

ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНОСТІ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ СТАРШОКЛАСНИКІВ З ФІЗИКИ

Актуальність теми дослідження. До основних завдань профільного навчання, згідно Концепції профільного навчання у старшій школі, відноситься сприяння у розвитку творчої самостійності, формуванні системи уявлень, ціннісних орієнтацій, дослідницьких умінь і навичок – складових дослідницьких компетентностей, які забезпечать випускнику школи можливість успішно самореалізуватися [1, с. 4]. Ураховуючи, що мета навчання фізики в середній школі полягає, зокрема, в розвитку в учнів експериментальних умінь і дослідницьких навичок [2, с. 4], провідною метою профільного навчання фізики є формування дослідницьких компетентностей учнів. Разом із тим, враховуючи суб'єктивний характер компетентностей та їх складну структуру, визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики є нетривіальною задачею. Причому наразі не існує загальноприйнятих засобів діагностики рівня сформованості компетентностей, які б ураховували комплексний характер компетентностей, були досить зручні в застосуванні та надавали можливість отримати максимально об'єктивні результати.

Аналіз попередніх досліджень. Під системою дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики розумітимемо системну властивість особистості, що проявляється в готовності та здатності до здійснення навчально-дослідницької діяльності з фізики та включає в себе когнітивний, праксеологічний, аксіологічний і соціально-поведінковий компоненти [3, с. 196-197].

Система дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики включає в себе:

– 5 компетентностей, що формуються на підготовчому етапі навчального дослідження: компетенція з розробки моделей; здатність до планування дослідження; здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності; здатність тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження; здатність прогнозувати результати дослідження.

– 4 компетентності, що формуються на діяльнісному етапі навчального дослідження: здатність проводити обчислювальні експерименти; здатність використовувати вимірювальні прилади; здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження; здатність користуватися засобами ІКТ для моделювання.

– 5 компетентностей, що формуються на узагальнювальному етапі: здатність використовувати методи математичної статистики; здатність користуватися засобами ІКТ для опрацювання результатів дослідження та їх презентації; здатність робити висновки з одержаних результатів; здатність оцінювати правдоподібність результатів дослідження; здатність до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту [4, с. 44].

Рівень сформованості кожної з цих компетентностей по-різному впливає на рівень сформованості їх системи в цілому. Крім того, кожна компетентність включає в себе чотири компоненти (когнітивний, праксеологічний, аксіологічний і соціально-поведінковий), внески яких у сформованість даної компетентності теж не є однаковими. Задля виявлення цих внесків було проведено опитування експертів [4, с. 43-44], результати якого подано на рис. 1.

Таким чином, задача визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики передбачає необхідність оцінити рівень сформованості 56 компонентів (14 компетентностей, по 4 компоненти в кожній). Причому деякі з них (аксіологічні, соціально-поведінкові) можуть бути оцінені вчителем лише в процесі спостереження за навчально-дослідницькою діяльністю учнів. Така оцінка є якісною. Здійснювати її можна за матрицями компетентностей [4, с. 44], користуючись 4-бальною шкалою (0 – рівень несформованості; 1 – низький рівень сформованості; 2 – середній рівень сформованості; 3 – високий рівень сформованості).

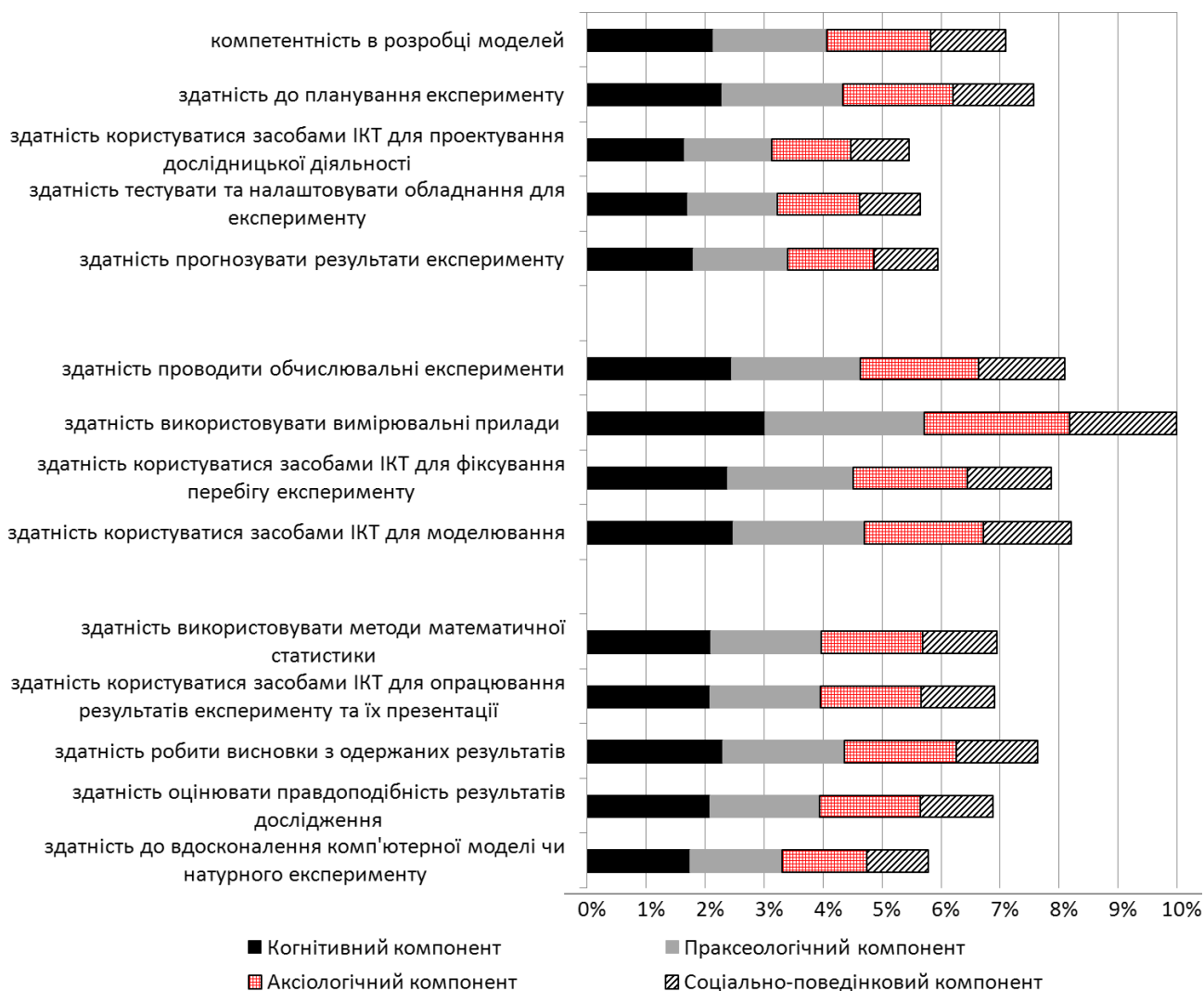


Рис. 1. Внесок кожної компетентності та їх компонентів у систему дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики

Виклад основного матеріалу. Матриці компетентностей надають можливість у повній мірі оцінити рівень сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, однак є громіздким і не надто зручним для використання інструментом. Також до недоліків використання матриць компетентностей слід віднести їх суб'єктивний характер (оцінка формується на основі вражень вчителя від спостереження за діяльністю учнів), недостатню мобільність (оцінювання може виконати лише людина, яка протягом значного проміжку часу здійснювала спостереження за навчально-дослідницькою діяльністю учнів – вчитель фізики, можливо, керівник спеціалізованого гуртка чи лаборант) та неможливість здійснення швидкого оцінювання. Усі ці недоліки, зокрема, унеможливають використання матриць компетентностей для здійснення вхідного оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики.

Тому постає проблема розробки засобу оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, який дозволяв би, зокрема, здійснити вхідне оцінювання, надавав би більшу мобільність та мінімізував би залежність від особистості того, хто здійснює оцінювання.

Серед дослідницьких компетентностей є базові, формування яких відбувається неперервно у навчанні фізики, та ІКТ-орієнтовані, формування яких відбувається лише за умови використання при проведенні навчальних досліджень відповідних засобів ІКТ. Причому кожна ІКТ-орієнтована компетентність фактично є своєрідною надбудовою над певною базовою компетентністю (здатність користуватися засобами ІКТ для проектування дослідницької діяльності – над здатністю до планування дослідження; здатність

користуватися засобами ІКТ для моделювання – над здатністю проводити обчислювальні експерименти; здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження – над здатністю використовувати вимірювальні прилади; здатність користуватися засобами ІКТ для фіксування перебігу дослідження – над здатністю використовувати вимірювальні прилади). Тому, на нашу думку, для здійснення оцінювання рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики слід насамперед провести анкетування, яке б показало рівень володіння учнями відповідними засобами ІКТ. Оскільки до системи дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики входять чотири ІКТ-орієнтовані компетентності, то достатньо, щоб анкета містила питання, наведені нижче.

1. Назвіть відомі Вам програмні засоби, що можуть бути застосовані для проектування (планування) дослідницької діяльності з фізики. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

2. Назвіть відомі Вам засоби, що можуть бути застосовані для фіксування (запису) перебігу дослідження. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

3. Назвіть відомі Вам програмні засоби, що можуть бути застосовані для моделювання фізичних явищ. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

4. Назвіть відомі Вам програмні засоби, що можуть бути застосовані для опрацювання результатів фізичного дослідження та їх презентації. Якщо такі засоби Вам невідомі, залиште поле для відповіді порожнім.

Відповідно для учнів, які не в змозі дати відповідь на будь-яке із цих запитань, некоректно включати рівень сформованості відповідної дослідницької компетентності до загальної оцінки рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики.

Одним з найбільш зручних інструментів оцінювання є тестування, оскільки його результати легко піддаються формалізації та подальшому опрацюванню. Однак, оскільки система дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики відображає готовність та здатність до здійснення відповідної навчально-дослідницької діяльності, то й рівень сформованості цих компетентностей можна оцінити лише в процесі цієї діяльності. В рамках тестування неможливо повністю імітувати навчально-дослідницьку діяльність, але для деяких компетентностей можливо дібрати завдання, які б перевіряли деякі елементи діяльності, провідної для даної компетентності. Слід також урахувувати, що для зручності проведення тестування час, відведений на виконання тесту учнями, не має перевищувати тривалість уроку. Тестування, яке ми пропонуємо використовувати для визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики, розраховане на 30 хвилин та містить завдання, наведені нижче.

1. Позначте варіанти правильного підключення приладів.



2. Перед Вами стоїть задача змодельовати рух штучного супутника Землі. Вкажіть, які взаємодії Ви врахуєте в своїй моделі (дії яких сил є суттєвими при розв'язуванні цієї задачі).

<input type="checkbox"/>	Сила Архімеда
<input type="checkbox"/>	Сила опору повітря
<input type="checkbox"/>	Сила тяжіння з боку Землі ($F=mg$)
<input type="checkbox"/>	Сила тяжіння з боку Місяця
<input type="checkbox"/>	Сила тяжіння з боку Сонця
<input type="checkbox"/>	Гравітаційна сила з боку Землі ($F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$)
<input type="checkbox"/>	Гравітаційна сила з боку Місяця
<input type="checkbox"/>	Гравітаційна сила з боку Сонця
<input type="checkbox"/>	Сила тиску сонячного світла

3. На поверхні води плаває дерев'яна кулька. Як зміниться глибина занурення кульки, якщо густина повітря над нею збільшиться? Вкажіть, яка сила (чи декілька сил) стала причиною такої поведінки кульки.

<input type="checkbox"/>	Кулька зануриться глибше
<input type="checkbox"/>	Кулька підніметься над поверхнею води
<input type="checkbox"/>	Глибина занурення кульки не зміниться

4. Вимірювання прискорення вільного падіння різними способами дали такі значення. Позначте той ряд значень, який, на Вашу думку, відповідає найкращому способу. Якщо можете, прокоментуйте свій вибір.

<input type="checkbox"/>	10,26 м/с ² ; 9,36 м/с ²
<input type="checkbox"/>	10,00 м/с ² ; 10,05 м/с ² ; 9,97 м/с ² ; 13,21 м/с ² ; 9,95 м/с ²
<input type="checkbox"/>	9,78 м/с ² ; 9,62 м/с ² ; 10,02 м/с ² ; 9,99 м/с ²

5. Учень досліджує рух тіла. Отримані ним дані подані в таблиці. Зробіть Ваші припущення про характер цього руху

Час, с	0,5	1	1,5	2	3	4	5	7
Координата x , м	17,5	35,4	53,0	70,7	106,0	141,4	176,8	247,5
Координата y , м	16,5	30,4	42,0	51,0	61,9	63,0	54,2	7,1

6. Учень провів експеримент з визначення коефіцієнту пружності пружини. При цьому відомо, що частину вимірювань учень провів насправді, а частину фальсифікував. Позначте ті результати, які, на Вашу думку, були «підроблені» учнем.

Маса тягарців (m), г	Видовження пружини (Δx), мм
100	6
200	10
300	14
400	16
500	24
600	29
700	40
800	42
900	47
1000	57

7. При проведенні лабораторної роботи з дослідження прискорення вільного падіння учень однією рукою кидає кульку з висоти 1,5 метри, а іншою вимірює час за допомогою

секундоміру. Він запускає секундомір, коли відпускає кульку та зупиняє його в момент удару кульки об підлогу. Середнє значення прискорення вільного падіння, вираховане за результатами такого дослідження дорівнювало $11,2 \text{ м/с}^2$. Запропонуйте шляхи підвищення точності такого експерименту.

8. У Вашому розпорядженні є терези (ваги з коромислом) та динамометр з набором тягарців, вага кожного з яких має бути 1 Н. Опишіть, яким чином Ви підготуєте обладнання для проведення досліду.

9. Поштові голуби здатні знаходити свою домівку, незважаючи на значні відстані та проміжки часу. Наразі точно невідомий механізм, за допомогою якого їм це вдається. Запропонуйте схему досліду, який дозволяв би перевірити, чи пов'язано це явище зі здатністю птахів запам'ятовувати шлях.

Завдання складені таким чином, що кожне з них містить здебільшого елементи провідної діяльності, характерної для однієї дослідницької компетентності. Таким чином, виникає можливість співвіднести одне завдання тесту одній дослідницькій компетентності. Так, перше завдання надає можливість оцінити рівень сформованості здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження; друге – компетенції з розробки моделей; третє – здатності прогнозувати результати дослідження; четверте – здатності використовувати методи математичної статистики; п'яте – здатності робити висновки з одержаних результатів; шосте – здатності оцінювати правдоподібність результатів дослідження; сьоме – здатності до вдосконалення комп'ютерної моделі чи натурального експерименту; восьме – здатності тестувати та налаштовувати обладнання для дослідження; дев'яте – здатності прогнозувати результати дослідження.

Слід розуміти, що таке тестування надає можливість оцінити лише когнітивну та праксеологічну складові компетентностей. Крім того, більшість завдань тесту побудовані таким чином, що надають змогу виявити розбіжності в рівні сформованості компетентностей для тих випадків, коли він є низьким.

Задля того ж, щоб більш точно оцінити рівень сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики на середньому та високому рівні, слід запропонувати учням якесь навчальне дослідження. В. Г. Разумовський навчальні дослідження розглядає як один із способів розв'язання творчих задач [6, с. 23]. А. А. Давиденко розглядає такі типи творчих задач: експериментальні, дослідницькі, винахідницькі, конструкторські та раціоналізаторські [5, с. 5-6]. Процес розв'язання творчої задачі настільки подібний до навчально-дослідницької діяльності (табл. 1), що фактично творчі задачі можна розглядати як один з різновидів навчальних досліджень.

Таблиця 1

Послідовність розв'язування творчих фізичних задач	Етапи навчально-дослідницької діяльності учнів
читання умови задачі та з'ясування змісту нових термінів і виразів, повторення умови задачі учнями	отримання наукових фактів
короткий запис умови задачі, виконання необхідних малюнків, схем, графіків	узагальнення та систематизація наукових фактів
аналіз умови задачі, в ході якого з'ясовуються її фізична суть, тобто з'ясовуються фізичні явища, процеси і стани системи та відновлюються в пам'яті учнів фізичні закони та формули, які потрібні для розв'язку задачі	цілеспрямований аналіз отриманих фактів, виявлення і формулювання проблеми, яка закладена в них, створення проблемної ситуації
складання плану розв'язку задачі	висунення гіпотези як способу розв'язування проблемної ситуації
вираження зв'язків між шуканим і даними величинами у вигляді формул	створення моделі
розв'язування системи рівнянь для одержання	перевірка адекватності моделі
	обчислювальний експеримент

Послідовність розв'язування творчих фізичних задач	Етапи навчально-дослідницької діяльності учнів
кінцевої формули для розрахунку	перенесення результатів, отриманих за допомогою моделювання, на реальний об'єкт
обчислення шуканої величини	проведення експерименту з реальним об'єктом
аналіз одержаних результатів	формулювання висновків
пошук і аналіз інших шляхів розв'язку задачі	визначення напрямів подальших досліджень

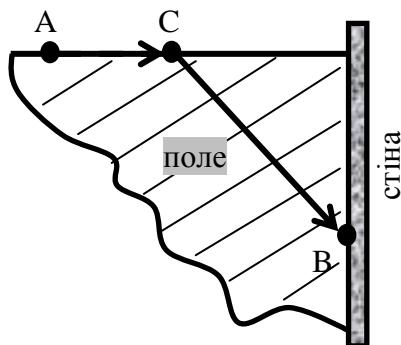
Задля уточнення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики декілька творчих задач можуть бути об'єднані в контрольну роботу та запропоновані учням на додачу до анкети та тестування, наприклад, у формі домашньої контрольної роботи. Нижче наведено приклад такої контрольної роботи.

1. У Вашому розпорядженні є резистор невідомого опору, два шкільних вольтметри та стара на вигляд батарейка «Крона». На першому вольтметрі стоїть маркування «– 6 В, 6 кОм», на другому – «– 2 В, 200 Ом». Ваша задача – визначити опір резистора. Опишіть послідовність своїх дій. Виконайте рисунки електричних схем.

2. Визначте експериментально швидкість кулі, що вилетіла з пружинного пістолету. Придумайте найбільш підходящий експеримент та опишіть його.

3. Один винахідник запропонував такий спосіб вимірювання швидкості корабля. В каюті до стелі підвішено тягарець на нитці. За задумом винахідника в стані спокою висок має розміщуватись вертикально, а при русі корабля – під кутом до горизонту. По куту нахилу виска винахідник запропонував вимірювати швидкість корабля. Прорецензуйте цей проект.

4. Пішохід, йдучи по тротуару, проходить 1,5 м за 1 с, а по ораному ґрунті – 0,9 м за 1 с. Він вийшов з точки А, що знаходиться на відстані 42 м від стіни, й рухається до точки В, що знаходиться на 36 м південніше вздовж стіни. Яким чином можна визначити найменший час, необхідний пішоходу для того, щоб дістатися з точки А в точку В.



Висновки. Для визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики як альтернативу матрицям компетентностей ми пропонуємо використовувати трикомпонентну систему оцінювання, яка складається з *анкетування*, спрямованого на з'ясування факту сформованості чи несформованості в учнів ІКТ-орієнтованих компетентностей; *тестування*, яке має на меті виявлення в першому наближенні рівня сформованості базових дослідницьких компетентностей та *домашньої контрольної роботи*, за допомогою якої здійснюється уточнення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників на середньому та високому рівнях.

Напрямки подальших досліджень. Запропонована система визначення рівня сформованості дослідницьких компетентностей старшокласників з фізики потребує перевірки на адекватність та, можливо, уточнення. Для цього доцільно порівняти результати, отримані за допомогою запропонованої системи, з результатами, отриманими за допомогою матриць компетентностей.

Список використаних джерел

1. Про затвердження Концепції профільного навчання у старшій школі : Наказ № 1456 [Електронний ресурс] / Міністерство освіти і науки України. – К. – 21 жовтня 2013 р. – 14 с. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/files/normative/2013-11-08/1681/1456.doc>.
2. Пояснювальна записка // Збірник програм з профільного навчання для загальноосвітніх навчальних закладів. Фізика та астрономія. 10-12 класи. – Харків : Основа, 2010. – С. 3-19.
3. Мерзликін О. В. До визначення поняття «дослідницькі компетентності старшокласників з фізики» / Олександр Мерзликін // Наукові записки / Міністерство освіти і науки України, Кіровоградський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка – Кіровоград, 2015. – Випуск 7. – Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2. – С. 192-197.
4. Мерзликін О. В. Дослідницькі компетентності з фізики старшокласників: структура, рівні, критерії сформованості / О. В. Мерзликін // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2014. – Вип. 20 : Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю. – С. 42-46.
5. Давиденко А. А. Теоретичні та методичні засади розвитку творчих здібностей учнів у процесі навчання фізики : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 – теорія і методика навчання фізики / Давиденко Андрій Андрійович; Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – К., 2007. – 31 с.
6. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике / В. Г. Разумовский ; Академия педагогических наук РСФСР. – М. : Просвещение, 1966. – 156 с.