

ПЕДАГОГІКА

УДК 37.091.12.011.3-051:53:373.5.091.31-027.31
DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863.3/31.214044>

Андрій АНДРЕЄВ,
orcid.org/0000-0002-5390-6813
доктор педагогічних наук,
завідувач кафедри загальної та прикладної фізики
Запорізького національного університету
(Запоріжжя, Україна) andreevandrijn@gmail.com

Наталія ТИХОНСЬКА,
orcid.org/0000-0002-9331-2091
кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри загальної та прикладної фізики
Запорізького національного університету
(Запоріжжя, Україна) ntikhonskaya@gmail.com

**РОЗВИТОК У МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ
ВМІННЯ РОЗРОБЛЯТИ ТВОРЧІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ
ІННОВАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ ЇХ НАВЧАННЯ**

У статті розглядається проблема підготовки майбутніх учителів фізики до організації інноваційної діяльності учнів, якою вважається вид їхньої навчальної діяльності, що організована вчителем і протікає в спеціально створеному освітньому середовищі й пов'язана з розробленням, теоретичним та експериментальним дослідженням і запровадженням у практику певної новини, яка спричиняє корисний ефект. Наголошується на тому, що дієвим методом активізації інноваційної діяльності учнів у навчанні фізики є навчально-пізнавальні завдання (задачі). Уміння підбирати або розробляти авторські творчі завдання для організації пошукової (зокрема інноваційної) діяльності учнів у процесі їх навчання розглядається як важливий складник професійної компетентності майбутнього вчителя фізики. Грунтуючись на запропонованих А. В. Хуторським етапах розроблення відкритих евристичних завдань, автори запропонували методичні особливості створення завдань для організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі з фізики. У статті обґрунтовується, що за змістом такі завдання можуть бути теоретичними, експериментальними, винахідницькими, конструкторськими задачами. Розглянуто роль цих задач для активізації інноваційної діяльності учнів та наведено відповідні приклади. Як джерельну базу завдань для організації інноваційної діяльності учнів пропонується використовувати збірники відкритих (творчих) задач; систему завдань, що сформульовані на основі традиційних навчальних фізичних задач; систему завдань, що виокремлені в процесі інноваційної діяльності учнів. З наведеними методичними особливостями створення завдань для організації інноваційної діяльності учнів варто знайомити майбутніх учителів фізики під час їх професійної підготовки в університеті. Пріоритетні напрями подальшої роботи пов'язані зі створенням циклу творчих завдань, структурованих за розділами шкільного курсу фізики.

Ключові слова: майбутній учитель фізики, інноваційна діяльність учнів, уміння розробляти творчі завдання для організації інноваційної діяльності учнів, теоретичні, експериментальні, винахідницькі, конструкторські задачі.

Andrey ANDREEV,
orcid.org/0000-0002-5390-6813
Doctor of Pedagogic Sciences,
Head of the Department of General and Applied Physics
Zaporizhzhia National University
(Zaporizhzhia, Ukraine) andreevandrijn@gmail.com

Natalia TIKHONSKAYA,
Candidate of Pedagogic Sciences,
Associate Professor at the Department of General and Applied Physics
Zaporizhzhia National University
(Zaporizhzhia, Ukraine) ntikhonskaya@gmail.com

DEVELOPMENT OF THE FUTURE PHYSICS TEACHERS' ABILITY TO DESIGN CREATIVE TASKS FOR ORGANIZING INNOVATIVE ACTIVITIES OF STUDENTS IN THE PROCESS OF LEARNING

The article considers the problem of preparing future physics teachers to organize students' innovative activities, organized by the teacher and takes place in a specially created educational environment and associated with the development, theoretical and experimental research and implementation of certain news, causes a beneficial effect. It is emphasized that an effective method of activating the students' innovative activities in the teaching of physics are educational and cognitive tasks (tasks). The ability to select or develop author's creative tasks for the organization of search (in particular, innovative) activities of students in the process of their learning is considered as an important component of professional competence of the future teacher of physics. Based on the proposed by A. Khutorsky stages of development of open heuristic problems, the authors propose methodological features of creating tasks for the organization of innovative activities of students in the educational process in physics. The article substantiates that the content of such tasks can be theoretical, experimental, inventive, designed tasks. The role of these tasks for activating students' innovative activity is considered and relevant examples are given. As a source base of tasks for the organization of innovative activity of students it is offered to use: collections of open (creative) tasks; a system of tasks formulated on the basis of traditional educational physical tasks; a system of tasks identified in the process of innovative activities of students. The given methodical features of creation of tasks for the organization of innovative activity of pupils should be acquainted to future teachers of physics during their professional training at university. Priority areas for further work are related to the creation of a series of creative tasks structured by sections of the school physics course.

Key words: future teacher of physics, innovative activity of students, ability to develop creative tasks for the organization of innovative activity of students, theoretical, experimental, inventive, design tasks.

Постановка проблеми. Спілкування з учителями фізики під час науково-методичних конференцій, семінарів, тренінгів виявило, що зазвичай причиною того, що вони не організують творчу (зокрема інноваційну) діяльність учнів у процесі їх навчання, попри наявність бажання це робити, полягає у відсутності досвіду організації такої діяльності: учителі визнають, що не знають, із чого почати, як сформулювати творче завдання для активізації пошукової діяльності учнів, як вибрати актуальну проблему для дослідження. Непоодинокими були випадки, коли навіть досвідчені вчителі звертались до автора з проханням запропонувати їм теми для науково-дослідницьких робіт учнів, які бажають узяти участь у фізико-технічних конкурсах (зокрема Малої академії наук України). Отже, вміння підбирати або розробляти авторські творчі завдання для організації пошукової (зокрема інноваційної) діяльності учнів у процесі їх навчання є важливим складником професійної компетентності майбутнього вчителя фізики.

Аналіз досліджень. Дієвим методом активізації інноваційної діяльності учнів у навчанні фізики є навчально-пізнавальні задачі. Задачний метод може виконувати різні навчальні функції: створення в учнів інтересу до певної фізико-технічної проблеми й пошуку її розв'язків; здійснення

теоретичної та експериментальної підготовки учнів до окремих етапів інноваційної діяльності; організація цієї діяльності на заняттях з фізики й у позаурочній роботі (Андрєєв, 2018: 249). Для активізації учнівської інноваційної діяльності майбутній учитель фізики має вміти використовувати та розробляти відкриті завдання – завдання, що не мають наперед відомого розв'язку, а самих розв'язків може бути декілька. Ми поділяємо думку А. В. Хуторського, що відкриті завдання дають змогу учневі не просто вивчати матеріал, а конструювати власні знання про реальні об'єкти пізнання (Хуторської, 2005: 132). Зауважимо, що поряд із терміном «відкрите завдання» в науково-методичній літературі зустрічаються й інші: «творче завдання», «практико-орієнтована задача» (Бургун, 2014: 165) тощо. Ґрунтуючись на запропонованих А. В. Хуторським етапах розроблення відкритих евристичних завдань (Хуторської, 2005), автори запропонували методичні особливості створення завдань для організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі з фізики:

1. В основі відкритого завдання для організації інноваційного пошуку учнів має бути певний освітній об'єкт (наприклад, вимірювальні прилади, демонстраційні пристрої, способи вимірювання фізичних величин).

2. Визначення форми організації навчання, у процесі якої розв'язання конкретного завдання має досягти найбільшого педагогічного ефекту. Конкретними формами діяльності учнів можуть бути практикум з розв'язування задач, лабораторне заняття, урок-вікторина, факультативне або гурткове заняття тощо.

3. Конкретизація освітнього продукту, що має бути створений у завданні (теоретична залежність, схема досліду або демонстрації, експериментальна установка для проведення досліду, вимірювальний прилад тощо).

4. Указівки на методи дослідження (в явній або опосередкованій формі). Часто у відкритих завданнях подаються можливі способи досягнення результату.

5. Запис відкритого завдання в загальному (структурованому) вигляді. Потрібно виділити об'єкт завдання, указати види учнівської діяльності (теоретичні розрахунки, вимірювання, демонстрація, конструювання, удосконалення тощо) і вказати тип передбачуваного освітнього продукту.

6. Формулювання умови завдання, що має бути зрозумілим і цікавим для учня.

7. Визначення назви завдання.

З наведеними методичними особливостями створення завдань для організації інноваційної діяльності учнів варто знайомити майбутніх учителів фізики під час їх професійної підготовки в університеті.

Метою статті є виділення важливих видів творчих завдань і їх джерельної бази для організації пошукової (зокрема інноваційної) діяльності учнів у процесі навчання фізики.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо види творчих завдань для організації інноваційної діяльності учнів у навчанні фізики, а також виділимо їх джерельну базу.

За змістом творчі завдання для організації інноваційної діяльності можна умовно зарахувати до теоретичних, експериментальних, винахідницьких, конструкторських задач. Розглянемо роль цих задач для активізації інноваційної діяльності учнів і наведемо відповідні приклади.

1. Теоретичні задачі. Зазвичай за допомогою таких задач можна спрямувати творчу діяльність учнів на визначення певних фізичних величин, пошуку теоретичних залежностей між величинами, отримання оптимальних параметрів системи тощо.

Задача «Ємнісний датчик рівня рідини». Як відомо, ємність плоского конденсатора залежить від відстані між обкладками, від їх площі,

від діелектричної проникності діелектрика, який заповнює простір між пластинами. Ці залежності використовуються в ємнісних датчиках рівня рідини (рис. 1). Коли рідина є електропровідною, обкладки конденсатора мають бути ізольовані від рідини шаром діелектрика.

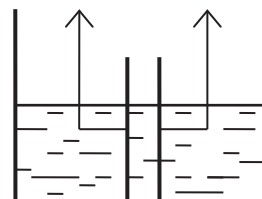


Рис. 1. Ємнісний датчик рівня рідини

Завдання: а) поясніть схему та фізичний принцип дії наведеного датчика;

б) отримайте формулу залежності електричної ємності C датчика від висоти h рівня рідини $C = C(h)$ у випадках, коли рідина є діелектриком; провідником. Усі необхідні для виведення формули $C = C(h)$ параметри (розміри конденсатора, діелектричні проникності матеріалів) уважати відомими.

Примітки. Коли рідина є провідником, потрібно врахувати подвійний шар діелектрика, що ізолює обкладки від рідини.

2. Експериментальні задачі. Такі задачі передбачають проведення експериментальних досліджень за допомогою зазначеного в умові обладнання: вимірювання певних фізичних величин, отримання експериментальних залежностей, дослідження характеристик діючих моделей, експериментальних зразків. Розглянемо приклад задачі, що складена за матеріалами відповідної авторської задачі обласного етапу учнівської олімпіади з фізики (Запорізька область, 2013/2014 н. р.).

Задача «Пристрій для вимірювання маси тіла». Запропонуйте спосіб вимірювання маси тіла та розробіть конструкцію відповідного приладу. **Обладнання:** досліджуване тіло, маса якого перевищує межу вимірювання динамометра; динамометр на 4 Н; аркуш паперу; смужка міліметрового паперу; штатив з кільцем; нитка.

3. Винахідницькі задачі. Такі задачі передбачають удосконалення наявних або розроблення нових пристроїв (наприклад, вимірювальних приладів, експериментальних і демонстраційних пристроїв) і способів (способів вимірювання фізичних величин, способів демонстрації явищ та ефектів тощо). Розв'язування цих задач може перетворитися в довгострокові науково-дослід-

ницькі роботи, результатами яких можуть стати й справжні винаходи.

Задача «Фільтр». Розробіть пристрій для очистки води від дрібних частинок (наприклад, від частинок акварельної фарби) за допомогою фільтрувального паперу.

Задача «Конденсатор». Як із шести конденсаторів 1 мкФ, 2 мкФ, 4 мкФ, 8 мкФ, 16 мкФ і 32 мкФ зробити батарею конденсаторів, за допомогою якої можна було б отримувати будь-яке ціле значення ємності від 1 мкФ до 63 мкФ? Як розширити діапазон можливих значень ємності в такому пристрої?

4. Конструкторські задачі. У таких задачах пропонується виготовити певний пристрій (за наведеною схемою, кресленням, описом). Часто необхідно також самостійно підібравши оптимальні матеріали, деталі, вузли пристрою. Педагогічна цінність таких задач насамперед полягає в розвитку моторних умінь і навичок учнів. Крім того, у багатьох учнів викликає невідомий інтерес саме створення конкретних технічних пристроїв (вимірювальних приладів, діючих моделей і макетів пристроїв тощо).

Задача «Пристрій для вимірювання часу реакції людини».

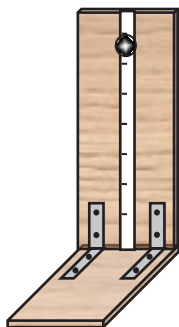


Рис. 2. Прилад для оцінювання часу реакції людини

На рис. 2 наведено модель відомого приладу, за допомогою якого можна оцінити час реакції для руки або ноги людини (реакція людини на об'єкт, що рухається, – це її здатність якнайшвидше реагувати на нестандартні переміщення об'єкта в умовах дефіциту часу). Оцінка базується на визначенні часу падіння кульки з такої висоти, при якій людина ще встигає відсмикнути з-під кульки руку (ногу).

Завдання: а) поясніть принцип дії та виготовіть цей прилад;

б) визначте час реакції для обох рук студентів вашої групи (результати зручно подати у вигляді гістограми);

в) виявіть основні недоліки описаного приладу та спробуйте їх усунути.

Примітка. Зручні габаритні розміри приладу: висота (довжина лінійки) – 45 см, ширина – 10 см, довжина нижньої частини (місця для руки) – 15 см.

Джерельною базою завдань для організації інноваційної діяльності учнів є збірники відкритих (творчих) задач; система завдань, що сформульовані на основі традиційних навчальних фізичних задач; система завдань, що виокремлені в процесі інноваційної діяльності учнів.

1. Завдання зі збірників відкритих (творчих) задач. Існують збірники таких задач, хоча їх кількість незначна порівняно зі збірниками традиційних задач. Як приклад наведемо дві задачі з відомого збірника творчих задач (Разумовський, 1966).

Задача «Терморегулятор». Сконструювати повітряний або біметалевий терморегулятор для електричного нагрівника для шкільного інкубатора або термостата.

Задача «Анемометр». Skorиставшись залежністю опору металевого провідника від температури, створити прилад для визначення швидкості вітру – анемометр. Накреслити схему електричного кола та пояснити принцип дії приладу.

2. Завдання, що сформульовані на основі традиційних навчальних фізичних задач. На відміну від збірників відкритих задач, сьогодні існує велика кількість посібників, що містять традиційні задачі. Це задачі зазвичай використовуються для перевірки навчальних досягнень учнів на уроках фізики, для підготовки та проведення олімпіад, ЗНО тощо. Досвід показує, що з метою залучення учнів до інноваційного пошуку умови деяких задач можна переформулювати або доповнювати завданнями, що спрямовують учнів до вдосконалення чи створення нового пристрою або способу виконання певної дії. Розглянемо приклад такої задачі, що сформульована за матеріалами відповідної олімпіадної задачі.

Вихідна задача (задача зі збірника (Козел, Слободянин, 2005: 393)). Знайдіть магнітну індукцію поля магніту на його осі на відстані $l = 30$ см від його центральної (середньої) лінії, якщо відомо, що в місті, де проходила олімпіада, магнітна індукція поля Землі $B = 4,1 \cdot 10^{-5}$ Тл, а вектор \vec{B} напрямлений під кутом $\varphi \approx 65^\circ$ до горизонту. Обладнання: магніт – тонкий циліндр довжиною 40 мм; лінійка довжиною 40–50 см; компас.

Нова задача «Вимірювання індукції магнітного поля». Актуальною проблемою є створення пристрою для вимірювання індукції магнітного поля вздовж головних осей симетрії постійних

магнітів, який можливо використовувати в шкільному обладнанні, що був би позбавлений недоліків уже наявних пристроїв аналогічного призначення. Запропонуйте конструкцію та виготовіть діючу модель такого пристрою.

Розв'язання. Виготовлений пристрій складається із циліндричної ємності, проградуйованої шкали в теслах і градусах, намагніченої стрілки, опори для стрілки, підставки для магніту, постійного магніту, лінійки.

Реалізація авторського способу вимірювання магнітного поля вздовж головних осей симетрії постійних магнітів передбачає наявність таких елементів: магніт, підставка для магніту, намагнічена стрілка, опора для намагніченої стрілки, шкала проградуйована у значеннях індукції магнітного поля, лінійка (рис. 3). На етапі налагодження пристрою може також знадобитися компас.

Перед початком вимірювань варто встановити намагнічену стрілку на опору. Стрілка має розташуватися в площині магнітного меридіану. Потім

необхідно повільно наближати до стрілки постійний магніт, розташований на підставці. Важливо, щоб магніт рухався в напрямку, що перпендикулярний до поздовжньої осі стрілки, так, щоб головна вісь магніту весь час проходила через вісь обертання стрілки (поблизу кінця голки). Відстань між полюсом магніту та віссю обертання стрілки контролюється лінійкою.

Розташувавши магніт на заданій відстані від осі обертання стрілки, спостерігаємо відхилення останньої від початкового положення. Стрілка встановлюється в площині вектору індукції результуючого магнітного поля Землі та магніту. Вимірюємо кут α відхилення стрілки – кут між початковим і новим напрямками поздовжньої осі стрілки (див. рис. 3, а). Індукцію магнітного поля магніту на заданій відстані від його полюса можна знайти за формулою:

$$B_M = B_3 \operatorname{tg} \alpha .$$

Як удосконалення цього способу вимірювання магнітної індукції з метою доведення його до рівня

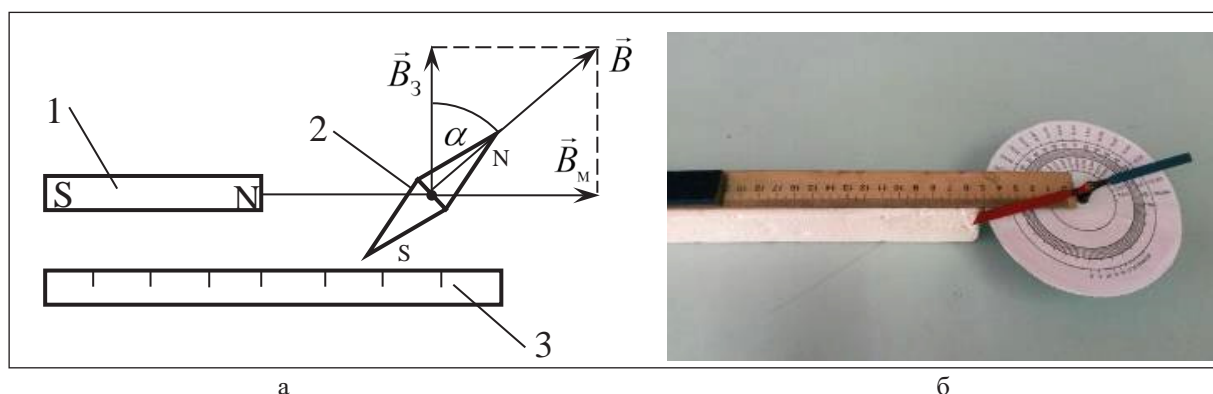


Рис. 3. Схема (а) та діюча модель (б) пристрою для вимірювання індукції магнітного поля постійного магніту: 1 – магніт; 2 – намагнічена стрілка; 3 – лінійка

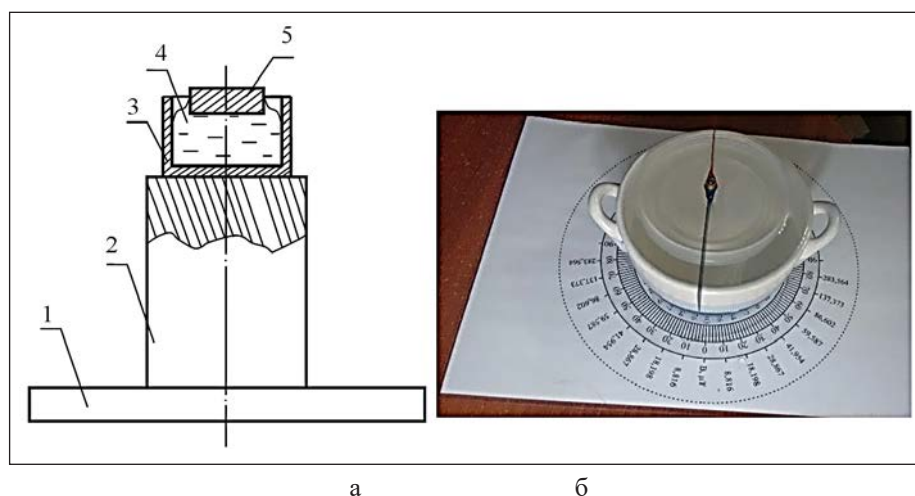


Рис. 4. Схема рідинної опори (а) та діюча модель (б) удосконаленої конструкції пристрою для вимірювання індукції магнітного поля постійного магніту: 1 – підставка; 2 – стійка; 3 – ємність; 4 – рідина; 5 – плавучий елемент

приладу розроблено шкалу (лімб), на якій нанесені значення кутів, їх тангенсів, а також значення індукції магнітного поля. Показником значень вимірюваної величини є сама намагнічена стрілка.

3. Завдання, що виокремлені в процесі інноваційної діяльності учнів. Окремі етапи теоретичного й експериментального дослідження певного технічного рішення можна структурувати за відносно незалежними фізичними задачами. За змістом вони можуть бути теоретичними, експериментальними, винахідницькими, конструкторськими тощо. За умови їх відбору та методичного доопрацювання такі задачі можна використовувати в подальшому як самостійні навчальні засоби для активізації інноваційної діяльності учнів. Як приклад наведемо задачу, що виникла в процесі розроблення пристрою для вимірювання індукції магнітного поля постійних магнітів.

Задача «Рідинна опора». Як опору для магнітної стрілки описаного вище пристрою для вимірювання індукції магнітного поля постійних магнітів можна використовувати стандартну голку на підставці. Проте її головний недолік – наявність сухого тертя між стрілкою й голкою, що зменшує чутливість приладу. Як можна позбавитися або мінімізувати цей недолік?

Розв'язання. Щоб уникнути зазначеного недоліку в разі вимірювання слабких магнітних полів, можна використати рідинну самоцентруючу опору (Рідинна самоцентруюча опора: пат., 2013), що складається з підставки, стійки (за необхідності), ємності, рідини (зазвичай це вода), плавучого елемента (рис. 4, а). Ємність і плавучий елемент повинні мати круглий переріз. Перед початком роботи стійка встановлюється на підставці. На стійці розміщується ємність. Її потрібно заповнити рідиною, яка не змочує стінок самої ємності. На відкриту поверхню рідини встановлюють плавучий елемент. На відміну від стінок ємності, він має змочуватися рідиною. Як рідину зазвичай використовують воду. На плавучому елементі можна розміщувати намагнічену стрілку, а на бічній поверхні ємності – шкалу (лімб).

Принцип дії рідинної опори пов'язаний із явищем поверхневого натягу рідини. Зокрема, здатність до самоцентрування плавучого елемента зумовлена формами менісків, які пов'язані зі змочуванням рідиною плавучого елемента й незмочуванням нею стінок ємності. Діаметр плавучого елемента повинен мати такий же порядок, що й внутрішній діаметр ємності.

Приклад реалізації приладу з рідинною опорою показано на рис. 4, б. З метою досягнення ефекту самоцентрування воду в склянку налито через край. Завдяки цьому система системи «плавучий елемент – стрілка» розташовується в центрі відкритої поверхні рідини. Якщо вивести таку систему зі стану рівноваги (наприклад, наблизити її до стінок ємності) й облишити, то вона самостійно повернеться в початкове положення (у центр ємності). Такий же результат можна отримати, якщо внутрішню поверхню склянки натерти речовиною, яку вода не змочує (наприклад, парафіном). У такому разі не потрібно наповнювати склянку водою повністю.

Порядок проведення вимірювань за допомогою приладу з рідинною опорою аналогічний тому, що був розглянутий вище.

Висновки. Уміння підбирати або розробляти авторські творчі завдання для організації пошукової (зокрема інноваційної) діяльності учнів у процесі їх навчання є важливим складником професійної компетентності майбутнього вчителя фізики. За змістом такі завдання можуть бути теоретичними, експериментальними, винахідницькими, конструкторськими задачами. Джерельною базою завдань для організації інноваційної діяльності учнів є збірники відкритих (творчих) задач; система завдань, що сформульовані на основі традиційних навчальних фізичних задач; система завдань, що виокремлені в процесі інноваційної діяльності учнів.

Пріоритетні напрями подальшої роботи пов'язані зі створенням циклу творчих завдань, структурованих за розділами шкільного курсу фізики.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреев А. М. Підготовка майбутнього вчителя фізики до організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі : монографія. Запоріжжя : Статус, 2018. 380 с.
2. Хуторской А. В. Методика личностно ориентированного обучения. Как обучать всех по-разному? : пособие для учителя. Москва : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2005. 383 с.
3. Бургун І. В. Розвиток навчально-пізнавальних компетенцій учнів основної школи в навчанні фізики : монографія. Херсон : Грінь Д. С., 2014. 528 с.
4. Разумовский В. Г. Творческие задачи по физике в средней школе. Москва : Просвещение, 1966. 154 с.
5. Всероссийские олимпиады по физике / под ред. С. М. Козела, В. П. Слободянина. Москва : Вербум-М, 2005. 534 с.
6. Рідинна самоцентруюча опора: пат. 82979 Україна: МПК (2013.01) G12B 9/00. № u2013 01592; заявл. 11.02.2013; опубл. 27.08.2013. Бюл. № 16.

REFERENCES

1. Andrijejev A. M. Pidghotovka majbutnjogho vchytelja fizyky do orghanizaciji innovacijnoji dijajlnosti uchniv u navchaljnomu procesi : monohrafija [Preparation of the future teacher of physics for the organization of innovative activity of pupils in educational process]. Zaporizhzhja : Status, 2018. 380 p. [in Ukrainian].
2. Hutorskoj A. V. Metodika lichnostno orientirovannogo obuchenija. Kak obuchat' vseh po-raznomu? : posobie dlja uchitelja [Methodology of personality-oriented learning. How to train everyone differently?]. Moskva : VLADOS-PRESS, 2005. 383 p. [in Russian].
3. Burhun I. V. Rozvytok navchaljno-piznavaljnykh kompetencij uchniv osnovnoji shkoly v navchanni fizyky : monohrafija [Development of educational and cognitive competencies of primary school students in teaching physics]. Kherson : Ghrinj D. S., 2014. 528 p. [in Ukrainian].
4. Razumovskij V. G. Tvorcheskie zadachi po fizike v srednej shkole [Creative tasks in physics in high school]. Moskva : Prosveshhenie, 1966. 154 p. [in Russian].
5. Vserossijskie olimpiady po fizike [All-Russian Olympiads in Physics] / red. S. M. Kozel, V. P. Slobodjanina. Moskva : Verbum-M, 2005. 534 p. [in Russian].
6. Ridynna samocentrujucha opora: pat. [Liquid self-centering support: patent] 82979 Ukraїna: MPK (2013.01) G12B 9/00. № u2013 01592; zajavl. 11.02.2013; opubl. 27.08.2013, Bjul. № 16 [in Ukrainian].