

of geometric structuring of metric spaces. This allows students to study these spaces from a geometric point of view, building in them images of classical geometric concepts.

Part of the proposed material, due to its simplicity, can be used when working with students in classes with in-depth study of mathematics in secondary education. To this end, the paper considers the specific definitions of the rectilinear location of the points of the metric space, the angle formed by the three points of space and its angular characteristics. They greatly simplify the perception of these results and allow their design in the school course of mathematics.

Key words: general secondary education institutions, profile level of education, extracurricular work in mathematics, geometric competence.

Дата надходження статті: 17.05.2021 р.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор Кузьменков С. Г.

УДК 373.016:53-047.42

DOI <https://doi.org/10.37915/pa.vi49.257>

Полетило С. А.*,

orcid.org/0000-0003-4919-1891

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ЗАДАЧІ З ФІЗИКИ В ЗАГАЛЬНООСВІТНІХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЇ

У статті на основі вивчення публікацій науковців та врахування думок учителів загальноосвітніх навчальних закладів доведено потребу в нових підходах до класифікації експериментальних задач з фізики. Автор відносить до експериментальних задач ті, дані для отримання розв'язання яких беруться з експерименту. Обґрунтовано, що без наведених класифікацій експериментальних задач вчителі дотримуються лише одного підходу, що не сприяє зростанню інтересу учнів до експериментування.

Розглянуто чотири класифікації експериментальних задач з фізики: за програмним обсягом; за методами розв'язування; за метою використання; за використанням приладів. Кожна з класифікацій поділяє експериментальні задачі на види. Зокрема, класифікація за програмним обсягом розрізняє задачі двох типів: які торкаються лише однієї програмної теми, які охоплюють кілька програмних тем. Класифікація за методами розв'язання допускає такий поділ експериментальних задач: розв'язання яких потребує одного методу визначення фізичної величини, розв'язання яких допускає використання кількох методів визначення однієї і тієї ж величини. Класифікація задач за метою використання: ті, що слугують закріпленню вивченого матеріалу; ті, що орієнтовані на використання фізичних знань у життєвих ситуаціях. Класифікація за використанням приладів: звичні (розв'язання яких шукають із допомогою конкретних приладів; творчі (для розв'язання яких пропонується підібрати устаткування із наявного); дослідницькі (розв'язання яких потребує врахування всіх можливих факторів визначення фізичної величини). Для кожної класифікації наведено конкретні приклади, які ілюструють їх використання в навчанні фізики. Показано, що запропоновані класифікації експериментальних задач дають змогу вчителю конструювати нові моделі уроків фізики; з'являється можливість добирати експериментальні задачі, які забезпечать формування в учнів багатоваріантності думки та зростання їхнього інтересу до експериментування. Використовується вся множина методів розв'язування такого роду задач, наближаючи цим учнів до розуміння важливості експериментального методу науки; формується сучасний науковий тип мислення.

*© Полетило С. А.

З'ясовано, що вчителі фізики схвально ставляться до пропонованих класифікацій. На їхню думку, згадані класифікації урізноманітнюють підходи до використання експериментальних задач у навчанні, що суттєво підвищує якість знань учнів з фізики та інтерес до предмета.

Автор вважає, що перспективи подальших розвідок щодо використання експериментальних задач у навчанні фізики полягають у створенні збірників задач, що охоплюють пропоновані класифікації.

Ключові слова: експериментальний метод науки, якість знань учнів з фізики, інтерес до вивчення фізики, нові моделі уроків, сучасний науковий тип мислення.

Постановка проблеми. Використання експериментальних задач у навчанні фізики викликане низкою причин, які ми спробуємо визначити.

1. Фізика як наука виникла в результаті поєднання здобутків теорії та експериментальних надбань. Відповідно, у загальноосвітніх навчальних закладах фізика повинна вивчатись із урахуванням обох факторів. Навчання основам експериментування реалізується через навчальний фізичний експеримент, який забезпечує формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистого досвіду експериментальної діяльності [8, с. 13]. Серед відомих форм реалізації навчального фізичного експерименту – експериментальні задачі.

2. У чинній навчальній програмі вбачається, що одна з найважливіших ділянок роботи – розв'язування фізичних задач, які можна використати на всіх етапах засвоєння фізичних знань: для розвитку інтересу, творчих здібностей і мотивації учнів до навчання фізики, вироблення практичних умінь та ін. [8, с. 16]. Експериментальні задачі з фізики сприяють вирішенню поставлених державою завдань перед загальноосвітніми навчальними закладами.

3. Потреба у використанні експериментальних задач у навчальному процесі доведена багаторічною практикою навчання фізики.

4. Поява нового досвіду вчителів фізики, які спромоглись забезпечити високу якість знань учнів, у значній мірі пов'язана з використанням експериментальних задач (про це свідчать результати обласних та всеукраїнських олімпіад).

5. Проявляється тенденція до збільшення кількості експериментальних задач у навчанні фізики (встановлено на основі аналізу підручників фізики останніх десятиліть).

Аналіз досліджень. Існують різні погляди науковців на визначення експериментальних задач. Одні вважають експериментальні задачі такими, дані для розв'язання яких учні отримують безпосередньо на демонстраційному столі вчителя чи шляхом фізичних вимірювань, що проводять самостійно. Класифікуються експериментальні задачі у такий спосіб:

1) в яких експеримент використовується лише для отримання необхідних для розв'язання задачі величин шляхом безпосередніх вимірювань (С. Гончаренко, Є. Коршак, Н. Коршак);

2) які підтверджують кількісні підрахунки (О. Іваненко, В. Махлай, О. Богатирьов);

3) з допомогою яких передбачається певне фізичне явище чи процес (В. Разумовський, О. Бугайов, Ю. Дік, О. Єнохович).

Із цієї класифікації незрозумілий зв'язок між змістом експериментальних задач та методами, які лежать в основі їх розв'язання; не визначено, до якого типу експериментальних задач слід віднести ті, які наповнені дослідницьким змістом (Ю. Галатюк, А. Рибалко, В. Тищук).

Інші науковці до експериментальних задач відносять ті, в яких експеримент слугує засобом визначення величин, необхідних для розв'язання, дає відповідь на поставлене в задачі запитання чи є засобом перевірки зроблених згідно умови розрахунків [1, с. 217]. У них класифікація експериментальних задач зводиться до двох видів: 1) розрахункові, коли експеримент слугує для отримання даних, а далі задачу розв'язують як кількісну;

2) якісні, коли експеримент використовують для перевірки отриманого результату [там само, с. 218].

Хоча наведена класифікація заслуговує на увагу, проте не охоплює усіх можливостей використання експериментальних задач, зв'язку між змістом задачі та експериментальними методами пошуку розв'язання, не ясно, до якого типу належать творчі експериментальні задачі.

Слушною є думка вважати експериментальними такі задачі, дані для розв'язання яких знаходять експериментально (включаючи експериментальну перевірку тих чи інших висновків). При цьому класифікація експериментальних задач не розглядається [6, с. 19–20]. Серед науковців як окремий вид виокремлюють експериментальні задачі олімпіадного характеру. До них відносять експериментальні задачі з тем, що не вивчаються у школі в повному обсязі, але доступні найбільш сильним учням. Ці задачі вимагають уміння застосовувати закони фізики в незнайомій ситуації; розвинутої фізичної інтуїції і не виходять за рамки діючої програми [3, с. 3].

Запропоноване визначення експериментальної задачі не включає особливих деталізацій, а тому – більш узагальнене. Виділення олімпіадних експериментальних задач до окремого виду показує потребу в нових класифікаціях.

На думку інших науковців, експериментальні задачі – це такі, які вирішуються на підставі фізичного експерименту, а експеримент постає як засіб знаходження фізичних величин, потрібних для пошуку відповіді, або як засіб перевірки достовірності теоретичних результатів [5, с. 5]. Класифікація їх зводиться до поділу на кількісні (які передбачають виконання математичних операцій з даними вимірювань) та якісні (які не потребують математичних розрахунків).

Окремі науковці виходять зі структури наукового дослідження і поділяють експериментальні задачі на два види: звичайні (з допомогою фізичних приладів визначають певну фізичну величину чи доводять фізичний факт); дослідницькі (потребують глибокого проникнення в підняту проблему з допомогою фізичних приладів) [2, с. 4].

Існує підхід, коли до експериментальних відносять ті задачі, пошук розв'язання яких неможливий без дослідницьких вимірювань. Не пропонуючи класифікації, науковець вважає задачі цього виду засобом активізації навчально-пізнавальної діяльності учнів [4, с. 3].

Науковці по-різному підходять до класифікацій експериментальних задач, що не дає змоги вчителям вбачати всі можливості та резерви цього виду задач для вирішення важливого державного завдання – забезпечення учнів високим рівнем знань з фізики. Практика навчання фізики в загальноосвітніх навчальних закладах потребує нового підходу до класифікації експериментальних задач.

Мета статті – формулювання стислого і логічного визначення поняття «експериментальна задача», обґрунтування класифікацій експериментальних задач, які відповідають вирішенню поставлених державою завдань перед навчальним фізичним експериментом: формування в учнів необхідних практичних умінь, дослідницьких навичок та особистого досвіду експериментальної діяльності.

Виклад основного матеріалу. Аналіз поглядів науковців та вчителів фізики на поняття «експериментальна задача» показує, що його структура така:

проблема → фізичні прилади → розв'язання.

У зв'язку з цим до експериментальних задач відносимо ті, дані для розв'язання яких беруться з експерименту.

Враховуючи, що у науковців існують різні погляди на класифікацію експериментальних задач з фізики та всі підходи логічно обґрунтовуються, вважаємо за доцільне використовувати не одну класифікацію, а декілька.

Класифікація 1 (за програмним обсягом) розрізняє два види експериментальних задач, які:

1) торкаються лише однієї програмної теми;

Приклад. Визначити матеріал, з якого зроблено деталь.

Обладнання: деталь; терези з важками; мензурка з водою; підручник.

Розв'язання. На терезах зважують деталь і знаходять її масу m . Далі деталь занурюють у мензурку і знаходять її об'єм V . Густину деталі знаходять за формулою:

$\rho = \frac{m}{V}$. За допомогою таблиці густин, наведеної у підручнику, визначають матеріал,

з якого зроблено деталь.

2) охоплюють декілька програмних тем.

Приклад. Визначити густину невідомої рідини.

Обладнання: мензурка з водою; склянка з водою; склянка з невідомою рідиною; лінійка; пробірка.

Розв'язання. Пробірку наповнюють до половини водою й опускають у мензурку з водою. Фіксують висоту її занурення h_1 та висоту водяного стовпчика в ній h_2 . Повторюють дослід з невідомою рідиною: її наливають у пробірку стільки, щоб глибина занурення мензурки була теж h_2 . Вимірюють висоту стовпчика невідомої рідини h_3 . Для обох випадків записують умову плавання:

$$P_1 + P_2 = \rho g V_1,$$

$$P_1 + P_3 = \rho g V_1,$$

де P_1, P_2, P_3 – вага пробірки, вага води в пробірці, вага невідомої рідини в пробірці, відповідно; ρ – густина води; V_1 – об'єм води, витіснений пробіркою. Розв'язують систему рівнянь і знаходять: $P_2 = P_3$. Або: $m_2 = m_3$. Відповідно: $\rho V_2 = \rho_3 V_3$. Враховують однаковість

перерізу пробірки в обох випадках, отримують: $\rho h_2 = \rho_3 h_3$. Остаточоно: $\rho_3 = \frac{\rho}{h_3} \cdot h_2$.

Класифікація 2 (за методами розв'язання) розрізняє експериментальні задачі:

1) розв'язання яких потребує одного методу визначення фізичної величини;

Приклад. Визначити товщину алюмінієвої фольги.

Обладнання: алюмінієва фольга прямокутної форми; учнівська лінійка; терези з набором важків; підручник.

Розв'язання. Маса фольги через густину ρ та об'єм V виражається так:

$m = \rho V$, де об'єм: $V = \alpha b h$; α – довжина, b – ширина, h – товщина фольги.

Враховують останній вираз і отримують: $m = \rho \alpha b h$. Остаточоно: $h = \frac{m}{\rho \alpha b}$. Масу фольги

знаходять зважуванням, довжину і ширину фольги – лінійкою; густину алюмінію – за таблицею густин підручника.

2) розв'язання яких допускає використання кількох методів визначення однієї і тієї ж величини (серія задач).

Приклад 1 (практичний метод – 1).

Визначити довжину мідного дроту в мотку, не розмотуючи його.

Обладнання: моток мідного дроту; терези з важками; штангенциркуль; підручник.

Розв'язання. Якби дріт був розмотаний, то він мав би форму циліндра з висотою l та площею основи S . Об'єм цього циліндра був би: $V = l \cdot S$. Масу дроту m подають через густину ρ та об'єм V : $m = \rho V$. Враховують обидва вирази: $m = \rho l S$. Основою циліндра

є круг, тому його площу шукають так: $S = \frac{\pi d^2}{4}$. Після підстановки знаходять: $m = \frac{\rho \pi d^2}{4} l$,

звідки: $l = \frac{4m}{\rho \pi d^2}$. Масу мотка m шукають зважуванням, діаметр дроту d вимірюють штангенциркулем.

Приклад 2 (практичний метод – 2). Визначити довжину дроту в мотку, не розмотуючи його.

Обладнання: моток дроту; мензурка з водою; лінійка; олівець.

Розв'язання. Об'єм розмотаного дроту: $V = Sl$. Переріз дроту шукають як площу

круга: $S = \frac{\pi d^2}{4}$. Після підстановки в останній вираз отримують: $V = \frac{\pi d^2}{4} l$. Із отриманого

виразу: $l = \frac{4V}{\pi d^2}$. Для знаходження діаметра дроту d намотують на олівець кілька витків N

та вимірюють довжину цього намотування L ; тоді: $d = \frac{L}{N}$. Після підстановки шукана

довжина l буде: $l = \frac{4VN^2}{\pi L^2}$. Об'єм мотка дроту V знаходять із допомогою мензурки.

Класифікація – 3 (за метою використання) розрізняє експериментальні задачі:

1) які слугують закріпленню вивченого матеріалу;

Приклад. М'яч котиться по поверхню столу фізичного кабінету. Відносно яких тіл м'яч можна вважати матеріальною точкою?

Обладнання: м'яч; рулетка.

Розв'язання. Вимірюють діаметр м'яча d та довжину столу l . Переконаються, що обидві величини одного порядку (розміри столу не перевищують значно розміри м'яча). Відстань між стінами кабінету фізики суттєво перевищує розміри м'яча. Отже, відносно стін м'яч можна вважати матеріальною точкою.

2) орієнтовані на використання фізичних знань у життєвих ситуаціях.

Приклад. Точно визначити діаметр кулі.

Обладнання: два бруски; лінійка.

Розв'язання. Кулю стискають брусками і прикладають лінійку. Діаметр кулі – це відстань між сторонами брусків, які стискають кулю.

Класифікація – 4 (за використанням приладів) розрізняє експериментальні задачі:

1) звичні, розв'язок яких шукають з допомогою конкретних приладів;

Приклад. Визначити об'єм однієї краплі води.

Обладнання: чайна ложка (місткістю 6 мілілітрів); піпетка; посудина з водою.

Розв'язання. Піпеткою капають стільки крапель N у чайну ложку, доки остання не буде повною. Об'єм однієї краплі шукають так: $V_0 = \frac{V}{N}$.

2) творчі (включаючи олімпіадні), для розв'язання яких пропонується підібрати устаткування із наявного;

Приклад. Знайти площу шматка жерсті неправильної форми.

Обладнання: терези з важками; шматок жерсті неправильної форми; шматок жерсті з такого ж матеріалу і відомою площею (мензурка, динамометр, колба, нитка, пінцет, стальна кулька, пружина тощо).

Розв'язання. Знаходять масу одиниці площі m_0 жерсті шматка з відомою площею:

$m_0 = \frac{m_1}{S}$. Зважують шматок жерсті неправильної форми і знаходять його масу m_2 .

Шукану площу S знаходять, з'ясувавши, скільки одиниць площі вкладеться в шматку жерсті неправильної форми: $S = \frac{m_2}{m_0}$.

3) дослідницькі, розв'язання яких потребує врахування всіх можливих факторів на визначення фізичної величини.

Приклад. Визначити ККД використання нерухомого блоку.

Обладнання: нерухомий блок; мотузка; штатив; набір тягарців вагою 1 Н кожний; лінійка; динамометр.

Розв'язання. Основне завдання використання нерухомого блоку зводиться до підняття тіла вагою P на висоту h , тобто корисна робота буде:

$$A_k = Ph.$$

Використання нерухомого блоку дає вигаш тільки в напрямку сили. Прикладається сила протилежного напрямку F , а переміщення вантажу відбувається на таку ж відстань h . Якщо не враховувати інші фактори, то величина затраченої роботи A буде така ж, як величина корисної роботи A_k . Це означало б, що ККД нерухомого блоку досягнув би 100%.

Насправді, сила F більша, ніж вага P , адже, крім підняття вантажу вагою P , необхідно перемістити мотузку (сила по переміщенню мотузки F_0) та побороти силу тертя в блоці F_T . Отже, сила F із урахуванням зазначених факторів буде рівна: $F = P + F_0 + F_T$. Затрачена робота під час використання нерухомого блоку буде:

$$A = (F + F_0 + F_T) h. \text{ ККД використання нерухомого блоку буде: } \eta = \frac{A_k}{A} = \frac{Ph}{(F + F_0 + P_T)h}.$$

Після спрощення вираз набере вигляду: $\eta = \frac{P}{F + F_0 + P_T}$. Нехтують зусиллям на переборення тертя F_T , тоді ККД буде:

$$\eta = \frac{P}{F + F_0} = \frac{P}{P + F_0}.$$

Якщо рухати мотузку вниз, то сила F_0 становить половину ваги мотузки P_0 . Зважають мотузку з допомогою динамометра (P_0) і беруть її половину. Тому: $F_0 = \frac{P_0}{2}$. Остаточно, ККД нерухомого блоку буде:

$$\eta = \frac{A_k}{A} = \frac{Ph}{\left(P + \frac{P_0}{2}\right)h} = \frac{2P}{2P + P_0}.$$

Вивчення поглядів учителів щодо класифікації дало підґрунтя для таких тверджень:

- 1) без розуміння наведених класифікацій експериментальних задач учитель зазвичай дотримується лише одного підходу, що не сприяє зростанню інтересу учнів до експериментування;
- 2) у вчителя з'являється можливість конструювати нові моделі уроків фізики, орієнтуючись на перелічені класифікації експериментальних задач;
- 3) є змога здійснювати добір експериментальних задач згідно запропонованої класифікації, що забезпечить формування в учнів багатоваріантності думки та зростанню інтересу до експериментування;
- 4) можна використати всю множину методів розв'язування такого роду задач; наближаючи цим учнів до розуміння важливості експериментального методу науки. Це потужний засіб залучення учнів до досліджень, який формує сучасний науковий тип мислення.

Висновки. У бесідах, на наукових семінарах і конференціях від учителів отримані схвальні відгуки щодо запропонованих класифікацій. Вони вважають, що згадані класифікації урізноманітнюють підходи до використання експериментальних задач у навчанні фізики, що суттєво підвищує інтерес учнів до предмета. Пропоновані класифікації створюють добрі умови для реалізації принципу педагогічного передбачення.

Перспективу подальших наукових розвідок щодо використання експериментальних задач в навчанні фізики вбачаємо у створенні збірників, у яких задачі охоплюють пропоровані класифікації.

Список використаних джерел:

1. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе: теоретические аспекты: учебн. пособие. Москва: Просвещение, 1981. 288 с.

2. Галатюк Ю. М., Рибалко А. В., Тишук В. І. Дослідницькі задачі з фізики: навч. посіб. Харків: Основа: Тріада+, 2007. 160 с.
3. Гончаренко С. У., Коршак Є. В. Фізика. Олімпіадні задачі. Випуск 1. 7–8 класи. Тернопіль: Навчальна книга; Богдан, 1998. 72 с.
4. Давидьон А. А. Експериментальні задачі з фізики для 7–9 класів: посібник для вчителів фізики. Чернігів: Десна, 1997. 43 с.
5. Іваненко О. Ф., Махлай В. П., Богатирьов О. І. Експериментальні та якісні задачі з фізики: посібник для вчителів. Київ: Рад. шк., 1987. 144 с.
6. Коршак Є. В., Гончаренко С. У., Коршак Н. М. Методика розв'язування задач з фізики. Практикум: навч. посіб. Київ: Вища школа, 1976. 240 с.
7. Разумовский В. Г., Бугаев А. И., Дик Ю. И., Енохович А. С. Основы методики преподавания физики в средней школе. Москва: Просвещение, 1984. 398 с.
8. Фізика. 7–9 класи. Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. Київ: Міністерство освіти і науки. URL: <https://ru.osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/>

References:

1. Bugaev, A. I. (1981). *Metodika prepodavaniia fiziki v srednei shkole: teoreticheskie aspekty* [Methods of teaching physics in secondary school: theoretical aspects]. Moskva: Prosveshchenie [in Russian].
2. Halatiuk, Yu. M., Rybalko, A. V., & Tyshchuk, V. I. (2007). *Doslidnytski zadachi z fizyky* [Preceding tasks from Physics]. Kharkiv: Osnova: Triada+ [in Ukrainian].
3. Honcharenko, S., & Korshak, Ye. (1998). *Fizyka. Olimpiadni zadachi. Vypusk 7–8 klasy* [Physics. Olympiad tasks. Issue 1. Grades 7–8]. Ternopil: Navchalna knyha – Bohdan [in Ukrainian].
4. Davydon, A. (1997). *Eksperymentalni zadachi z fizyky dlia 7–9 klasiv* [Experimental problems in Physics for Grades 7–9]. Chernihiv: Desna [in Ukrainian].
5. Ivanenko, O. F., Makhlay, V. P., & Bohatyrov, O. I. (1987). *Eksperymentalni ta yakisni zadachi z fizyky* [Experimental and scientific tasks in Physics]. Kyiv: Rad. shk. [in Ukrainian].
6. Korshak, Ye. V., Honcharenko, S. U., & Korshak, N. M. (1976). *Metodyka rozvoiazuvannia zadach z fizyky. Praktykum* [Methodology for solving problems in Physics. Workshop]. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
7. Razumovskii, V. G., Bugaev, A. I., Dik, Iu. I., & Enokhovich, A. S. (1984). *Osnovy metodiki prepodavaniia fiziki v srednei shkole* [Fundamentals of teaching Physics in secondary school]. Moskva: Prosveshchenie [in Russian].
8. *Fizyka. 7–9 klasy. Navchalna prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv* [Physics. Grades 7–9. Curriculum for secondary schools]. (2017). Kyiv: Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy. Retrieved from <https://ru.osvita.ua/school/program/program-5-9/56124/> [in Ukrainian].

Poetylo S. A.,

orcid.org/0000-0003-4919-1891

EXPERIMENTAL PROBLEMS IN PHYSICS IN GENERAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND THEIR CLASSIFICATIONS

The article, based on the study of publications of scientists and taking into account the views of teachers of secondary schools, proves the need for new approaches to the classification of experimental problems in physics. The author refers to experimental problems as those whose data are taken from the experiment to obtain a solution. It is substantiated that without the given classifications of experimental tasks teachers follow only one approach, which does not contribute to the growth of students' interest in experimentation.

Four classifications of experimental problems in physics are considered: by program volume; by methods of solving; for the purpose of use; using devices. Each of the classifications divides the experimental problems into types. In particular, the classification by program volume distinguishes between two types of tasks: which affect only one program topic; covering several software topics. Classification by methods of solution allows the division of experimental problems: the solution of which requires one method of determining the physical quantity; the solution of which allows the use of several methods for determining the same value. Similarly, the classification for the purpose of use: which serve to consolidate the studied material; focused on the use of physical knowledge in life situations. Accordingly, the classification by the use of devices: conventional (the solution of which is sought with

the help of specific devices; creative (for the solution of which it is proposed to select equipment from the available); each classification provides specific examples that illustrate their use in teaching physics.

Physics teachers were found to be in favor of the proposed classifications. According to them, these classifications diversify approaches to the use of experimental problems in teaching, which significantly improves the quality of students' knowledge of physics and interest in the subject.

The author believes that the prospects for further exploration in the use of experimental problems in the teaching of physics is the creation of collections of problems covering the proposed classifications.

Key words: experimental method of science; quality of students' knowledge of physics; interest in the study of physics; new models of lessons; modern scientific type of thinking.

Дата надходження статті: 24.04.2021 р.

Рецензент: доктор педагогічних наук, професор Мартинюк О. С.