

ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ «ПРИРОДОЗНАВСТВО» ПРИ ВИВЧЕННІ ФІЗИКИ В ШКОЛІ

Олена ТРИФОНОВА

Стаття присвячена проблемі формування методичних підходів до вивчення окремих тем курсу фізики у загальноосвітніх навчальних закладах за умов забезпечення формування екологічного компоненту освіти. Окрема увага приділена перевагам та недолікам для навколишнього середовища в експлуатації приливних електростанцій.

The article is sanctified to the problem of forming of the methodical going near the study of separate themes of course of physics in general educational establishments at the terms of providing of forming ecological to the component of education. Separate attention is spared to advantages and defects for an environment in exploitation of flood-tide power-stations.

Постановка проблеми. Загальна середня освіта в Україні на початку ХХІ століття перебуває на шляху модернізації як організаційних форм, так і реформування та вдосконалення змісту навчання. Науково-технічний прогрес, інтенсивний розвиток сучасних інформаційних технологій та процесів, інтеграція в європейський освітній простір ставить перед системою освіти України все нові і нові завдання, характер і кінцевий результат яких визначають вимоги до підготовки випускників загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ). При цьому метою освіти є «всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, розвиток її талантів, розумових і фізичних здібностей, ... підвищення освітнього рівня народу, забезпечення народного господарства кваліфікованими фахівцями» [5, с. 1].

За цих умов особлива роль у формуванні підростаючого покоління, на нашу думку, належить освітній галузі «Природознавство» та її складовій компоненті – фізиці. Оскільки фізика була і залишається найбільш розвиненою і систематизованою природничою наукою, сучасна картина світу значною мірою базується саме на її досягненнях, а розвиток фізичної наукової галузі безпосередньо пов'язаний з побудовою фізичних картин світу, що змінюють одна одну.

Сучасні філософсько-методологічні дослідження [9] наукової картини світу, як форми узагальнення здобутих наукових знань, дають змогу бачити її історичну мінливість через розкриття переходів від однієї наукової картини світу до іншої внаслідок зміни пояснення природничих явищ, а також внаслідок зростання значущості окремих галузей природознавства (наприклад, біології, хімії, екології).

Окреслений підхід передбачений і Законом України «Про освіту», так як зазначений нормативний документ [5] визначає одним із завдань загальної середньої освіти екологічне виховання молоді.

Аналіз актуальних досліджень. На думку деяких вчених початок ХХІ ст. характеризується тим, що відбувається чергова революція у фізиці, яка веде до побудови нової еволюційно-синергетичної картини світу [6]. Нами досліджена [9] фізична складова окресленої наукової картини світу (НКС) та компоненти, що визначають її формування. Але при цьому залишився поза увагою екологічний компонент НКС, який є визначальним для

розвитку суспільства на початку XXI ст.

Виходячи із зазначеного, ми вважаємо, що саме при вивченні фізики в ЗНЗ слід значну увагу приділити формуванню екологічного компоненту.

Тому **мета статті** полягає у формуванні методичних підходів до вивчення окремих тем курсу фізики у ЗНЗ, забезпечуючи формування екологічного компоненту освітньої галузі «Природознавство».

Виклад основного матеріалу. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти [3], який визначає вимоги до освіченості учнів основної і старшої школи, окреслює ряд загальних змістових ліній освітньої галузі «Природознавство», серед яких провідне місце належить питанням екології, див. табл. 1, де відповідні питання виділені курсивом.

Таблиця 1

Відображення питань екології у загальних змістових лініях освітньої галузі «Природознавство»

Загальні змістові лінії освітньої галузі «Природознавство»					
закони і закономірності природи	методи наукового пізнання, специфічні для кожної з природничих наук	рівні та форми організації живої і неживої природи, які структурно представлені в таких компонентах галузі, як природничий, астрономічний, біологічний, географічний, фізичний, хімічний, <i>екологічний</i>	<i>екологічні основи ставлення до природокорис-тування</i>	<i>екологічна етика</i>	значення природничо-наукових знань у житті людини та їх роль у суспільному розвитку

При цьому окремо екологічні проблеми передбачено [3] розглядати при вивченні хімічного та біологічного компонентів, у той час як у фізичному компоненті приділення належної уваги питанням екології не передбачено.

Ми пропонуємо доповнити зміст фізичного компоненту питаннями екологічного спрямування. Зокрема, при вивченні питань «Виробництво, передача та використання енергії електричного струму» (11 клас) або під час узагальнюючих занять «Фізика і науково-технічний прогрес. Екологічні проблеми енергетики. Сучасні досягнення теплоенергетики» (10 клас) і «Фізична картина світу як складова природничо-наукової картини світу. Про роль науки в житті людини та суспільному розвитку» (11 клас) ми пропонуємо здійснити при ознайомленні учнів з рядом питань, які висвітлюють екологічні проблеми використання як традиційних (теплові, атомні, гідроелектростанції), так і нетрадиційних джерел енергії (енергія приливів та відливів, енергія вітру, енергія Сонця тощо).

Перед тим як перейти до розкриття екологічних проблем приливних електростанцій (ПЕС) ми пропонуємо ознайомити школярів з принципом їх роботи. Приливо-відливні хвилі мають свою специфіку в порівнянні з традиційно відомими, які описуються простим рівнянням $x = X_0 \sin(\omega t - \varphi)$, де x – зміщення, X_0 – амплітуда, ω – циклічна частота, φ – початкова фаза. У припливно-відпливних хвилях амплітуда і форма (закон періодичної зміни) у різних місцях узбережжя Світового океану значно різняться між собою і мають складний характер. Це пов'язано з формою дна побережжя, глибиною,

конфігурацією берегової лінії, напрямком руху течії, її швидкості тощо. Тому максимальні величини припливів та відливів у різних місцях Світового океану різні [4, с. 45-46].

Учням варто наголосити, що розвиток електротехніки у другій половині XIX - початку XX ст. привів французьких винахідників до думки про доцільність будівництва приливних електростанцій. Такі проекти передбачали схеми:

- з одним басейном та турбінами можуть працювати як в односторонньому, так й у двосторонньому режимах з оптимальним ступенем регулювання. Схема передбачає будівництво ПЕС на греблі, яка відсікає затоку від моря;

- з двома або декількома сполученими між собою басейнами. Вони можуть розташовуватися на одній річці чи затоці розділеній греблями, на яких вмонтовані гідроагрегати і працюють завдяки перепаду висот води між греблями. Проект створив Декар у 1890 р. для приливної електростанції Він-флер у гирлі Сени. Схема передбачала підкачку води у басейни. Ця ідея використана при будівництві ПЕС на Северні у Франції [2];

- з використанням води сусідніх незв'язаних між собою бухт;

- з використанням води незалежних віддалених одна від інших заток (бухт), які зв'язані об'єднаним басейном.

У процесі ознайомлення учнів з принципом роботи однобасейнової ПЕС пропонуємо також навести деякі історичні довідки. У 1921 р. інженер Жерар Буасноє для будівництва ПЕС обрав гирло р. Ранс, що впадає у Ла-Манш. Перша ж спроба побудувати таку станцію була зроблена у 1925 році поблизу с. Абер-брехнь, але не досягла успіху через брак коштів [12, с. 100].

Практичні роботи з будівництва першої в світі приливної електростанції «Ля Ранс» розпочались у 1961 р. Через 5 років, 26 листопада 1966 року президент Франції генерал Шарль де Голль відкрив її [12].

Нового типу станція побудована у широкій воронкоподібній поймі р. Ранс (Північна Бретань). Довжина її греблі сягає 800 м. Гребля також слугує мостом, яким проходить високошвидкісна траса. Вона з'єднує міста Св. Мало і Динард. Потужність станції рівна 240 МВт [12, с. 102].

На ній встановлена горизонтальна турбіна, яка працює в обидві сторони. Конструкційна ідея турбіни взята у радянських інженерів. У частині проектування та будівництва приливних станцій співпраця радянських та французьких вчених була завжди

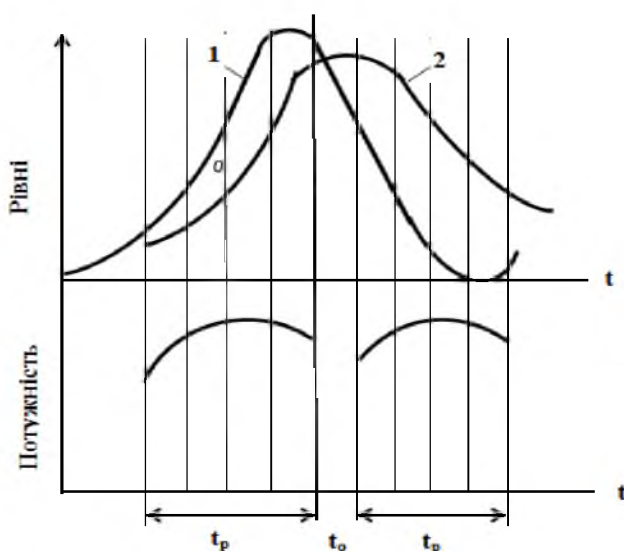


Рис. 1. Графік роботи ПЕС двосторонньої дії:

1 – рівні моря; 2 – рівні басейну; t_p – періоди видавання потужності; t_o – період відкриття засувки для вирівнювання рівнів у басейні та морі

плідною. На рис. 1 показано графік роботи ПЕС двосторонньої дії [4, с. 101].

Аналогічні розробки велись й у СРСР під керівництвом інженерів інституту Гідропроект Л.Б. Бернштейна та І.М. Усачова [1; 10]. Остаточне місце під електростанцію обрали поблизу села Ура-Губа за 90 км від Мурманська в Кислій Губі. Станцію прийняли до експлуатації у 1968 р. На ній була встановлена турбіна діаметром 3,3 м, потужністю 400 кВт виробництва французької фірми «Нейрпик».

Учням варто зазначити, що робота ПЕС двосторонньої дії передбачає три періоди [4, с. 47]. На рис. 1 схематично подано графік функціонування такої станції, де зображені рівні моря та басейну, періоди видавання потужності, період відкриття засувки для вирівнювання рівнів у басейні та морі.

Запуском французької і радянської ПЕС було покладено початок світовій приливній енергетиці. Наступна промислова ПЕС відкрилась тільки у вересні 1984 р. Після цього на всіх континентах розпочалось прискорене будівництво ПЕС. На західному побережжі Канади у Британській Колумбії висота приливів сягає від 5 м у Портленді до 3,5 м поблизу Ванкувера. У заливі Унгава та Фробишер середня висота приливів складає 5,8-8,8 м, а у заливі Фанді вона становить від 0,6-1,5 м на вході і наростає до 16,2 м у заливі. У 1985 р. стала до ладу станція у 20 МВт, побудована в гирлі річки Аннаполіс, на острові Хогс на місці уже раніше побудованої дамби, що захищала родючі землі від затоплення, де амплітуда приливів коливається від 4,4 до 8,7 м [4, с. 102].

Наголошуємо увагу, що вересень 2003 року поклав початок новій технології – використання енергії морських течій. Такий підхід значно здешевив будівництво ПЕС. У Норвегії була введена в експлуатацію ПЕС Хаммерфест у 300 кВт. Установка складається з горизонтального гвинта, на якому змонтовано 10-метрові лопатки. Вони змінюють кут нахилу автоматично в залежності від приливу чи відливу та положення генератора. Все це змонтовано на 20-метровій вертикальній спеціальній колоні, вагою близько 200 тонн.

У червні 2003 р компанія Marine Current Turbines (МСТ) ввела в дію дослідну турбіну потужністю 300 кВт на Девонському узбережжі (Великобританія), яка принципово відрізняється від одно та багато басейнових ПЕС. У ній відсутня гребля, тобто немає і відгородження нею приливної басейну. По суті це звичайний «вітряк», тільки опущений під воду. Ідею такої станції запропонував радянський інженер Б.С. Блинов.

Такого ж типу приливна електростанція SeaGen була пущена до ладу в 2008 р. (Великобританія) у заливі Лох-Стрефорд [4, с. 100-102]. Подальші розробки, поки що базуються на горизонтально розміщених водяних турбінах барабанного типу, які працюють як у приливному, так й у відпливному режимах.

Таким чином, нині у світі експлуатуються з 1967 р. ПЕС «Ля Ранс» (Франція) потужністю 240 МВт, з 1968 р. Кислогубська ПЕС (Росія) потужністю 0,4 МВт, які є експериментальними майданчиками [2]. Без експертизи фахівців цих ПЕС не будується жодна електростанція у світі.

У 1984 р. стала до ладу ПЕС Аннаполіс (Канада) потужністю 20 МВт, 5 невеликих ПЕС у Китаї загальною потужністю 4,3 МВт, в тому числі збудована в 1985 р. ПЕС «Цзянсянь» потужністю 3 МВт. Завершено будівництво ПЕС на озері Сихва в Південній Кореї потужністю 254 МВт. Науково-технічний прогрес сприяє проектуванню більш потужних ПЕС в Індії – 7,4 млн. кВт, в Росії – Мезенська (11 млн. кВт) і Тугурська (8 млн.

кВт) ПЕС, завершення будівництва яких передбачається до 2020 р. У перспективі розглядається можливість створення гігантської Пенжинської ПЕС потужністю до 87 млн. кВт [11].

Загально визнано, що суттєвого впливу на оточуюче середовище не буде, коли відновлювальну енергетику будуть використовувати на 1-2 % від її загального об'єму [8, с. 50]. Але як цей процес регулювати? Японія у найближчий період планує довести до 10 % енергії від відновлюваних джерел в порівнянні з їх загальною кількістю, Китай – до 16 %, Росія – до 4,5 %, ЄС – до 22 %. Аналогічні тенденції у США, Великобританії, Канаді, Індії, Австралії і т.д. Згідно з даними агентства Bloomberg New Energy Finance до 2020 р. на Землі планується існування 22 ПЕС та 17 станцій, які будуть використовувати енергію хвиль.

У зв'язку з такою тенденцією після ознайомлення суб'єктів навчання з станом розвитку світі ПЕС ми пропонуємо перейти до розкриття екологічних проблем такого типу станцій. Варто поставити перед учнями питання: а які наслідки для природи має використання зазначених електростанцій? У найбільш розвинених країнах останніми десятиліттями поширена думка про екологічну чистоту приливних електростанцій. Зокрема, міністр охорони навколишнього середовища Північної Ірландії Алекс Етвуд висловився позитивно щодо діяльності кампанії Marine Current Turbines в частині будівництва приливних електростанцій. Він впевнений, що результати їх роботи показали економічні та екологічні переваги ПЕС над іншими джерелами електроенергії [13].

Ми поділяємо дещо іншу точку зору. Неконтрольоване навантаження на урівноважений процес природних приливів та відливів через будівництво великої кількості ПЕС значно вплине на період обертання Землі та період обертання Місяця по орбіті та навколишнє середовище. Тому є проблема, яка повинна бути ретельно досліджена і перевірена тривалим часом [11]. Адже до 60-х років ХХ ст. вважали, що Природа успішно витримає індустріальний натиск, проте практика показала, що це не так. Тому науковці до екологічних проблем впливу будівництва ПЕС відносять суму мікрофакторів: накопичення через опади, міграція наносів, біологічна продуктивність, біоценоз, рибне господарство, біологічне життя на прилеглих до басейну маршів, польдерів і ваттів, зміни температури, засоленості, вологості, клімату тощо. Кожен тип ПЕС має свої особливості.

Англійські екологи більше 10 років досліджують вплив одnobасейнових ПЕС односторонньої дії на навколишнє середовище на прикладі ПЕС в гирлі річки Северн (Велика Британія) [8]. Дослідженню підлягають: фізико-механічні, екваторіальні та інші впливи. Зокрема, досліджені резонансні впливи станції на величину припливу з морської сторони греблі та вплив на діапазон коливань (зменшення) в басейні станції; підвищення середнього рівня моря внаслідок зростання висоти рівня спрацювання басейну. На природні умови також впливає зменшення діапазону коливань рівня води перед греблею з висоти 12 м до 3-6 м у басейні. Півдобовий цикл тут замінюється на добовий через односторонню роботу агрегатів, відповідно на 25 % зменшується турбулентність перемішування води, що веде до зниження вмісту кисню від повного насичення на її поверхні до 50 % у глибших прошарках. Крім цього, зниження швидкості течії води у затоці приводить до донних наносів і незцементованих відкладень від постійних течій водних потоків. Вони містять уламки різної форми і розмірів обкатаності, гальки, піску, гравію, глини, побутових та промислових відходів тощо [4, с. 224, 240].

Екваторіальний вплив вивчався екологами науково-дослідних лабораторій на динаміці розвитку морських та річкових водяних живих ресурсів: риб, безхребетних, водяних рослин, інших продуктів по обидва боки греблі на значних відстанях у всіх ПЕС [10; 11]. Є фактом, що молода риба, зокрема лососеві скочується через греблю в море, де її більше поїдають хижаки.

Регулювання висоти води у басейні нижче 12 м привів до зменшення площ – ват і маршів заболоченості навколишньої місцевості, а відповідно до зменшення ареалів болотної птиці, донного і повітряного живлення [2; 8].

Зменшення приливної потоку хоч і незначно за короткий час, але зменшує його солоність і каламутність, що збільшує відкладення наносів, де раніше їх не було. Збільшується розчинення у воді домішок через зменшення швидкості течії. Безумовно, гребля є надійним захистом від штормів, які завдають значних збитків, коли гребля відсутня [4].

Одночасно частина англійських дослідників з екології за сукупністю факторів зробили висновки, що суттєвого екологічного впливу спорудження греблі ПЕС не завдають, і що вони не завдали навколишньому середовищу якоїсь суттєвої фізичної чи біологічної деградації [11]. Тобто в одній і тій же державі немає єдиного підходу до вирішення екологічних проблем.

Залив Фанді на Новій Шотландії (Канада) славиться висотою приливів, які сягають до 18 м висоти. Ми пропонуємо познайомити суб'єктів навчання з дослідженнями канадських вчених Центру Дослідження Океану щодо впливу станції на три створи у затоках Minas Basin (Майнас-Бейсин) Cobequid Bay (Камберленд-Бейсин) та Chignecto Bay (Шигне-Бейсин) [2; 11]. Вони прийшли до висновків: зменшилась величина приливу на 9-13 %, в басейні ПЕС зменшилось коливання рівня з 8-7,8 м до 0,3-0,6 м, зменшилась швидкість течії на 20 %, ослаблили штормові впливи і відповідно руйнації берегів, підвищилась прозорість води, що привело до збільшення кількості планктону. Наслідком цього є зменшення турбулентності перемішування і збільшення стратифікації – пошарового розподілу морської та затокової водяної маси, що приводить до утворення градієнтів температури, густини, концентрації кисню, засоленості тощо на різних глибинах. Знизилась каламутність, здійснюється акумуляція опадів у басейні, зменшились осушливі площі, що привело до зменшення біопродуктивності у верхів'ях затоки, збільшилась кількість перелітних птахів, значно посилилось замутнення басейну опадами та неочищеними стічними водами, зокрема річки Монктона [2; 11].

Спорудження ПЕС приводить також до зміни умов льодоутворення, зменшується глибина світлового проникнення та поведінки ґрунтових вод, дренаж сільськогосподарських угідь. В цілому це впливає не лише на мікроклімат басейну електростанції, а й на зміну клімату прилеглих регіонів.

Вивчення популяції риб не привело до однозначних висновків. Частина дослідників вважають, що використання турбіни низької частоти обертання та прохідних шлюзів не привело до зменшення поверхневих та донних риб, навколишні річки не перестали бути нерестом для них. Другі мають протилежну точку зору, яка співпадає з дослідженнями французьких учених. Але всі дослідники однозначно приходять до висновку, що вивчення даного питання необхідно продовжувати з забезпеченням обміну інформацією [11; 13].

Окремою проблемою для всіх ПЕС є період будівництва, коли має місце оголення порід, що містять токсичні метали, які в майбутньому згубно впливатимуть на навколишнє середовище. Не менша екологічна загроза відбувається при зупинках таких ПЕС. У 1980-1981 роках була зупинена Кислогубська ПЕС, що привело до значної екологічної деградації: осушення, затоплення, засоленості тощо. Такий висновок було зроблено Мурманським морським біологічним інститутом Кольського відділення Академії наук СРСР у 1983 р., коли ПЕС зупинялася при закритих водоводах [1; 10].

Є проблеми і з періодичністю вироблення електроенергії [4].

В цілому дослідники вважають, що означені позитивні та негативні впливи ПЕС певною мірою компенсують один одного [11]. У мікрорайоні ПЕС створюються добрі рекреаційні умови для туризму та відпочинку. Наявність греблі поліпшує сполучення між населеними пунктами. Регулювання рівнів води у басейні покращує судноплавство.

У порівнянні з тепловими, гідроелектростанціями ПЕС є набагато екологічно чистішою, хоч переконані, що дослідження потрібно продовжувати.

Виникнення нових технологій і обладнання привели до створення нових гідроагрегатів з ортогональною турбіною. Її ККД наближається до 70 %.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, нині виділяються 5 основних поновлювальних джерел енергії, які на думку частини вчених не помітно впливають на оточуюче середовище у порівнянні з ТЕС, АЕС, ГЕС, промисловими підприємствами, транспортом. Потенціальна енергія приливів складає 0,03 ТВт; енергія температурного градієнта – 2 ТВт; градієнта солоності – 2,6 ТВт; хвиль коливання поверхні – 2,7 ТВт. Якщо врахувати, що нині загальна потужність всіх електростанцій Землі складає 1 ТВт, то не випадкова увага держав до таких видів енергії. Проте залишається небезпека, як вплине прискорене приборкання поновлювальної енергії на навколишнє середовище, щоб не повторити наслідків промислової революції. Розгляд цих питань на уроках з фізики в старшій школі сприятиме формуванню в учнів екологічної компоненти природничої освіти. Але це лише один з елементів формування цілісної екологічної компетентності підростаючого покоління. Окреслена проблема досить широка і потребує подальшого і значно глибшого вивчення.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Бернштейн Л.Б. Опытная приливная электростанция Аннаполис / Л.Б. Бернштейн // Энергетическое строительство за рубежом. – 1983. – № 6. – С. 16-23.
2. Вольфберг Д.Б. Энергетическая плотина Франции на современном этапе / Д.Б. Вольфберг // Энергохозяйство за рубежом. – 1980. – № 2. – С. 1-7.
3. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти (Постанова Кабінету Міністрів України № 1392 від 23 листопада 2011 року). – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-p>
4. Энергетика: история, настоящее и будущее / Бурычок Т.О., Буцько З.Ю., Варламов Г.Б. та ін. – К., 2011. – Кн. 5. Электроэнергетика та охорона навколишнього середовища. Функціонування енергетики в сучасному світі. – 392 с. – Режим доступу: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-5>
5. Закон України «Про освіту». – 1991 (зміни 2004 р.). – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1060-12>.
6. Опанасюк А.С. Конспект лекцій «Сучасна фізична картина світу» / А.С. Опанасюк, Н.М. Опанасюк. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2003. – Ч. 2. Мікросвіт. – 61 с.
7. Садовий М.І. Нетрадиційна енергетика та навколишнє середовище. / М.І. Садовий, О.М. Трифонова. – Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. – 52 с.
8. Сорохтин О.Г. Глобальная эволюция Земли / О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 446 с.

9. Трифонова О.М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів: дис. ... канд пед. наук: 13.00.02 / Трифонова Олена Михайлівна. – Кіровоград, 2009. – Т. 1. – 216 с.; Т. 2: Додатки. – 301 с.

10. Усачов И.Н. Экономическая оценка приливных электростанций с учетом экологического эффекта / И.Н. Усачов // Труды XXI конгресса СИГБ. – Монреаль, Канада, 16-20 июня 2003. – С. 22.

11. Шейндлин А.Е. Проблемы новой энергетики: [монография] / Шейндлин А.Е. – М.: Наука, 2006. – 406 с.

12. Яценко В.С. Все про воду для майбутніх поколінь. Економіка води: [навч. посібник для 8-9 кл. загальноосв. шк.] / В.С. Яценко, В.А. Кравченко. – К.: Ред. журналу «Водопостачання та водовідведення», 2011. – 128 с.

13. http://energysafe.ru/alternative_energy/alternative_energy/

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

Трифорова Олена Михайлівна – кандидат педагогічних наук, доцент кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка.

Коло наукових інтересів: методика навчання фізики в загальноосвітніх та вищих навчальних закладах.