

7. Смірнов О., Мунтян М., Оптасюк С., Дмитрук С., Губанова А. Радон як можливий індикатор сейсмічної активності. *Електронний науковий журнал «Космос. Технології. Суспільство»*. 2021. № 2(2). С. 44-54.
8. Головний Центр спеціального контролю (офіційний сайт). URL: <https://gcsk.gov.ua/ternopil-oblasti-magnitudoyu-43-190921.html>

Olexiy Smirnov¹, Mykhailo Muntyan¹, Antonina Gubanova¹, Serhiy Optasiuk²

¹Regional center of special control

²Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohiienko University

METHODOLOGICAL ASPECT OF OBSERVATION OF CHANGES IN RADON VOLUME CONCENTRATION DEPENDING ON GEOGRAPHIC AND SEISMIC PARAMETERS IN THE REGION

The article describes and analyzes the data of observations of changes in the concentration of radon on the Earth's surface. It is illustrated that in the absence of other factors, changes in radon concentration are associated with changes in atmospheric pressure. The results of observing the connection between changes in radon concentration and the approach of earthquakes are presented. Experimental data may confirm that at "sensitive" points the increase in radon concentration is

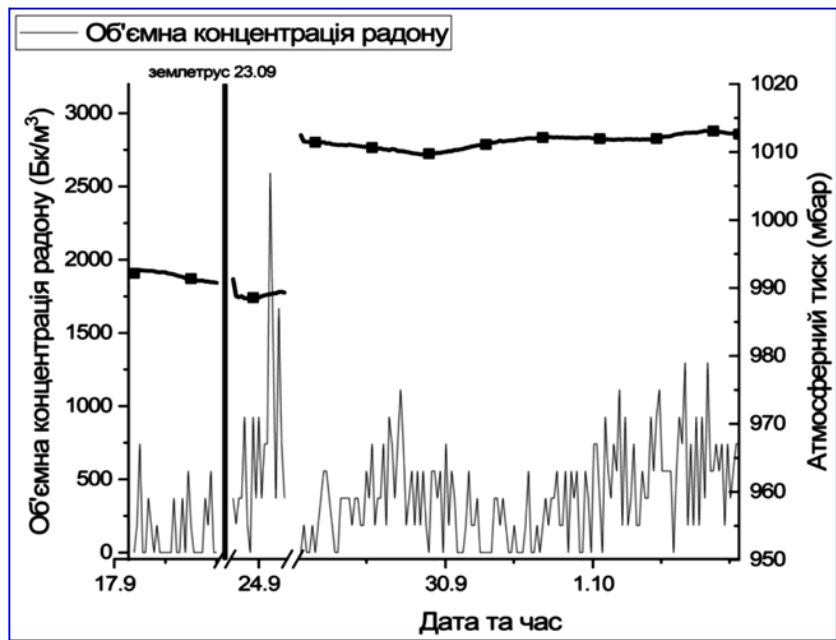


Рис. 8. Графіки зміни об'ємної концентрації радону (в Бк/м³) та атмосферного тиску (в мбар) з часом в пункті вимірювання №7 «Криниця в Хотинській фортеці»

a harbinger of earthquakes in the near area. Literature sources are confirmed, which confirm the abnormal behavior of changes in radon concentration before earthquakes.

Key words: radiation background, radon volume concentration, atmospheric pressure, earthquake, geological structure, tectonic faults.

Отримано: 3.11.2022

УДК 378.147

DOI: 10.32626/2307-4507.2022-28.129-133

Сяоцзін Вень¹, І. В. Корсун²

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

e-mail: ¹Wen32Xiaojing@gmail.com, ²korsun_igor@i.ua; ORCID: ¹0000-0002-8967-5500, ²0000-0002-9893-2820

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ЗАДАЧ

Мета нашої роботи є продемонструвати можливості використання фізичних задач у формуванні дослідницької компетентності майбутніх вчителів фізики на прикладі вивчення курсу загальної фізики «Оптика». Обґрунтовано доцільність використання дослідницьких фізичних задач у формуванні відповідних компонент дослідницької компетентності майбутніх вчителів фізики. У дослідницьких задачах значно глибше прослідковується процес побудови розв'язку даної задачі у відповідності із методологією наукового дослідження. Ключовими ознаками таких задач є формулювання гіпотези, її обґрунтування та доведення у процесі самостійної роботи. Подано приклади 25 дослідницьких задач із розділів «Фотометрія», «Геометрична оптика», «Хвильова оптика». Дані задачі використовуються у навчанні майбутніх вчителів фізики у Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка. Доцільним є використання запропонованих завдань як у процесі самостійної роботи студентів, так і у процесі контролю знань, умінь та навичок студентів.

Ключові слова: майбутні вчителі фізики, дослідницька компетентність, компоненти дослідницької компетентності, розв'язування фізичних задач, дослідницькі задачі, курс загальної фізики, оптика.

В ідеальному випадку випускники ЗВО мають вміти не лише освоювати існуючі новітні технології, але й удосконалювати їх та створювати нові. Проблема підготовки висококваліфікованих спеціалістів безпосередньо пов'язана із формуванням відповідних компетентностей майбутнього фахівця. Великий глумачний словник сучасної української мови розгля-

дає поняття «компетентність» як «певна сума знань у особи, яка дозволяє їй судити про що-небудь, висловлювати переконливу, авторитетну думку», а компетентним є «той хто знає, обізнаний у певній галузі; який має право за своїми знаннями або повноваженнями робити або вирішувати що-небудь, судити про що-небудь» [1, с. 560].

Фізика є фундаментальною наукою, на якій базується науково-технічний прогрес людства. А тому актуальними є питання формування відповідних компетентностей майбутніх вчителів фізики [2, 3, 4]. Однією із ключових баз для підготовки висококваліфікованих фахівців у вищій школі є курс загальної фізики. Даний підхід передбачає перегляд існуючих засобів та методів навчання фізики у вищій школі.

Метою нашої роботи є продемонструвати можливості використання фізичних задач у формуванні дослідницької компетентності майбутніх вчителів фізики на прикладі вивчення курсу загальної фізики «Оптика».

Дослідницька компетентність «поєднує в собі знання, уміння, навички, досвід діяльності дослідника, ціннісні ставлення та особистісні якості і виявляється в готовності і здатності здійснювати дослідницьку діяльність з метою отримання нових знань шляхом застосування методів наукового пізнання, застосування творчого підходу в цілепокладанні, плануванні, прийнятті рішень, аналізі та оцінці результатів дослідницької діяльності» [5, с. 61].

У структурі дослідницької компетентності одні дослідники виділяють мотиваційно-ціннісний, когнітивний, діяльно-практичний, рефлексивний компоненти [5], а інші акцентують увагу лише на трьох компонентах: мотиваційному, когнітивному, операційно-діяльному [6].

Свідоме сприйняття та потреба в дослідницькій діяльності для здобуття теоретичних і практичних професійних знань, умінь і навичок становлять мотиваційну компоненту. Наявність здобутих знань становить когнітивну компоненту, а сукупність способів і прийомів науково-дослідницької діяльності – операційно-діяльну компоненту. У даному контексті ми проаналізуємо можливості використання фізичних задач як засобу формування компонент дослідницької компетентності майбутніх вчителів фізики.

В Українському педагогічному словнику поняття «задача у навчанні» трактується як «сукупність вимоги (або мети) та умов, за яких її треба задовольнити» [7, с. 130]. Увага також акцентується на тому, що «постановка задачі є необхідною умовою стимулювання мислення учнів» і «засвоєння знань у процесі розв'язання задач значно ефективніше за засвоєння навчального матеріалу без їх розв'язання» [7, с. 130]. Виходячи із даних тверджень, приходимо до думки, що розв'язування задач у процесі навчання фізики сприяє формуванню когнітивної компоненти дослідницької компетентності, оскільки процес розв'язування пов'язаний із засвоєнням інформації з фізики.

Методика розв'язування дослідницької задачі містить наступні етапи [8]:

- 1) спостереження й вивчення фактів, явищ, їх зв'язків і відносин; усвідомлення дослідницької задачі;
- 2) аналіз фактів, явищ, їх зв'язків;
- 3) формулювання кінцевої і проміжної цілей у розв'язуванні дослідницької задачі;
- 4) висунення припущення, гіпотези дослідницької задачі;
- 5) розв'язування дослідницької задачі шляхом теоретичного обґрунтування й доведення гіпотези;
- 6) практична перевірка правильності розв'язку дослідницької задачі.

У науковому дослідженні будь-які знання проходять складний шлях від припущення до факту та концепції. Тому надзвичайно важливе значення має уміння побудови правильної гіпотези. Виходячи із наведеної структури дослідницької задачі, можемо стверджувати, що саме у дослідницьких задачах значно глибше прослідковується процес побудови розв'язку даної задачі у відповідності із методологією наукового дослідження, оскільки головною ознакою таких задач є проблемна ситуація. Проблемна ситуація передбачає уміння та навички студентів будувати гіпотезу, її обґрунтовувати та доводити. Тому можемо припустити, що розв'язування дослідницьких задач сприяє формуванню операційно-діяльної компоненти дослідницької компетентності майбутніх вчителів фізики.

Подаємо приклади дослідницьких задач, які пропонуються майбутнім вчителям фізики при вивченні курсу загальної фізики «Оптика» у Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка. За своїм змістом пропоновані задачі є цікавими та практичного спрямування, що у свою чергу сприяє формуванню мотиваційної компоненти дослідницької компетентності студентів. Більшість задач є оригінальними. Для якісних задач подано вказівки для їх розв'язування. Для задач на доведення запропоновано детальні розв'язки.

1. Чому у середніх широтах сніг швидше тане на похилих покрівлях, ніж на горизонтальній поверхні землі? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте об'єднаний закон освітленості Ламберта.

2. За яких умов утворюється тінь? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть процеси освітлення непрозорого та прозорого предметів точковими і протяжними джерелами світла.

3. Чому в місячну ніч на поверхні великої водойми ми бачимо місячну доріжку, а не зображення Місяця? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть побудову зображення предмета у плоскому дзеркалі та проаналізуйте природні фактори.

4. Чому використовують лупи, за допомогою яких можна отримати збільшення лише до 40 разів? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для обчислення збільшення лупи.

5. Чи може двовгнута лінза бути збиральною? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для обчислення оптичної сили тонкої лінзи.

6. Чи може двоопукла лінза бути розсіювальною? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для обчислення оптичної сили тонкої лінзи.

7. Чому рослини не слід поливати у сонячну погоду? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте характерні точки тонкої лінзи.

8. Як вплине на фокусну відстань лінзи перенесення її з долини на вершину високої гори? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для обчислення оптичної сили тонкої лінзи.

9. Чому зображення небесного тіла у телескопі-рефлекторі, отримане за допомогою сферичного дзеркала, розміщене у його головному фокусі? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть будову телескопа-рефлектора та розміщення небесного тіла.

10. Чому зображення небесного тіла у телескопі-рефракторі, отримане за допомогою лінзи об'єктива, розміщене у його головному фокусі? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть будову телескопа-рефрактора та розміщення небесного тіла.

11. З якою метою у проєкційному апараті використовують сферичне дзеркало? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть будову проєкційного апарата та властивості сферичних дзеркал.

12. Чому поверхні об'єктивів фотоапаратів нам здаються забарвленими у певний колір? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте явища, пов'язані із інтерференцією світла.

13. Яка умова визначає чітку інтерференційну картину у випадку інтерференції від дзеркал Френеля? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для обчислення відстані між сусідніми інтерференційними максимумами чи мінімумами.

14. Яка умова визначає чітку інтерференційну картину у випадку інтерференції від біпризми Френеля? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для обчислення відстані між сусідніми інтерференційними максимумами чи мінімумами.

15. Яким чином в установці із спостереження кілець Ньютона радіуси світлих кілець залежать від товщини плоско-опуклої лінзи? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте формулу для визначення радіусів світлих кілець Ньютона.

16. Чому збільшення більшості сучасних оптичних мікроскопів не перевищує 2500 разів? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть будову оптичного мікроскопа та проаналізуйте явища, які пов'язані з хвильовими властивостями світла.

17. Через світлофільтр якого кольору не буде видно цифри, написані червоним кольором? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: проаналізуйте принцип роботи світлофільтра.

18. Чому для забороняючих сигналів на транспорті використовують світло червоного кольору? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть явища, які пов'язані із хвильовими властивостями світла.

19. Чи однакова роль обох граней трикутної скляної призми при розкладанні білого світла на суцільний спектр? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть явища, які пов'язані із дисперсією світла.

20. Як пояснити послідовність кольорів у веселці? Відповідь обґрунтуйте.

Вказівка: дослідіть явища, які пов'язані із дисперсією світла.

21. Доведіть, що не може існувати строго паралельний пучок світлових променів.

Розв'язання:

Величину сили світла джерела S у заданому напрямку обчислюють за формулою:

$$I = \frac{d\Phi}{d\Omega}, \quad (1)$$

де $d\Phi$ – елементарний світловий потік, $d\Omega$ – елементарний тілесний кут.

З формули (1) запишемо вираз для знаходження елементарного світлового потоку:

$$d\Phi = Id\Omega. \quad (2)$$

Якщо світловий пучок є строго паралельним, то він поширюється у тілесному куті:

$$d\Omega = 0. \quad (3)$$

Підставивши (3) у (2) отримаємо:

$$d\Phi = 0. \quad (4)$$

Таким чином, ми приходимо до суперечності, оскільки згідно виразу (4) світловий потік енергії не переносить, а це суперечить тому факту, що світлова хвиля переносить енергію.

22. Доведіть, що внаслідок заломлення світла в атмосфері зірка поблизу горизонту нам здається вищою, ніж насправді.

Розв'язання:

У кожному межовому шарі повітря світловий промінь при переході з менш оптично густішого середовища n_1 у більш оптично густіше середовище n_2 заломлюється (положення S). Людина, розглядаючи зірку, не враховує заломлення світла (положення S').

Запишемо закон заломлення для межі розділу двох середовищ:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (5)$$

де α – кут падіння світлових променів, β – кут заломлення світлових променів, n_1 – абсолютний показник заломлення верхнього шару атмосфери, n_2 – абсолютний показник заломлення нижнього шару атмосфери

Перепишемо вираз (5):

$$n_1 \sin \alpha = n_2 \sin \beta. \quad (6)$$

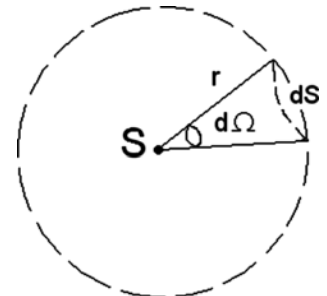


Рис. 1. Рисунок до задачі 21

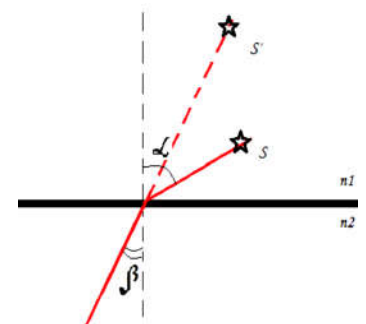


Рис. 2. Рисунок до задачі 22

Густина повітря з висотою зменшується, а тому абсолютний показник заломлення зменшується із висотою: $n_1 < n_2$.

Із виразів (6) і (7) можемо зробити висновок:
 $\sin \alpha > \sin \beta$. (8)

З виразу (8) випливає, що кут падіння α є більшим, ніж кут заломлення β :

$$\alpha > \beta. \quad (9)$$

Таким чином, рисунок виконано вірно і положення S' розміщене вище, ніж положення S .

23. Доведіть, що дійсна глибина водойми завжди більша, ніж видима.

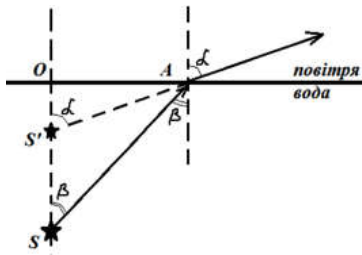


Рис. 3. Рисунок до задачі 23

Розв'язання:

Розмістимо світну точку у водоймі. Людина дивиться і не враховує заломлення світла (промінь $S'A$), а насправді світло рухається вздовж променя SA .

Використаємо позначення: $OS' = h$ – видима глибина, $OS = H$ – дійсна глибина.

З $\triangle AOS'$

$$(\angle AOS' = 90^\circ) \Rightarrow \tan OS'A = \frac{OA}{OS'}. \quad (10)$$

З $\triangle AOS$

$$(\angle AOS = 90^\circ) \Rightarrow \tan OSA = \frac{OA}{OS}. \quad (11)$$

З рисунка

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{OA}{OS'}, \quad (12)$$

$$\tan \beta = \frac{OA}{OS}. \quad (13)$$

З виразів (12) і (13) випливає:

$$\frac{OS'}{OS} = \frac{\tan \beta}{\tan \alpha}. \quad (14)$$

Для невеликих кутів (людина дивиться вертикально вниз на поверхню води):

$$\tan \alpha \approx \sin \alpha. \quad (15)$$

Враховавши твердження (15), перепишемо вираз (14):

$$\frac{OS'}{OS} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}. \quad (16)$$

Запишемо закон заломлення світла:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_{\text{води}}}{n_{\text{повітря}}}. \quad (17)$$

Перепишемо вираз (17):

$$\frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{n_{\text{повітря}}}{n_{\text{води}}}. \quad (18)$$

Підставивши вираз (18) у (16) отримаємо:

$$\frac{OS'}{OS} = \frac{n_{\text{повітря}}}{n_{\text{води}}}. \quad (19)$$

Визначимо з виразу (19) дійсну глибину:

$$OS = \frac{n_{\text{води}}}{n_{\text{повітря}}} OS'. \quad (20)$$

Перепишемо вираз (20), використавши позначення:

$$H = \frac{n_{\text{води}}}{n_{\text{повітря}}} h. \quad (21)$$

З виразу (21) можна зробити висновок:

оскільки $n_{\text{води}} > n_{\text{повітря}}$, то $H > h$.

24. Доведіть, що у центрі кілець Ньютонa завжди знаходиться темна пляма.

Розв'язання:

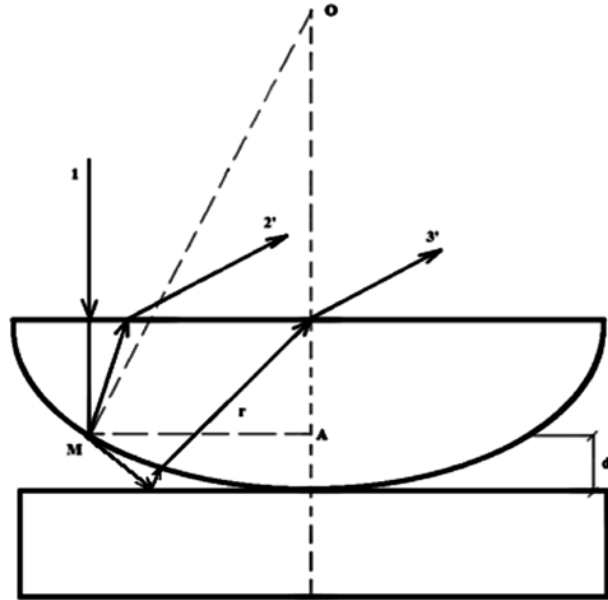


Рис. 4. Рисунок до задачі 24

Наявність темних та світлих плям у кільцях Ньютонa визначається умовами спостереження інтерференційних максимумів та мінімумів:

$$\Delta = n\Delta r = \begin{cases} k\lambda - \text{інтерференційні максимуми} \\ \quad (\text{ціле число хвиль}) \\ (2k+1)\frac{\lambda}{2} - \text{інтерференційні мінімуми} \\ \quad (\text{ціле число півхвиль}) \\ \text{неціле число } \frac{\lambda}{2} - \text{проміжні значення,} \end{cases} \quad (22)$$

де n – абсолютний показник заломлення середовища, Δr – геометрична різниця ходу світлових хвиль, λ – довжина світлової хвилі, $k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$

При обчисленні оптичної різниці ходу світлових хвиль необхідно враховувати той факт, що при проходженні світла з менш оптично густого середовища (повітря) у більш оптично густе середовище (скло) оптична різниця ходу світлових хвиль збільшується на $\lambda/2$ (фаза коливань відбитої хвилі змінюється на протилежну, тобто на π рад).

Оптична різниця ходу Δ світлових хвиль $2'$ і $3'$ для центру кілець Ньютонa визначається за формулою:

$$\Delta = n\Delta r + \lambda/2. \quad (23)$$

Геометрична різниця ходу Δr світлових хвиль $2'$ і $3'$ для центру кілець Ньютонa дорівнює:

$$\Delta r = 0. \quad (24)$$

Підставивши вираз (24) у (23), отримаємо:

$$\Delta = \lambda/2. \quad (25)$$

Вираз (25) відповідає інтерференційному мінімуму в умові (22) при $k = 0$.

25. Доведіть, що у випадку дифракції від диску у центрі тіні на екрані спостерігається світла пляма.

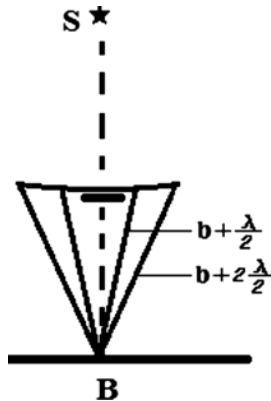


Рис. 5. Рисунок до задачі 25

Розв'язання:

Проаналізуємо дифракційну картину, яка утворюється у процесі дифракції Френеля. Сферична хвиля світла S зустрічає на своєму шляху диск. Побудуємо зони Френеля.

Для амплітуда світла у точці B екрану можна записати:

$$A = \frac{A_1}{2} \pm \frac{A_n}{2}, \quad (26)$$

де знак «+», якщо число зон Френеля n непарне, знак «-», якщо число зон Френеля n парне

У загальному випадку дифракційна картина має вигляд темних і світлих кілець, які чергуються, з центром у точці B .

Якщо диск закриває перші n зон Френеля і розмір диску невеликий, тобто закриває невелику кількість зон Френеля, то дія першої відкритої зони практично не відрізняється від дії центральної зони відкритої хвилі. А тому освітленість у точці B буде такою ж як і за відсутності диску. Таким чином, у точці B буде завжди спостерігатися інтерференційний максимум (світла пляма), який відповідає дії половини першої відкритої зони Френеля. Центральний максимум оточений темними і світлими концентричними кільцями.

Проблема підготовки висококваліфікованих спеціалістів безпосередньо пов'язана із формуванням дослідницької компетентності фахівця. Обґрунтовано доцільність використання дослідницьких фізичних задач у формуванні відповідних компонент дослідницької компетентності майбутніх вчителів фізики. У дослідницьких задачах значно глибше прослідковується процес побудови розв'язку даної задачі у відповідності із методологією наукового дослідження. Ключовими ознаками таких задач є висунення гіпотези, її обґрунтування та доведення у процесі самостійної роботи.

Подано приклади 25 дослідницьких задач із розділів «Фотометрія», «Геометрична оптика», «Хвильова оптика». Доцільним є використання запропонованих завдань як у процесі самостійної роботи студентів, так і у процесі контролю знань, умінь та навичок студентів. У даному випадку викладач виконує роль координатора самостійної діяльності студентів.

Список використаних джерел:

1. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / уклад. та голов. ред. В.Т. Бусел. Київ; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. 1728 с.

2. Базурін В. Розвиток дослідницьких умінь майбутніх вчителів математики і фізики у процесі дослідження функцій з використанням Microsoft Excel. *Математика в школі*. 2010. № 5. С. 41-44.
3. Ніжегородцев В. Теоретичні аспекти формування методичних компетентностей майбутніх вчителів фізики. *Фізика та астрономія в школі*. 2011. № 3. С. 34-37.
4. Формування предметних компетентностей майбутніх вчителів фізики та математики засобами та технологіями сучасного освітнього середовища: [монографія] / за ред. О.М. Завражної, А.І. Салтикової Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С. Макаренка, 2020. 237 с.
5. Головань М.С., Яценко В.В. Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: збірник наукових праць*. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2012. Вип. VII. С. 55-62.
6. Манченко Т.О., Маріна М.С., Тадеуш О.Х. Професійна підготовка майбутніх учителів фізики до організації дослідницької діяльності учнів загальноосвітніх закладів. *Scientific bulletin of South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D. Ushynsky*. Odesa, 2019. Issue 4 (129). С. 55-63. DOI: <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2019-4-7>
7. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 374 с.
8. Карлащук А.Ю. Формування дослідницьких умінь школярів у процесі розв'язування математичних задач з параметрами: автореф.т дис. ... канд. пед. наук за спец. 13.00.02 – теорія та методика навчання математики / НПУ ім. М.П. Драгоманова. Київ, 2000. 22 с.

Xiaojing Wen, Igor Korsun

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

THE FORMATION OF RESEARCH COMPETENCY OF FUTURE PHYSICS TEACHERS IN THE PROCESS OF SOLVING PHYSICS TASKS

The aim of our work is to demonstrate the possibilities of using physics tasks in the formation of research competency of future physics teachers using the example of studying the general physics course "Optics". The expediency of using research physics tasks in the formation of components of research competency of future physics teachers is substantiated. In research tasks, the process of creation a solution to this problem is followed much more deeply in accordance with the methodology of scientific research. The formulation of a hypothesis, its substantiation and proof in the process of independent work are the key features of such tasks. 25 examples of research tasks in the sections "Photometry", "Geometric Optics", "Wave Optics" are presented. These tasks are used during the training of future physics teachers in Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University. It is appropriate to use the proposed tasks both in the process of independent work of students and in the process of monitoring students' knowledge, abilities and skills.

Key words: future physics teachers, research competency, components of research competency, solving physics tasks, research tasks, general physics course, optics.

Отримано: 31.10.2022