

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ ПРОБЛЕМНИХ СИТУАЦІЙ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ З ФІЗИКИ

У статті розглядається проблема ознайомлення учнів з фізичними основами енергозбереження. Розглянуто систему навчальних блоків, що складають змістову основу запропонованого нами методу проблемних ситуацій з енергозбереження. Виділено методичні особливості їх розроблення та використання в навчальному процесі з фізики.

Ключові слова: фізичні основи енергозберігаючих технологій, метод проблемних ситуацій з енергозбереження, навчальні блоки з енергозбереження.

Проблема енергозбереження у наш час є як ніколи актуальною. Серед пріоритетних напрямків її розв'язання важливе місце належить освіті в сфері енергозбереження в середніх та вищих навчальних закладах. Значна доля цієї освіти припадає на ознайомлення молоді саме із фізичними основами енергозбереження. У зв'язку з цим фізика як навчальний предмет має відігравати вирішальну роль у здійсненні такої освіти.

Аналіз наукової та навчально-методичної літератури виявив, що на сьогодні існує порівняно незначна кількість методичних розробок, що спрямовані на ознайомлення учнів з фізичними основами енергозбереження. Переважно це – розробки для учителів: окремі уроки, приклади дослідницьких проєктів, матеріали учнівських конференцій тощо.

Так, у методичному посібнику для вчителів [1] наведено розробки окремих уроків з тем курсу фізики, що пов'язані з питаннями "Енергія. Енергетика. Енергозбереження"; висвітлено деякі сучасні погляди на виробництво та заощадження енергії, на особливості використання джерел енергії, а також подано аналіз їх впливу на навколишнє середовище. У навчально-методичному посібнику [2] містяться розробки уроків з теми "Теплові явища. Теплові двигуни" для 8 класу (при цьому особливу увагу приділено прийомам інтерактивної навчальної діяльності учнів на уроці). У [3] можна знайти підготовлені вчителями-практиками матеріали декількох учнівських конференцій, присвячених вивченню нових, екологічно чистих джерел енергії.

Проте ефективне формування в учнів компетентності в сфері енергозбереження можна досягти лише шляхом *систематичного* навчання.

У ході попередніх досліджень проблеми ознайомлення учнів з фізичними основами енергозбереження нами було запропоновано *метод проблемних ситуацій з енергозбереження*. Цей метод передбачає подання матеріалу у вигляді *навчальних блоків*. Кожен з них містить розгляд певного питання, пов'язаного з фізичними основами енергозбереження, і структурований за проблемною ситуацією, фізичними задачами, їх розв'язаннями та аналізом результатів. Між собою ці блоки є відносно незалежними.

Для того, щоб уможливити використання методу проблемних ситуацій протягом всього процесу вивчення фізики в школі потрібно створити *систему* навчальних блоків з енергозбереження. Вона має містити матеріал, що пов'язаний з галуззю енергозбереження, відібраний з різних тем шкільного курсу фізики.

У даній статті ми маємо *на меті* розглянути систему навчальних блоків з енергозбереження (яку подано за розділами шкільного курсу фізики), а також виділити методичні особливості їх використання в навчальному процесі з фізики.

Система навчальних блоків з енергозбереження. Розглянемо далі приклад системи навчальних блоків, що складають змістову основу запропонованого нами методу проблемних ситуацій з енергозбереження, подавши їх за відповідними розділами фізики (розв'язки задач, що сформульовані в цих блоках, у даній статті не наводимо).

МЕХАНІКА

1. Вітровий двигун. У науково-технічній літературі можна знайти багато різних конструкцій вітрових двигунів, які можна виготовити власноруч. Ці вітродвигуни можна встановити, наприклад, у

індивідуальному господарстві, на дачі. Отриману механічну енергію можна використовувати як безпосередньо (наприклад, для приведення в дію водяного насоса), так і перетворювати її в електричну (за допомогою електрогенератора). Найбільше поширення отримали крильчасті вітродвигуни, які мають горизонтальну вісь обертання, причому вал розташований вздовж вітрового потоку. Такі вітродвигуни, порівняно з іншими видами (зокрема, з вітродвигунами з вертикальною віссю обертання), мають більший коефіцієнт використання енергії повітряного потоку ξ , що показує, яка частина енергії вітру перетворюється в механічну енергію на валу вітродвигуна. Як правило, ξ визначається експериментальним шляхом (для сучасних крильчастих вітродвигунів ξ складає $0,3 \div 0,4$).

Як оцінити потужність саморобного вітродвигуна залежно від діаметра його вітроколеса та швидкості вітру?

Задача. Довжина лопаті вітродвигуна з горизонтальною віссю обертання $R = 0,6$ м. Оцінити потужність N , яку може розвивати цей вітродвигун при швидкості вітру $v = 8$ м/с. Вважати, що лише чверть енергії повітряного потоку перетворюється у кінетичну енергію на валу вітродвигуна.

2. Дощова електростанція. Спектр можливих безвідходних джерел енергії весь час розширюється. Наприклад, винахідниками вже запропоновані способи перетворення енергії акустичних коливань (що їх можна використовувати в місцях з підвищеним рівнем шуму), хвиль на поверхні водоймищ, навіть енергії хитання дерев від вітру. На учнівському конкурсі *Intel ISEF – 2011* (8 – 13 травня, м. Лос-Анджелес, США) було запропоновано кілька варіантів *дощових електростанцій*. Ідея одного з них полягає у наступному. Воду, яка потрапляє під час дощу на дах висотного будинку, накопичують у спеціальних ємностях, а потім спускають за допомогою спеціального трубопроводу. На виході з трубопроводу струмінь води обертає турбіну, з якою механічно з'єднаний електрогенератор. Вироблена ним електроенергія накопичується в акумуляторі.

Потрібно оцінити енергетичну ефективність описаного технічного рішення.

Задача. Відомо, що в сильний дощ на горизонтальну ділянку поверхні випадає $d = 50$ мм води. Знайти потенціальну енергію (відносно поверхні Землі), води, яку зібрано в дощ на даху будівлі заввишки $h = 30$ м, завдовжки $a = 30$ м, завширшки $b = 10$ м (типовий дев'ятиповерховий житловий будинок). Чи вистачить цієї енергії для заряджання акумулятора з номінальною ємністю (тобто зарядом, який можна отримати при розрядці акумулятора) $Q = 60$ А·год і напругою $U = 12$ В?

МОЛЕКУЛЯРНА ФІЗИКА ТА ТЕРМОДИНАМІКА

3. Утеплення стін. Стіни будівель часто споруджують із залізобетонних плит. Однак відомо, що залізобетон має порівняно невисокі теплоізоляційні властивості. Тому залізобетонні стіни часто вкривають *теплоізолювальним матеріалом*, наприклад, шаром пінопласту. Як з'ясувати, наскільки ефективним є таке "утеплення" стіни? Для відповіді на це запитання можна знайти зменшення теплових втрат за рахунок використання певного матеріалу як утеплювача (при цьому потрібно задати товщини шарів залізобетону та теплоізолювального матеріалу або їх відношення). Можна поступити і навпаки: визначити потрібну товщину теплоізолятора, яка забезпечує задане зменшення втрат тепла через стіну (зрозуміло, що в обох випадках потрібно знати коефіцієнти теплопровідності матеріалів, що розглядаються).

Задача. Знайти, яку частину товщини залізобетонної плити має складати товщина шару пінопласту, щоб теплові втрати такої двошарової стіни знизилися у n разів? Коефіцієнт теплопровідності залізобетону $\kappa_1 = 2,33$ Вт/(м·К), пінопласту $\kappa_2 = 0,035$ Вт/(м·К).

4. Використання добового коливання температури. При тепловому розширенні твердих та рідких тіл виникають досить значні сили. З їх використанням пов'язана ціла низка винаходів. Для зміни розмірів тіл можна використати і природне коливання температури навколишнього середовища протягом доби (або навіть протягом року).

Відомі пристрої, що виконують корисну роботу, використовуючи для цього природні зміни температури. Так, винайдено *льодяний прес* (авторське свідоцтво №190855 [4, с. 109]), робота якого базується на розширенні води при замерзанні і полягає у наступному. У щільно закриту з обох боків трубу під тиском подають воду. Потім у спеціальному холодильнику або на природному морозі вода замерзає. Зовні труба охоплена формою, що має рельєфну поверхню. Лід працює як прес: розширюючись, стінки труби заповнюють форму. Цим способом можна робити на трубах ребра жорсткості, штампувати монтажні виступи, фланці тощо. У [5] та [6, с. 64] описані конструкції теплових двигунів, робота яких базується на використанні природної різниці температур.

З'ясуємо "силову можливість" явища теплового розширення твердих тіл на конкретному прикладі.

Задача. Сталевий стрижень довжиною $l = 1$ м і площею поперечного перетину $S = 1$ см² вставлено без зазору між двома нерухомими абсолютно жорсткими стінками. З якою силою діятиме стрижень на

стілки, якщо його нагріти на $\Delta T = 5$ К. Яку роботу може виконати цей стрижень? Термічний коефіцієнт лінійного розширення сталі $\alpha = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, модуль Юнга – $E = 2,0 \cdot 10^{11}$ Па.

ЕЛЕКТРИКА ТА МАГНЕТИЗМ

5. Підвищення напруги у лініях електропередачі. При передачі електроенергії від електростанції до споживача, що розташований на великій відстані, напругу *підвищують* до десятків або сотень кіловольт. Це робиться для зменшення теплових втрат, обумовлених струмом, а також для зменшення маси проводів лінії електропередачі (ЛЕП). Проте напруга електроспоживання окремих приймачів має бути порівняно низькою (десятки або сотні вольт) для спрощення їх конструкції та для безпеки при обслуговуванні. Підвищення і зниження напруги досягається за допомогою трансформаторів, робота яких базується на використанні явища взаємодукації.

Потрібно з'ясувати ефективність даного способу зменшення теплових втрат при електропередачі на великі відстані.

Задача. Передача електроенергії споживачеві здійснюється за допомогою двопровідної лінії, виконаної алюмінієвим проводом. Вважаючи теплові втрати в лінії малими порівняно з потужністю, яка передається, знайти:

а) у скільки разів слід підвищити напругу на ЛЕП, щоб при передачі тієї самої потужності втрати в лінії зменшилися в $n = 100$ разів;

б) у скільки разів можна зменшити масові витрати алюмінію на виготовлення проводів ЛЕП шляхом підвищення напруги на ній при незмінних теплових втратах.

6. Підвищення коефіцієнта потужності. Робота змінного струму, що характеризує перехід його енергії в будь-який інший вид енергії (наприклад, в теплову, механічну, хімічну), визначається активною потужністю P . Потужність ділянки кола з індуктивним опором називається реактивною потужністю Q . Вона характеризує реактивну енергію, тобто енергію, яка не витрачається безповоротно, а лише тимчасово накопичується як енергія магнітного поля.

Для електромережі реактивна потужність є некорисною, навіть шкідливою, оскільки періодичний обмін енергією між генератором і магнітним полем кола, що обумовлений реактивним струмом, створює додаткові втрати енергії (у першу чергу, за рахунок нагрівання проводів). Тому у мережах змінного струму важливим показником раціонального використання електроенергії виступає *коефіцієнт потужності* $\cos \varphi$ (φ – зсув фаз між силою струму і напругою). Він показує, яку частину повної потужності S складає активна потужність P :

$$\cos \varphi = P/S.$$

Потрібно встановити, яке (у скільки разів) зниження теплових втрат у ЛЕП досягається при заданому підвищенні коефіцієнта потужності установки. Як можна досягти підвищення $\cos \varphi$?

Задача. У скільки разів знизиться потужність теплових втрат у підвідних проводах установки, якщо її коефіцієнт потужності підвищити з $\cos \varphi_1 = 0,7$ до $\cos \varphi_2 = 0,9$? Активна потужність установки весь час залишається сталою. Втрати в лінії вважати малими порівняно з активною потужністю, яку споживає установка.

ОПТИКА

7. Вибір висоти підвісу світильника. Інколи трапляється ситуація, коли через неправильно вибрану висоту підвісу світильника освітленість робочих місць (наприклад, поверхонь парт) є недостатньою. Дуже часто для усунення цієї проблеми необгрунтовано збільшують кількість світильників або замінюють лампи в них на більш потужні. Зрозуміло, що це призводить до невиправданого (марнотратного) збільшення витрат електроенергії.

Потрібно визначити оптимальну висоту підвісу світильника в приміщенні для отримання найбільшої освітленості заданої ділянки поверхні при незмінній потужності лампи.

Задача. На якій висоті над центром круглого стола радіусом $R = 1$ м потрібно підвісити лампочку, щоб освітленість краю поверхні стола була максимальною? Лампочку вважати точковим та ізотропним джерелом світла. Чому буде дорівнювати освітленість краю і центру стола, якщо сила світла лампочки $I = 36$ кд?

Особливості розроблення та використання навчальних блоків з енергозбереження в навчальному процесі з фізики. Зрозуміло, що навчальна проблема має бути поставленою таким чином, щоб викликати найбільше зацікавлення в учнів. Адже інтерес учнів до проблеми визначає рівень їхньої пізнавальної активності при засвоєнні матеріалу. Наш досвід показує, що практично всі навчальні блоки з енергозбереження вдається сформулювати в *цікавій* формі. Деякі з них викликають в учнів навіть подив

через те, що містять нові й інколи досить несподівані технічні ідеї. Яскравим прикладом цього є навчальний блок "Дощова електростанція".

У ході запровадження методу проблемних ситуацій з енергозбереження у навчальному процесі з фізики було виявлено, що для добору матеріалу з метою розроблення відповідних навчальних блоків, можна використовувати наступні два джерела.

– *Існуюча технічна інформація*. У першу чергу, її можна знайти в підручниках та навчальних посібниках з фізики, в умовах задач з технічним змістом.

– *Реальні життєві ситуації*, пов'язані з проблемами: виробництва та перетворення енергії, ефективного використання енергетичних ресурсів, підвищення якості електроенергії, використання альтернативних джерел енергії. Відповідні проблемні ситуації можуть мати місце на виробництві, у побуті, у навчальному закладі тощо.

Так, за першим способом були створені такі з наведених нами блоків: "Дощова електростанція", "Використання добового коливання температури", "Підвищення напруги в лініях електропередачі". А навчальні блоки "Вітровий двигун", "Утеплення стін", "Підвищення коефіцієнта потужності", "Вибір висоти підвісу світильника" були пов'язані з дослідницькою діяльністю учнів нашої експериментальної групи в навчально-науковій лабораторії Енергозбереження та енергоефективності Запорізького національного університету (про особливості організації такої діяльності йтиметься в нашій наступній статті).

Слід також зазначити, що проблемні ситуації з енергозбереження та пов'язані з ними фізичні задачі учні можуть не лише успішно розв'язувати, але й самі брати участь у їх виявленні та формулюванні.

У який спосіб може проходити ознайомлення учнів з розглянутими навчальними блоками? У своїй практиці ми використовуємо *ігрову форму* вивчення навчальних блоків. Відповідно до неї, учні заздалегідь отримують від вчителя низку проблемних ситуацій і мають їх самостійно розв'язати. Потім свої розв'язки вони захищають у фізичних боях. Їх ми проводимо як безпосередньо на уроці (якнайкраще для цього придатні уроки повторення та узагальнення матеріалу, які проводяться наприкінці чверті чи семестру), так і на позакласних заняттях. Така форма вивчення дозволяє вчителю залучити майже всіх учнів класу до активної участі в обговоренні конкретних проблем енергозбереження (та їх можливих розв'язків).

Зазначимо, що місце розглянутих нами навчальних блоків з енергозбереження не обмежується лише спеціально відведеними заняттями. За їх допомогою можна, наприклад, створювати проблемні ситуації на уроках вивчення нового матеріалу для збудження зацікавленості школярів даною темою. Дійсно, оскільки в тексті проблемної ситуації робиться актуалізація певного питання, в учнів не виникають запитання на кшталт "Навіщо вивчати дану тему?", "Яке практичне значення має матеріал, що вивчається?". Наведемо приклади.

Зрозуміло, що безпосередньо на уроках з фізики доцільно розглядати не будь-які види навчальних блоків з енергозбереження. Адже деякі творчі завдання потребують досить тривалого часу для їх розв'язання. Особливо це стосується творчих завдань, що конкретизуються у вигляді експериментальних, винахідницьких (окремим їх видом є задачі на відшукування різних способів підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів, у тому числі, у побуті), раціоналізаторських та конструкторських задач. Найбільш ефективним місцем використання відповідних навчальних блоків виступає позаурочна робота з фізики. Саме тут можна враховувати як рівень підготовки окремих учнів з фізики, так і їхні індивідуальні творчі здібності й нахили.

Апробація методу проблемних ситуацій з енергозбереження нами проведено в експериментальній групі на базі Запорізької гімназії №28 та Економіко-правничого коледжу Запорізького національного університету. Педагогічний експеримент засвідчив ефективність даного методу.

Висновки. Упровадження в навчальний процес з фізики методу проблемних ситуацій, пов'язаних з енергозбереженням, сприяє усвідомленому засвоєнню учнями фізичних основ енергозберігаючих технологій, активізує пізнавальну діяльність на уроках та спонукає учнів до самостійного використання набутих знань на практиці.

Наші подальші дослідження будуть присвячені розробці експериментальних завдань, пов'язаних з енергозберігаючими технологіями, а також із з'ясуванням особливостей їх використання в навчальному процесі з фізики.

Використані джерела

1. Скрипник О.О. Енергозбереження на уроках фізики. Матеріали до уроків, розробки уроків фізики з досвіду роботи вчителя / О.О. Скрипник. – Х.: Вид. група "Основа", 2012. – 126 с. – (Б-ка журн. "Фізика в школах України"; Вип. 11 (107)).
2. Форкун Н.В. Кількість теплоти. Теплові машини. Інтерактивні уроки. 8 клас / Н.В. Форкун. – Х.: Вид. група "Основа", 2012. – 128 с. – (Б-ка журн. "Фізика в школах України"; Вип. 1 (97)).
3. Проекти та наукові конференції як форма активізації пізнавальної діяльності учнів: [навч.-метод. посіб. / гол. ред. І.Ю. Ненашев] – Х.: Вид. група "Основа", 2008. – 160 с. – (Б-ка журн. "Фізика в школах України"; Вип. 6 (54)).

4. Селюцкий А.Б. Вдохновение по заказу. Уроки изобретательства / А.Б. Селюцкий, Г.И. Слугин. – Петрозаводск, "Карелия", 1977. – 190 с.
5. Давиденко А.А. Нетрадиційні теплові двигуни / А.А. Давиденко // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2012. – №2 (97). – С. 7 – 13.
6. Эльшанский И.И. Законы природы служат людям. Книга для учащихся средн. и ст. классов / Иосиф Ильич Эльшанский. – М.: Просвещение, 1978. – 208 с.

Andreev A.M.

THE APPLICATION OF PROBLEM SITUATIONS METHOD ON ENERGY EFFICIENCY IN SCHOOL PHYSICS COURSE

The problem of studying the physical principles of energy saving technologies in physics course is considered in the article. The system of training units that are meaningful basis of our problem situations method is considered. The methodological features of development and use of such units in the educational process in physics are detailed.

Key words: *physical basis of energy-saving technologies, the method of problem situations on energy saving, training units for energy efficiency.*

Стаття рекомендована кафедрою фізики та методики її викладання Державного вищого навчального закладу "Запорізький національний університет".

Стаття надійшла до редакції: 12.03.2013

