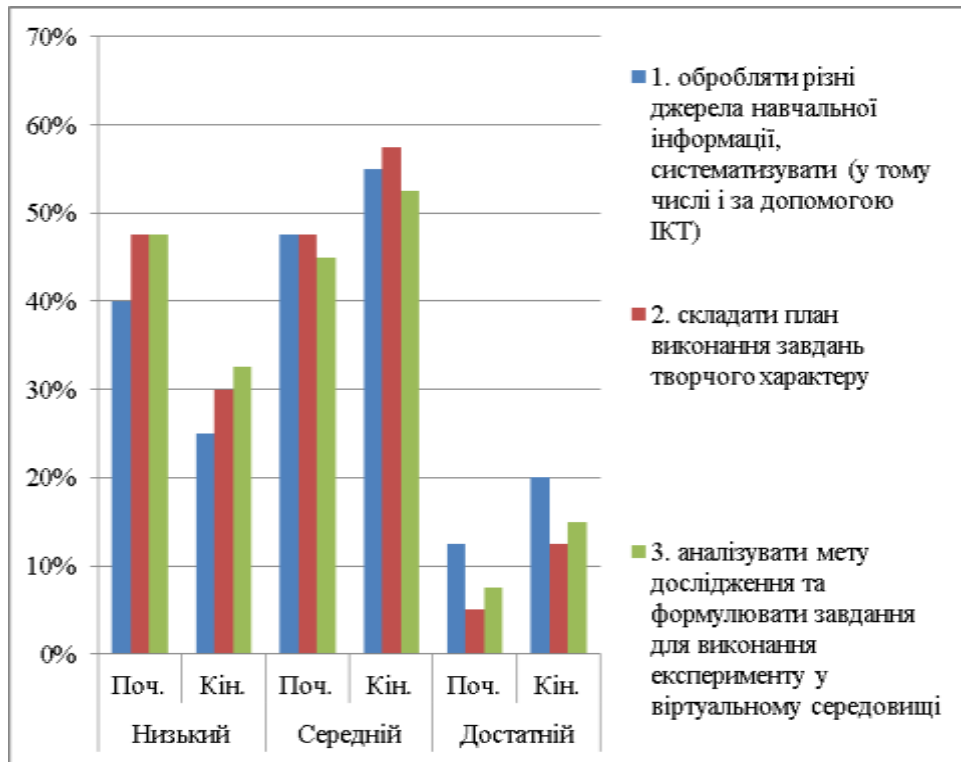


Рис. 3.2. Розподіл школярів за рівнями сформованості складових креативних якостей та когнітивної гнучкості на початку та в кінці педагогічного експерименту.

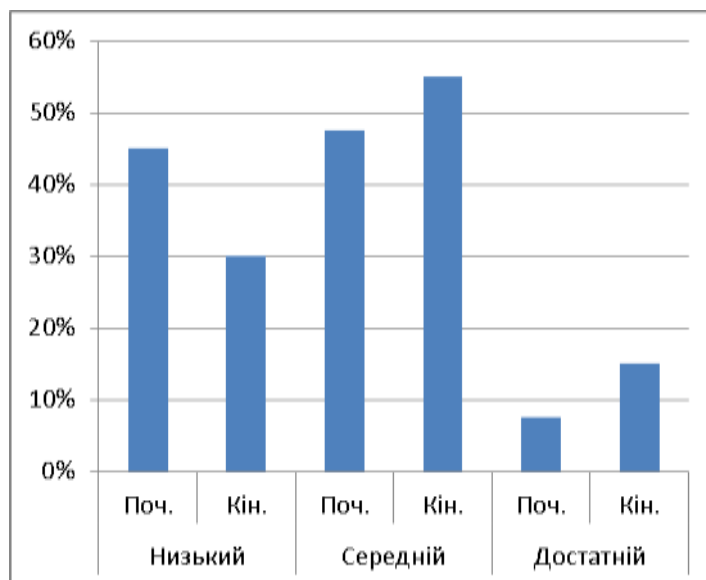


Рис. 3.3. Розподіл школярів за рівнями сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Таблиця 3.2.

Порівняння рівня сформованості вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем на початку та в кінці педагогічного експерименту

Твердження	Рівні сформованості						К-сть учнів	
	Низький		Середній		Достатній		Поч. екс.	Кін. екс.
	Поч. екс.	Кін. екс.	Поч. екс.	Кін. екс.	Поч. екс.	Кін. екс.		
4. розв'язувати задачі декількома або нестандартними способами	27	23	12	14	1	3	40	40
	67,5%	57,5%	30%	35%	2,5%	7,5%		
5. підбирати інструменти для розв'язання завдань чи виконання досліджень у віртуальному середовищі	22	15	15	19	3	6	40	40
	40%	37,5%	37,5%	47,5%	7,5%	15%		
6. застосовувати ІКТ для розв'язання завдань	26	22	11	13	3	5	40	40
	65%	55%	27,5%	32,5%	7,5%	12,5%		
вміння оцінювати проблеми та приймати	25	20	13	15	2	5	40	40
	62,5%	50%	32,5%	37,5%	5%	12,5%		

рішення, розв'язання комплексних практичних проблем								
---	--	--	--	--	--	--	--	--

Аналіз наведених у таблиці 3.2. даних засвідчив наявність зрушень по всіх складових уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем. Так, кількість учнів, які мають достатній рівень сформованості уміння в оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем, зросла на 7,5%; кількість школярів із середнім рівнем сформованості уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем зросла на 5%, а кількість учнів з низькими рівнем сформованості уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем зменшилась на 12,5%. Наочно побачити відмінності у розподілах учнів на початку та в кінці педагогічного експерименту можна на рис. 3.4, де представлений розподіл школярів за рівнями сформованості складових уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем, та на рис. 3.5, де представлений розподіл учнів за рівнями сформованості уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем у вигляді діаграми.

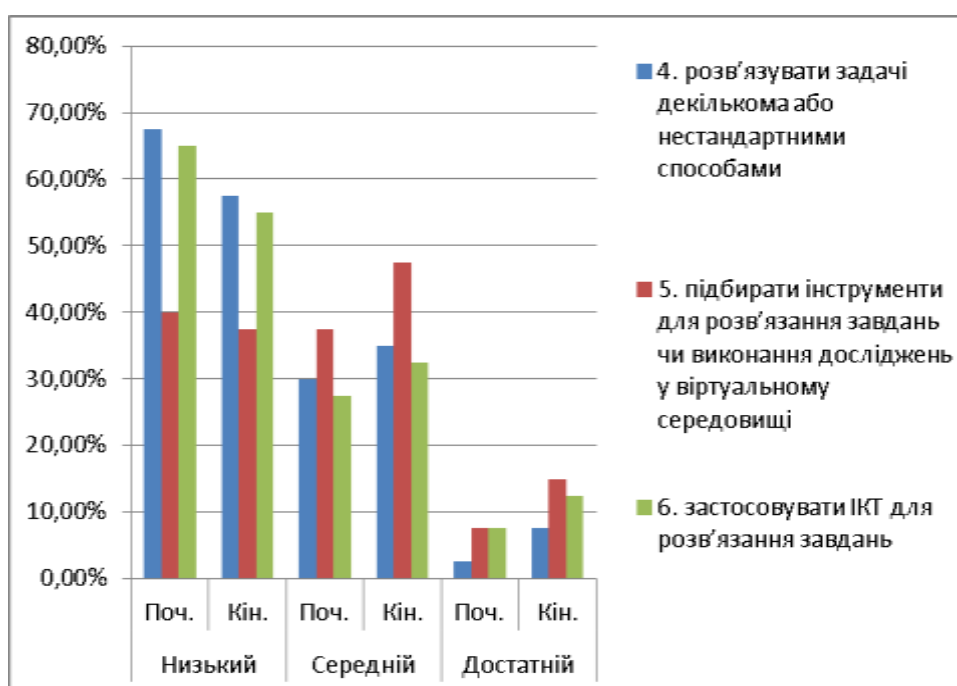


Рис. 3.4. Розподіл школярів за рівнями сформованості складових уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем на початку та в кінці педагогічного експерименту

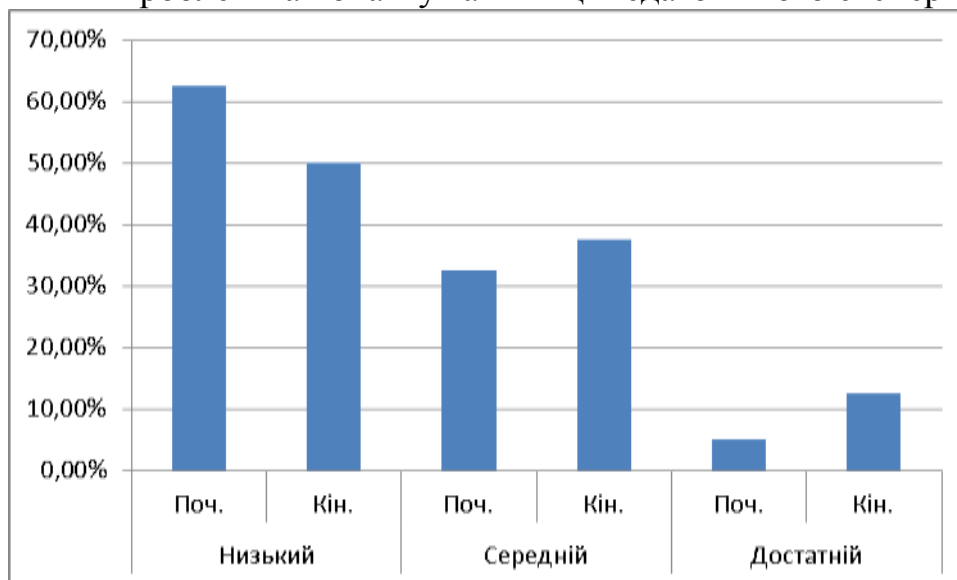


Рис. 3.5. Розподіл учнів за рівнями сформованості уміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Таблиця 3.3.

Порівняння рівня сформованості критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності

Твердження	Рівні сформованості						К-сть учнів	
	Низький		Середній		Достатній		Поч. екс.	Кін. екс.
	Поч. екс.	Кін. екс.	Поч. екс.	Кін. екс.	Поч. екс.	Кін. екс.		
7. застосовувати знання і вміння з інших предметів для дослідження фізичних явищ	24	16	14	18	2	6	40	40
	60%	40%	35%	45%	5%	15%		
8. проводити дослідження фізичних явищ чи експериментально перевіряти фізичні закони у віртуальному середовищі	21	15	15	18	4	7	40	40
	52,5%	37,5%	37,5%	45%	10%	17,5%		
9. оцінювати результати проведених віртуальних досліджень та робити припущення	23	16	15	18	2	6	40	40
	57,5%	40%	37,5%	45%	5%	15%		

щодо можливих похибок вимірювання у реальному експерименті								
сформованість критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності	22	16	15	18	3	6	40	40
	55%	40%	37,5%	45%	7,5%	15%		

Як видно з таблиці позитивні зрушення відбулися у всіх рівнях сформованості критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності та його складових елементів. Кількість учнів із низьким рівнем сформованості критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності зменшилась на 15%; кількість школярів, які мають середній та достатній рівні сформованості критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності зростає на 7,5%.

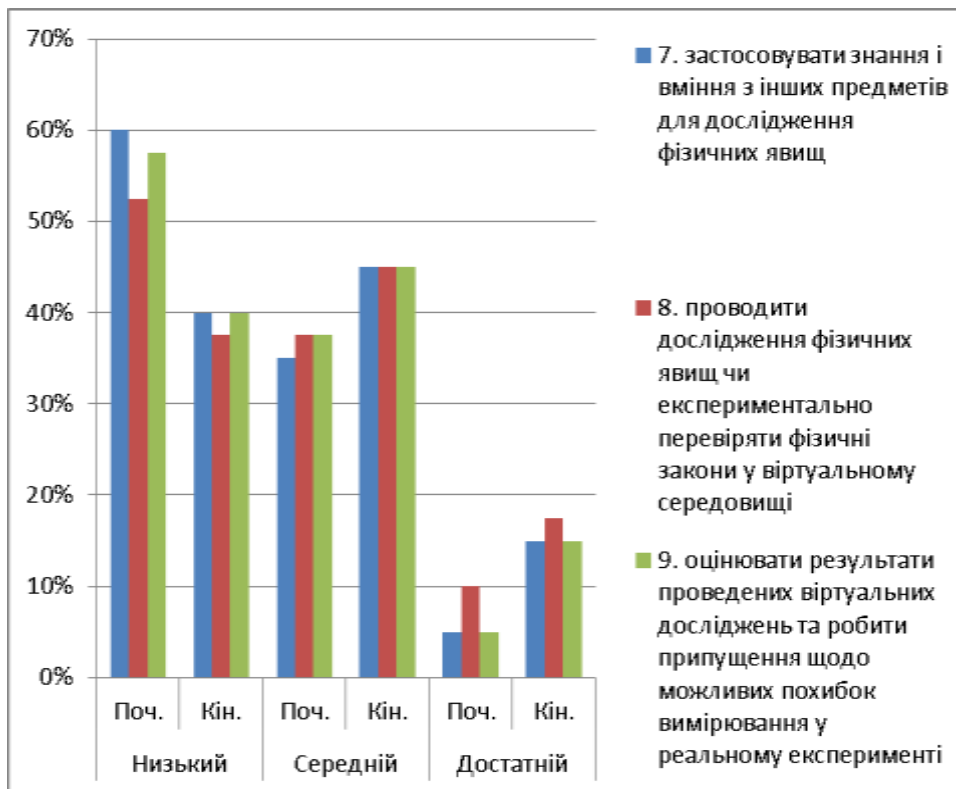


Рис. 3.6. Розподіл школярів за рівнями сформованості складових критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Наочно побачити відмінності у розподілах учнів на початку та в кінці педагогічного експерименту можна на рис. 3.6, де представлений розподіл школярів за рівнями сформованості складових критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності, та на рис. 3.7, де представлений розподіл учнів за рівнями сформованості критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності у вигляді діаграми.

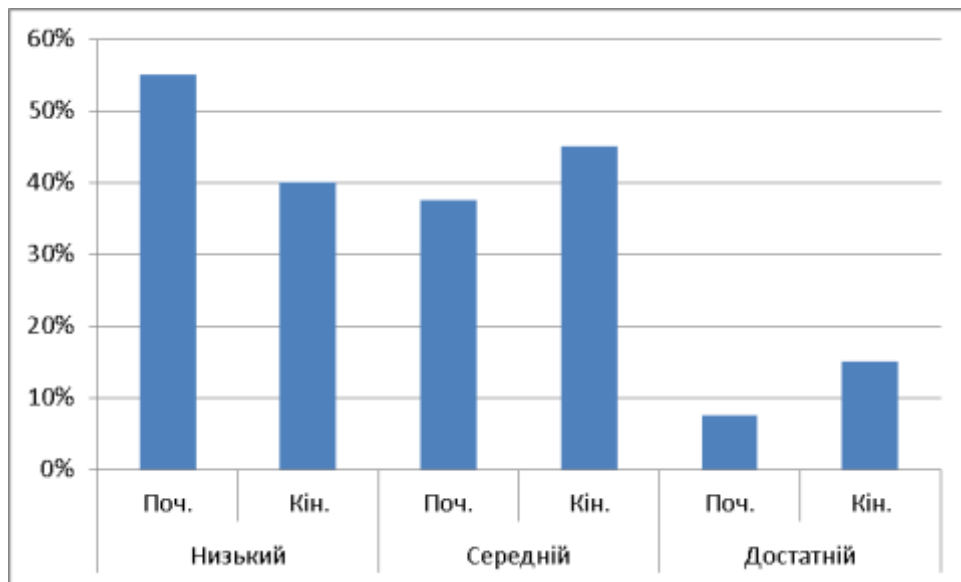


Рис. 3.7. Розподіл учнів за рівнями сформованості критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності на початку та в кінці педагогічного експерименту.

Узагальнюючи результати педагогічного експерименту, можна стверджувати, що позитивні зрушення відбулися у всіх складових STEM-компетентності (креативні якості та когнітивна гнучкість; вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем; критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний науковий світогляд, математична та природнича грамотність).

Порівняльний аналіз розподілів учнів за рівнями сформованості STEM-компетентності засобами ІКТ дає підстави для припущення про наявність позитивних зрушень в учнів експериментальної групи. Щоб визначити загальний напрям зрушень показника сформованості STEM-компетентності використаємо *G*-критерій знаків. За його допомогою можна досліджувати як якісні, так і кількісні зміни в розподілах. Ми обрали даний критерій з наступних міркувань: а) розглядаються зміни в розподілах експериментальних груп, котрі відбулися під впливом експериментальних дій (у результаті впровадження методики формування STEM-компетентностей засобами ІКТ в 10 класі); б) одні й ті ж показники визначаються на початку і в кінці експерименту (за допомогою анкети з

додатку В); в) зрушення відбуваються у вузькому діапазоні; г) кількість учасників $5 < n < 300$ (у нашому експерименті 40 учасників) (Сидоренко Є.) [61].

Таблиця 3.4

Розрахунок кількості додатних, негативних і нульових змін у розподілах учнів за рівнями сформованості STEM-компетентності засобами ІКТ учнів наприкінці експерименту

Кількість зрушень	Компоненти			сформованість STEM-компетентності засобами ІКТ
	креативні якості та когнітивна гнучкість	вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем	критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний науковий світогляд, математична та природнича грамотність	
Експериментальна група				
Додатні	14	11	14	13
Від'ємні	2	1	2	2
Нульові	24	28	24	25
СУМА	40	40	40	40

Для застосування критерію знаків G необхідно було для кожного конкретного учня експериментальної групи виконати наступне: а) визначити рівень сформованості компонента перед початком експерименту; б) визначити ці ж показники після проведення експерименту; в) з'ясувати, чи відбулися зрушення. Якщо рівень підвищився, то зрушення вважаємо додатним, якщо знизився – від'ємним, не змінився – нульовим; г) обчислити загальну кількість додатних, від'ємних та нульових зрушень. Результати підрахунку занесені до табл. 3.4.

За алгоритмом застосування G -критерію знаків, визначимо достовірними чи не достовірними є виявлені зрушення в рівнях сформованості компонентів STEM-компетентності засобами ІКТ (табл. 3.4).

Емпіричним значенням G -критерію є кількість нетипових зрушень (у нашому випадку – від’ємних). Критичне значення критерію визначаємо з таблиці V посібника автора Є. Сидоренко для даного n (n – кількість додатних і від’ємних зрушень). Якщо $G_{\text{емп}} < G_{\text{кр}}$, то типові зрушення (у нашому випадку – додатні) можна вважати достовірними, якщо $G_{\text{емп}} > G_{\text{кр}}$ – зрушення недостовірні (Сидоренко Є.) [61].

Таблиця 3.5

**Розрахунок достовірності зростання
рівня сформованості STEM-компетентності засобами ІКТ в
експериментальній групі**

Компонент	n	$G_{\text{емп}}$	$G_{\text{кр}},$ $\rho \leq 0,05$	Висновок
креативні якості та когнітивна гнучкість;	16	2	4	Достовірно
вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв’язання комплексних практичних проблем;	12	1	2	Достовірно
критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний науковий світогляд, математична та природнича грамотність	16	2	4	Достовірно
сформованість STEM-компетентності засобами ІКТ	15	2	3	Достовірно

Як видно з табл. 3.5, для рівня статистичної достовірності 0,05, що є достатнім для педагогічних досліджень, зрушення в бік зростання рівня сформованості компонентів учнів експериментальної групи є достовірними за трьома компонентами і дослідницькими уміннями в цілому.

Результати педагогічного експерименту підтверджують, що розроблена нами методика розвитку STEM-компетентності засобами ІКТ школярів у процесі вивчення розділу «Механіка» у 10 класі є продуктивною і може бути впровадження у практику навчання фізики у закладах освіти на рівні базової середньої освіти.

ВИСНОВКИ

У ході дослідження встановлено, що результатом природничо-математичної освіти (STEM-освіти) є, з одного боку, група молодих вмотивованих людей, які свідомо обрали спеціалізацію STEM як подальшу кар'єру, і які є ретельно підготовленими для подальшого навчання в рамках STEM-галузей. З іншого боку, STEM-освіта веде до загальної STEM-грамотності для всіх молодих людей, які згодом хочуть відігравати активну роль у суспільстві 21 століття.

Аналіз опитування вчителів показав, переважна більшість використовує саме інформаційно-комунікативні технології в освітньому процесі, тому з метою формування STEM-компетентності учнів на уроках фізики запропоновано доповнити лабораторні роботи додатковими завданнями з використанням симуляцій vascak.cz (методичні рекомендації можна знайти в тексті роботи). Також нами розроблено фрагменти уроків з прикладами використання Phet-симуляцій на уроках фізики з метою формування складових STEM-компетентності.

Проведено педагогічний експеримент на базі Суворського ЗЗСО I-III ступенів Горохівської сільської ради Миколаївської області та Олександрівської ЗОШ I-III ступенів Снігурівської РДА Миколаївської області. Педагогічний експеримент тривав протягом 2019-2020 н.р. та першого семестру 2020-2021 н.р.

Виявлено початковий рівень сформованості STEM-компетентності учнів. Виділені 4 рівні пізнавальної сформованості STEM-компетентності учнів: низький, середній, достатній, високий. Високого рівня сформованості STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ учні досягають на завершальному етапі вивчення предметів природничо-математичного напрямку, тобто наприкінці 11 класу. Тому критерієм сформованості STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ вважали достатній рівень.

Розроблено і впроваджено в освітній процес методичні рекомендації з формування STEM-компетентностей учнів засобами ІКТ під час вивчення розділу «Механіка» у 10 класі.

З метою виявлення рівня сформованості STEM-компетентностей школярів була розроблена анкета для учнів 10 класів, яка передбачає перевірку сформованості креативних якостей та когнітивної гнучкості; вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язувати комплексні практичні проблеми; критичного мислення, організаційних та комунікаційних здібностей, цілісного наукового світогляду, математичної та природничої грамотності.

Позитивні зрушення відбулися у всіх складових STEM-компетентності (креативні якості та когнітивна гнучкість; вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем; критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний науковий світогляд, математична та природнича грамотність).

Порівняльний аналіз розподілів учнів за рівнями сформованості STEM-компетентності засобами ІКТ дав підстави для припущення про наявність позитивних зрушень в учнів експериментальної групи.

Для підтвердження даного припущення використовувався *G*-критерій знаків, який призначений для встановлення загального напрямку зрушень показника, що досліджується. Зрушення в бік зростання рівня сформованості компонентів учнів експериментальної групи є достовірними за трьома компонентами і сформованістю STEM-компетентностей в цілому.

Результати педагогічного експерименту підтверджують, що розроблена методика розвитку STEM-компетентності засобами ІКТ школярів у процесі вивчення розділу «Механіка» у 10 класі є продуктивною і може бути впровадження у практику навчання фізики у закладах освіти на рівні базової середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бар'яхтар В.Г. Фізика для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Локтева В.М.)/ В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова, О.О. Кірюхіна. – Харків: Видавництво «Ранок», 2018. – 272 с.
2. Благодаренко Л. Технологія проведення уроку фізики в системі особистісно-орієнтованого навчання / Л.Благодаренко / Наукові записки. – Випуск 51. – Серія: Педагогічні науки. – Кіровоград: РВЦ КДПУ ім. В.Винниченка. – 2003. – Частина 1.- 346с.
3. Благодаренко Л. Ю. Технології особистісно-орієнтованого навчання фізики. Навчально-методичний посібник / Л. Ю. Благодаренко. – К.: НПУ, 2005. – 112 с.
4. Благодаренко Л.Ю. Методика застосування особистісно-орієнтованого навчання при проведенні занять з фізики / Л.Ю.Благодаренко, Г.П.Грищенко, М.І. Шут / Теорія та методика навчання математики, фізики, інформатики: Збірник наукових праць. Випуск 3: В 3-х томах. – Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2003.
5. Бугайов О.І. Комп'ютерна підтримка курсу фізики в середній школі: реальність і перспективи / О.І. Бугайов, В.С. Коваль //Фізика та астрономія в школі. – 2001. – №3.-344с.
6. Василенко В. Впровадження інтерактивних форм і прийомів в організацію навчання учнів / В.Василенко / Основна школа. – 2015. – № 7. – С. 20-23.
7. Великий тлумачний словник сучасної української мови [Електронний ресурс] : 250000 / уклад. та голов. ред. В. Т. Бусел. – Київ; Ірпінь: Перун, 2005. – VIII, 1728 с. – Режим доступу: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0000989>.

8. Всеосвіта. Спільнота активних освітян [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://vseosvita.ua/> – Назва з екрана.
9. Гаврилюк Л.П. Використання ІКТ в сільській школі на уроках фізики [Електронний ресурс] / Гаврилюк Л.П. – Режим доступу: <http://awqust.com/simple/kuzuya/DosvidGawreluk.htm>
10. Генкал С.Є. Індивідуальні освітні проекти як засіб реалізації пізнавальних потреб учнів / С.Є. Генкал /Педагогічні науки: Зб. наук. пр. – Суми: ДПУ ім.А.С.Макаренка, 2005. – Ч. II. – С.200-206.
11. Головка М.В. Фізика і астрономія для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О.І.)/ М.В. Головка, Ю.С. Мельник, Л.В. Непорожня, В.В. Сіпій. – К.: Педагогічна думка, 2018. – 256 с.
12. Гончаренко С.У. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі/ С.У. Гончаренко– Київ: Вища школа, 2003. – 323 с.
13. Гончаренко С.У. Методологічні характеристики педагогічних досліджень/ Гончаренко С.У.// Вісник АПН України. – 1993. - №1. –с.11-23.
14. Гончаренко С.У. Український педагогічний енциклопедичний словник. Видання друге, доповнене і виправлене / С.У.Гончаренко // – Рівне: Волинські обереги, 2011. – 522 с.
15. Грабарь М.И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы/ Грабарь М.И. – М: Педагогика, 1977. – 136 с.
16. Демидюк О.В. Нетрадиційні уроки фізики в школі: [Навчальний посібник для фізичних спеціальностей]/ Демидюк О.В., Ткаченко О.К., Федьович М.В. - Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2007. – 318 с.
17. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text>

18. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології: навч. посібник / І.М. Дичківська. – К. : Академвидав, 2014. – 351 с.
19. Дубас З.В. Нетрадиційні уроки фізики. Частина II 8-9 кл./ З.В.Дубас, В.Р. Шаромова. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2003.- 356 с.
20. Закон України «Про освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>
21. Засєкіна Т.М. Фізика для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.)/ Т.М. Засєкіна, Д.О. Засєкін. – К.: Оріон, 2018. – 208 с.
22. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентностного подхода в образовании. Авторская версия / И.А. Зимняя. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – [Электронный ресурс]. – Режим доступу: http://old.vvsu.ru/dap/development_program/files/zimnyaya.pdf
23. Іваницький О. Змістовний аналіз поняття «технологія навчання фізики» / О. І. Іваницький // Фізика та астрономія в школі. – 2002. - №1. – С. 11-17.
24. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) та їх роль в освітньому процесі [Електронний ресурс] / С. Дишлева. Режим доступу : <http://osvita.ua/school/technol/6804>.
25. Кадемія М. Ю. Інформаційно-комунікаційні технології навчання: словник глосарій / М. Ю. Кадемія, М. М. Козяр, Т. Є. Рак. – Львів: «СПОЛОМ», 2011. – 327 с.
26. Карпінська І.Н. Нестандартні уроки з фізики/ І.Н.Карпінська. – Тернопіль: Підручники і посібники,2000. - 48с.
27. Квант [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.kvant.info/>.

28. Концепція нової української школи [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf>
29. Концепція розвитку STEM-освіти в Україні [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-%D1%80#Text>
30. Красовицький М. Сучасні уроки/ М. Красовицький, О. Белкіна//Завуч. – 2012. - №35. – С. 15 – 26.
31. Лаврентьєва Г. П. Методичні рекомендації щодо добору і використання електронних засобів навчального призначення в загальноосвітніх навчальних закладах / Г. П. Лаврентьєва // Інформаційні технології і засоби навчання. –Вип. 4 (24), 2011. – Режим доступу : http://www.nbu.gov.ua/ejournals/ITZN/2011_4/111gponz.pdf
32. Литвиненко Н. І., Заріцька С. І. Активізація навчально-пізнавальної діяльності школярів засобами ІКТ // Proc. NinthInternationalConference ITEA-2014.- 25-26 November 2014. – Kiev: IRTC. – P. 37-45.
33. Литвиненко Н.І., Заріцька С.І. ІКТ як засіб розвитку творчих здібностей школярів: графічне конструювання // Збірник матеріалів Сьомої міжнародної конференції “Нові інформаційні технології в освіті для всіх: моделі та інфраструктури”, 27–28 листопада 2012 р., Київ.– С. 321–323.
34. Литвиненко Н.І., Заріцька С.І. Конструктивна діяльність учнів у комп’ютерному середовищі: завдання та підходи до формування навичок./ Н.І. Литвиненко, С.І. Заріцька – Шкільний світ: Інформатика, 2014, №1 (673).– С. 16-23.
35. Литвиненко Н.І., Заріцька С.І. Конструювання як метод створення зображень. Завдання з графічного конструювання в MS Paint для учнів 8 класів / Н.І. Литвиненко, С.І. Заріцька / Шкільний світ: Інформатика. – 2013. – №2 (650), – С. 3–17.

36. Литвиненко Н.І., Заріцька С.І. Технології розвитку творчих здібностей учнів: конструювання на комп'ютері // Н.І. Литвиненко, С.І. Заріцька / “Комп'ютер у школі та сім'ї”, 2016 р., №5 (53).- С. 3-7.
37. Манако А.Ф. Еволюція та конвергенція інформаційних технологій підтримки освіти та навчання// Збірник матеріалів Шостої міжнародної конференції “Нові інформаційні технології в освіті для всіх: навчальні середовища”, 22 – 23 листопада 2011 р., Київ. – С. 3–19.
38. Мариновська О. Інтегральна технологія навчання: від теорії до практики / Оксана Мариновська // Початкова освіта. – 2011. – № 32 (608). – С. 3–5.
39. Мартинець А.М. Нові педагогічні технології: інтерактивне навчання / А.М.Мартинець // Відкритий урок. – 2003. – № 7-8. – С. 28-31.
40. Методика навчання фізики в середній школі Посібник Авторський колектив: Савченко В.Ф., Бойко М.П., Дідович М.М., Закалюжний В.М., Руденко М.П. За редакцією проф. Савченка В.Ф [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://fizmet.org/L1.htm>
41. Моляко В.О. Здібності, творчість, обдарованість: теорія, методика, результати досліджень / В.О. Моляко, О.Л. Музика. – Житомир: Рута, 2006. –320 с.
42. Мостіпака Т.П. Інтерактивні технології у викладанні природничих дисциплін // Модернізація вищої освіти в Україні та за кордоном : збірник наукових праць / за заг. ред. д.п.н., проф. С. С. Вітвицької, к.п.н., доц. Н. М. Мирончук. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2014. – С. 143-148.
43. На урок освітній проект [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://naurok.com.ua/> – Назва з екрана.
44. Навчальна програма з фізики для загальноосвітніх навчальних закладів, 7-9 класи [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>.

45. Науково-навчальний центр фізико-хімічних досліджень [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://nnc.cdu.edu.ua/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=41&Itemid=46&limitstart=10.
46. Недбаєвська Л.С., Сущенко С.С. Методика навчання фізики. Загальні питання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://studepedia.org/index.php?vol=2&post=20950>
47. Недбаєвська Л.С., Сущенко С.С. Методика навчання фізики. Загальні питання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://studepedia.org/index.php?vol=2&post=20950>
48. Ненашев І.Ю. Використання інформаційних технологій на уроках фізики/ Упоряд. І. Ю. Ненашев. - Х.: Вид. група. «Основа», 2014.- 192 с.
49. Онацький Є. Українська мала енциклопедія: 16 кн.: у 8 т. / Є. Онацький. – Буенос Айрес: Адміністрація УАПЦ в Аргентині, 1960. – Т.3, кн.6: літери ком-ле. С. 695-820
50. Освіта.ua [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://ru.osvita.ua> – Назва з екрана.
51. Оспенникова Е.В. Формирование умения школьников анализировать результаты эксперимента и делать выводы// Физика в школе.- 2005.-№1.- С.24 – 34
52. Педагогічний експеримент [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://iwiki.com.ua/pedagogchniy_eksperiment.
53. Півень Л.М. Активізація пізнавальної діяльності школярів шляхом використання інтерактивних методів навчання / Л.М.Півень. – Миколаїв, 2003. – 36 с.
54. Плеєр презентацій [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <http://www.myshared.ru> – Назва з екрана.
55. Пометун О. До питання досвіду впровадження інтерактивних технологій / Антологія адаптованого досвіду / О.Пометун. – Рівне, 2004. – С. 132-136

56. Пометун О. І. Теорія та практика послідовної реалізації компетентісного підходу в досвіді зарубіжних країн / О. І. Пометун // Компетентнісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи : Бібліотека з освітньої політики / під заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : «К.І.С.», 2004. – С. 8.
57. Пометун О. Сучасний урок. Інтерактивні технології навчання: наук.- метод. посібн. / О.І.Пометун, Л.В.Пироженко; за ред. О.І.Пометун. – К., 2004. – 192 с.
58. Пояснення чужих та не дуже зрозумілих слів/ В. Доманіцький. – К.: Друкарня С.А, Борисова, 1906, 138 с.
59. Протасова О.І. Роль дидактичних ігор у процесі вивчення фізики/ О.І.Протасова //Фізика та астрономія в школі. – 1999. - №4. – С. 10-11.
60. Сивашенко С.М. Нетрадиційні уроки з фізики/ С.М.Сивашенко//Фізика та астрономія в школі. – 2017. - №4. – С. 30-33.
61. Сидоренко Е. В. Методы математической обработки в психологии / Сидоренко Е. В. – СПб. : ООО «Речь», 2000. – 350 с.
62. Сиротенко Г.О. Сучасний урок: інтерактивні технології навчання / Г.О. Сиротенко. – Харків : Вид. група «Основа», 2004. – 128 с.
63. Сиротюк В.Д. Фізика для 10 класу закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.)/ В.Д. Сиротюк. – К.: Генеза, 2018. – 256 с.
64. Словник іншомовних слів/ ред. О. Мельничук. – К.: Головна редакція української радянської енциклопедії Академії Наук Української РСР, 1974 – 776 с.
65. Словник іншомовних слів/ С. Морозов, Л. Шкарапута. – К.: Наукова думка, 2000, - 683 с.
66. Ткаченко О.К. Нетрадиційні уроки фізики в школі: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.]/ О. К. Ткаченко, М. В. Федьович, О. В. Демидюк. – Житомир: ЖДУ ім. І. Франка, 2008. – 318 с.

67. Фізика 10-11. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту, профільний рівень)/ авторський колектив під керівництвом Локтева В.М. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>.

68. Фізика і астрономія. Навчальні програми для 10-11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту, профільний рівень)/ авторський колектив під керівництвом Ляшенка О.І. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv>.

69. Шарко В.Д. Методика проведення навчальної практики з фізики в загальноосвітніх навчальних закладах: [навчально-методичний посібник для вчителів та студентів денної, заочної та екстернатної форм навчання напрямку підготовки 6.040203 фізика*]/ В.Д. Шарко, Н.О. Єрмакова. – Херсон: Видавець ПП Грінь Д.С., 2011. – 231 с.

70. Шарко В.Д. Методологічні засади сучасного уроку : Посібник для студентів, керівників шкіл, вчителів, працівників післядипломної освіти. – Херсон : Видавництво ХНТУ, 2009. - 120 с.

71. Шарко В.Д. Підготовка вчителя до розвитку пізнавальної активності учнів засобами віртуального фізичного експерименту як методична проблема/ Шарко В. Д.// Інформаційні технології в освіті. – 2013. – С. 34–41.

72. Шарко В.Д. Розвиток мислення учнів у процесі навчання: Методичний посібник для вчителів, працівників методичних служб, викладачів ВНЗ і студентів.- К., Спб Богданова, 2007.-132 с.

73. Шарко В.Д. Сучасний урок: технологічний аспект/ Шарко В.Д. – К: ПД Богданова АМ, 2007. – 220 с.

74. Шарко В.Д. Тестові завдання з методики навчання фізики (загальні питання).-Херсон, Вид-во ХДУ, 2005.-110 с.

75. Department of education Australia [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.education.wa.edu.au/what-is-stem> – Назва з екрана.
76. Department of Education [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://www.ed.gov/stem> – Назва з екрана.
77. ELIZLABS [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://elizlabs.com.ua> – Назва з екрана.
78. Onlinetestpad [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://onlinetestpad.com/> – Назва з екрана.
79. Phet interactive simulations [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://phet.colorado.edu> – Назва з екрана.
80. Physics at school [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://www.vascak.cz> – Назва з екрана.
81. Quizizz [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://quizizz.com/> – Назва з екрана.
82. STEM Learning [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. –Режим доступу: <https://www.stem.org.uk/> – Назва з екрана.
83. Youtube [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://www.youtube.com> – Назва з екрана.

ДОДАТКИ

Додаток А

Анкета для вчителів предметів природничо-математичного циклу

1. Предмет(и), який(і) Ви викладаєте у школі _____
2. Ваш стаж роботи у школі _____
3. Чи знайомі Ви з концепцією STEM-освіти:
 - а) так, знайомий(а) і впроваджую в освітній процес;
 - б) так, знайомий(а), але не впроваджую в освітній процес;
 - в) частково знайомий(а);
 - г) ні, не знайомий(а);
 - д) інше _____
4. Формування STEM-компетентності в учнів є одним з найважливіших аспектів навчання сучасної молоді. Чи згодні Ви з цим твердженням:
 - а) так, абсолютно згоден (згодна), намагаюсь реалізувати в освітньому процесі;
 - б) так, згоден (згодна), але не реалізую (не хочу/не знаю як) в освітньому процесі;
 - в) частково згоден (згодна);
 - г) ні, не згоден (згодна);
 - д) інше _____
5. Не залежно від попередніх відповідей поміркуйте, які методи навчання за характером пізнавальної діяльності повинні переважати у процесі формування STEM-компетентності:
 - а) пояснювально-ілюстративний;
 - б) репродуктивний;
 - в) проблемного викладення матеріалу;
 - г) евристичний;
 - д) дослідницький
6. Не залежно від попередніх відповідей поміркуйте, які методи навчання за джерелом знань повинні переважати у процесі формування STEM-компетентності:
 - а) словесні;
 - б) наочні;
 - в) практичні
7. Не залежно від попередніх відповідей поміркуйте, які методи навчання за підходом до навчальної діяльності повинні переважати у процесі формування STEM-компетентності:
 - а) організації навчально-пізнавальної діяльності;
 - б) стимуляції навчальної діяльності;
 - в) контролю діяльності
8. Не залежно від попередніх відповідей поміркуйте, які прийоми навчання повинні переважати у процесі формування STEM-компетентності:

- а) робота у команді, метод групових проєктів;
- б) самостійна обробка та інтерпретація інформації;
- в) створення ситуацій, наближених до найважливіших відкриттів у науці, техніці або до явищ суспільного життя;
- г) використання дидактичних ігор;
- д) виконання тестових завдань;
- е) взаємоперевірка робіт, взаємоопитування;
- є) лекція з демонстраціями і дослідями;
- ж) ситуації суперечки, навчальні дискусії;
- з) інше _____

9. Опираючись на власний досвід педагогічної діяльності, вкажіть які засоби навчання Ви найчастіше використовуєте для формування STEM-компетентності:

- а) дидактичні матеріали;
- б) таблиці, діаграми, малюнки, графіки, комп'ютерні презентації;
- в) реальні об'єкти та моделі;
- г) лабораторні пристрої, прилади;
- д) пристрої для роботи з комп'ютерними демонстраціями, симуляціями, web-квестами;
- е) пристрої для демонстрації навчального відео;
- є) не формую STEM-компетентність, проте використовую деякі засоби на уроці;
- ж) інше _____

10. Які засоби інформаційно-комунікаційних технологій Ви використовуєте для формування STEM-компетентності:

- а) офісне програмне забезпечення, комп'ютерні презентації;
- б) відеодемонстрації;
- в) Інтернет-сервіси, системи дистанційного навчання;
- г) електронні підручники та посібники;
- д) спеціалізоване програмне забезпечення;
- е) онлайн-демонстрації та симуляції;
- є) не формую STEM-компетентність, проте використовую деякі ІКТ засоби на уроці;
- ж) інше _____

Дякуємо за відповіді!

Додаток Б

Карта понять «Інтерпретація інформації» (за В. Шарко)

Аналіз – мисленнєве розчленування предмета, явища, ситуації і виявлення його складових елементів, частин, сторін, чи моментів.

Синтез – мисленнєве співвідношення, співставлення, поєднання, встановлення зв'язку між різними елементами.

Порівняння – мисленнєве співвідношення, співставлення яких-небудь об'єктів і виділення в них спільного і відмінного.

Абстрагування – нехтування несуттєвими властивостями чи ознаками предмета у порівнянні з несуттєвими.

Узагальнення – мисленнєве співставлення декількох явищ, об'єктів, подій, ситуацій з метою виділення в них загальних ознак, властивостей, якостей, тенденцій змін або ж поширення певної ознаки чи характеристики на декілька об'єктів чи явищ.

Класифікація – вид систематизації, при якій об'єднання об'єктів відбувається на основі певних істотних ознак, що дозволяє виділити суттєве, загальне, що поєднує об'єкти в систему (родові ознаки), і їх специфічні відмінності (видові ознаки).

Систематизація – це процедура об'єднання певних об'єктів за однаковими ознаками. У практиці вивчення фізики у школі найбільш часто використовують наступні форми систематизації:

- таблиці (порівняльні, узагальнюючі);
- схеми (структурні, логічно-структурні);
- наочні конспекти (опорні, структурні);
- класифікація;
- опорні конспекти;
- графи, діаграми, тощо.

Конкретизація – реалізація цього прийому передбачає постановку запитань, що вимагають від учнів уміння бачити вивчене в інших формах проявлення або спроби пояснити протікання вивченого явища в інших умовах;

Алгоритм дедуктивного підходу до пізнання

1. Будують мислену модель явища, що вивчається.
2. Проводять теоретичний аналіз моделі (мислений експеримент з нею)
3. На підставі попередніх умовиводів роблять висновок (більш загальний умовивід)
4. Експериментальна перевірка теоретичного висновку.

Алгоритм індуктивного підходу до пізнання базується на фізичному експерименті і передбачає:

1. Аналіз результатів фізичного експерименту або спостережень.
2. Визначення певних закономірностей, характерних для даного тіла чи явища.
3. Узагальнення висновків на певний клас предметів чи явищ.

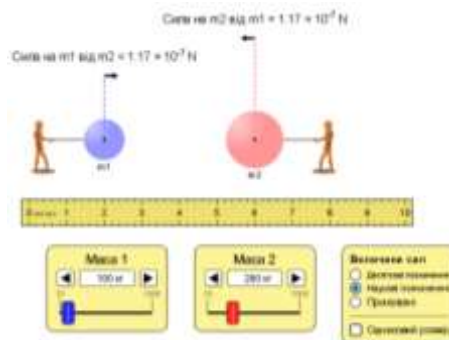
Додаток В
Анкета для учнів
«Визначення рівнів сформованості STEM-компетентності в учнів 10 класу»

Чи можете ви самостійно...	Рівні сформованості складових STEM-компетентності		
	Низький	Середній	Достатній
креативні якості та когнітивна гнучкість			
1. обробляти різні джерела навчальної інформації, систематизувати (у тому числі і за допомогою ІКТ)			
2. складати план виконання завдань творчого характеру			
3. аналізувати мету дослідження та формулювати завдання для виконання експерименту у віртуальному середовищі			
вміння оцінювати проблеми та приймати рішення, розв'язання комплексних практичних проблем			
4. розв'язувати задачі декількома або нестандартними способами			
5. підбирати інструменти для розв'язання завдань чи виконання досліджень у віртуальному середовищі			
6. застосовувати ІКТ для розв'язання завдань			
критичне мислення, організаційні та комунікаційні здібності, цілісний науковий світогляд, математична та природнича грамотність			
7. застосовувати знання і вміння з інших предметів для дослідження фізичних явищ			
8. проводити дослідження фізичних явищ чи експериментально перевіряти фізичні закони у віртуальному середовищі			
9. оцінювати результати проведених віртуальних досліджень та робити припущення щодо можливих похибок вимірювання у реальному експерименті			

Додаток Г
Анкета для учнів
«Завдання для визначення рівнів сформованості STEM-компетентності
в учнів 10 класу»

1. Використання ІКТ-технологій

1.1. Розрахувати значення гравітаційної сталої, користуючись Phet-симуляцією «Лабораторія гравітаційних сил». Доведіть експериментально, що гравітаційна стала не змінює своє значення (середній рівень сформованості).



1.2. Вантаж масою m здійснює коливання на нитці довжиною l . Яка сила натягу нитки, коли тіло на нитці проходить відмічене синьою рисою положення, якщо відомий кут відхилення від положення рівноваги α і швидкість тіла v . Розв'язати задачу у загальному вигляді. Та самостійно обрати числові значення потрібних величин за допомогою Phet-симуляції «Лабораторія маятників», прийнявши, що швидкість тіла $v=3\frac{M}{c}$ (достатній рівень сформованості).



2. Абстрактне моделювання

2.1. Чи однакову силу прикладають, щоб утримати порожнє відро в повітрі і наповнене водою у воді? Обґрунтуйте відповідь і перевірте на реальному чи віртуальному досліді. (середній рівень сформованості).

2.2. Невелике тіло зісковзує без тертя з похилої площини, що переходить у «мертву петлю» радіусом R . Змодельуйте ситуацію за допомогою віртуальної демонстрації Vascak «Закон збереження енергії». З якої мінімальної висоти має початися рух, щоб тіло пройшло «мертву петлю», не відбиваючись від неї (достатній рівень сформованості).

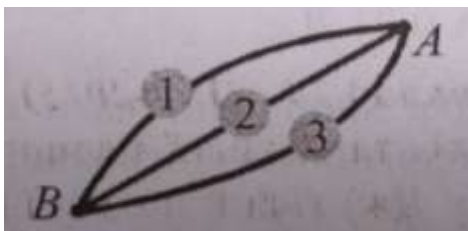
3. Робота в команді

3.1. Розділіться на команди. Подумайте чому легкий паперовий циліндр, що скотився з похилої площини, не рухається по параболі, а помітно відхиляються убік. Виконайте віртуальний та реальний експерименти. (середній рівень сформованості).

3.2. Розділіться на команди. Підвісьте на штативі дві різні гирі на будь-якій висоті і запропонуйте способи обчислення роботи, яку вони мають виконати під час падіння. Виконайте експеримент реально або віртуально. Користуватися можна тільки лінійкою (достатній рівень сформованості).

4. Інтерпретація інформації

4.1. Тіло зісковзує з точки А в точку В по трьох різних гладких жолобах. У якому випадку воно набуде найбільшої швидкості (середній рівень сформованості).



4.2. На рисунку наведені графіки трьох різних рухів. Опишіть рухи. Побудуйте графіки $v_x(t)$ (достатній рівень сформованості).

