УДК 371.31/568.264

DOI [https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1\(26\)-55-64](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(26)-55-64)

Запорожець Вероніка,

м. Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1095-0993>

Сліпухіна Ірина,

м. Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9253-8021>

Атамась Артем,

м. Київ, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8709-3208>

**ДИСТАНЦІЙНИЙ ФІЗИЧНИЙ ПРАКТИКУМ:
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПОБУТОВОГО ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Анотація.

Формування енергетичної грамотності молоді досягається шляхом консолідації соціокультурного оточення закладів освіти. Всеукраїнські проекти «Енергоефективні школи» (з 2013 р.) та «Нова енергетична освіта» (з 2015 р.) сприяють розвитку нових підходів у вивченні енергозбереження в курсах природничих дисциплін. Метою дослідницького проекту з фізики «Енергоефективність нашої оселі» є дослідження енерговитрат на роботу побутових електричних приладів і набуття навичок розробки заходів щодо енергозбереження. Широкий спектр навчальних робіт з енергетики й енергозбереження подано на ресурсі «Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України».

Ключові слова: побутове енергозбереження; енергоефективність; дидактика фізики; фізичний практикум; дистанційне навчання; навчальний проект.

Політика енергоефективності й енергозбереження є наскрізною для досягнення цілей сталого розвитку (ЦСР) людства загалом [1] і України зокрема [2; 3]. Так, власні паливно-енергетичні ресурси України забезпечують приблизно лише 58 % її потреб [4; 5] і, вочевидь, розв'язання цієї проблеми може відбуватися через заходи з енергоефективності й енергозбереження секторів економіки (ціль 7 ЦСР), активне впровадження відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) [2, с. 57; 6], а також відповідального споживання і виробництва (ціль 12, ЦСР) [2, с. 92].

Важливою складовою раціонального використання енергетичних ресурсів є освіченість населення з питань енергетики, енергоефективності й енергозбереження. Згідно з даними організації Energy Saving Trust (EST), найбільш поширеною проблемою у контексті енергозбереження є невиконання простих, доступних кожному заходів, які дають змогу економити як енергію, так і вартість її споживання [7]. За результатами цього дослідження було сформовано топ-10 «поганих звичок» населення Великої Британії, які є згубними для енергоефективності [8]: 71 % – електроприлади в режимі «стенд-бай», 67 % – нагрівання надлишкової кількості води, 65 % – невикористовувані зарядні пристрої в розетці, 63 % – світло в кімнатах за відсутності в них людей, 48 % – поїздки на короткі відстані, 44 % – занадто гарячий режим прання, 32 % – невимкнений двигун, 32 % – використання електросушарки замість сушіння одягу на повітрі, 28 % – опалення нежитлових приміщень або будинків за відсутності мешканців, 22 % – використання опалення замість одягнення теплого одягу.

Вочевидь, формування компетентності щодо окресленої проблеми має бути наскрізним на всіх рівнях і формах освіти, а тому потребує введення до навчального процесу закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО), позашкільних освітніх закладів та вишів тем, що присвячені енергетиці та раціональному використанню енергії.

Раннє залучення до усвідомлення проблеми розуміння енергозбереження є метою просвітницьких і навчальних програм від загальнодержавних проектів [9; 10] до методичних розробок [11], зазвичай із залученням бізнесових структур у галузі енергетики. Так, у США енергетична освіта реалізується через проект «National energy education development project» [9], а в Англії активну діяльність в цьому контексті здійснює компанія Opus Energy (Drax Group), що є одним із лідерів у розробці та постачанні відновлюваних джерел енергії [10].

В Україні провадження інформаційної діяльності щодо «популяризації економічних, екологічних і соціальних переваг ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів, енергозбереження, відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива» здійснює Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [12]. Наша країна у розглядуваному контексті тісно співпрацює з організацією USAID (США) [13], за сприяння якої створено низку просвітницьких і навчальних матеріалів для учнівської молоді [14].

Найбільший ефект щодо формування енергетичної грамотності досягається через згуртування навколо цієї проблеми соціокультурного оточення закладів формальної та неформальної освіти: органів місцевої влади, громадських організацій, бізнесових структур і батьківських спільнот. Так, з 2013 р. за ініціативи Київської міської держадміністрації у співпраці ДТЕК та інших підприємств міста було започатковано проект «Енергоефективні школи» [15], яким нині

охоплено цілу країну [16]: цьогоріч у ньому бере участь 585 ЗЗСО. У 2013–2014 навчальних роках школа І–ІІІ ступенів № 90 Печерського району м. Київ стала одним із призерів конкурсу «Енергоефективна школа» [15], у ході якого в навчальний процес всіх ступенів було впроваджено різнобічне вивчення відповідних тем.

З 2015 р. у Національному центрі «Мала академія наук України» (НЦ «МАН України») було започатковано Всеукраїнський проєкт «Нова енергетична освіта» [17], у рамках якого відділом створення навчально-тематичних систем знань було створено лабораторні практикуми «Енергетика» [18; 19] та «Ядерна енергетика» [20; 21]. Ці дослідницькі роботи, які подано у вигляді робочих зошитів, рекомендованих МОН [18; 20] і розміщених у вільному доступі на сайті Віртуального STEM-центру НЦ «МАН України» [22], спрямовані на дослідження особливостей перетворення енергії, експериментальне визначення теплотворної здатності палива, дослідження ВДЕ тощо.

Варто зауважити, що проблеми енергоефективності й енергозбереження є загальнокультурними й інтердисциплінарними, а отже, їх аспекти можуть бути задіяні під час вивчення майже всіх шкільних предметів (насамперед, природничих, у яких експеримент і наукове спостереження відіграють ключову роль). Однак, підґрунтя для усвідомлення її наукових засад, безумовно, закладається на уроках фізики. Так, відповідно до типової навчальної програми [23] курсу фізики 8-го класу, на вивчення енергоефективності відводиться 3–4 год у кожній з тем «Теплові явища» і «Робота і потужність електричного струму», на яких учні розглядають поняття тепла як фізичної величини, його джерел і способів передачі, з'ясовують потребу та необхідність енергозбереження [24, с. 179–184; 25, с. 226–227]. Важливими запитаннями, навколо яких вибудовується освітній процес є такі: «Як зберегти та раціонально використовувати тепло?», «Як зменшити витрати на оплату послуг тепло і електропостачання?», «Цілі сталого розвитку і твій екологічний слід». Програмою також передбачено виконання проєктів «Енергоефективні технології. Енергозбереження в побуті», «Екологічні проблеми тепло- і електроенергетики», «Сучасні проблеми електроенергетики». Уроки енергозбереження введено також в курс фізики 10-го класу під час вивчення теми «Теплові двигуни. Екологічні проблеми їх використання», і повторюються в 11-му класі при вивченні теми Електричний струм. Робота і потужність електричного струму.

Однак, як вказує педагогічна практика, найбільш важливою для усвідомлення проблеми є самостійна пізнавальна діяльність учнів, що спрямована на дослідження характеристик предметів повсякденного ужитку. Відповідні дидактичні підходи відіграють особливу роль в умовах дистанційного та змішаного навчання.

Метою статті є висвітлення педагогічного досвіду щодо формування навичок енергозбереження та енергоефективності у самостійних дослідженнях учнями побутових приладів.

Під час підготовки уроків фізики в аспекті дослідження проблеми енергоефективності й енергозбереження, окрім підручників [24; 25], спеціалізованого посібника [14] і збірника задач [26], можуть бути використані статистичні дані з відкритих джерел даних, зокрема: статистика щодо глобального споживання енергії в режимі реального часу [27] чи хімічних аспектів горіння, унаслідок чого виділяється вуглекислий газ [28]; інформаційні матеріали стосовно парникового ефекту і зміни клімату [29]. Доречним є розв'язання задачі про роботу ТЕС для прикладу того, скільки дійсно спалюється вугілля чи газу для забезпечення міста теплом і енергією. Важливим висновком, якого мають дійти учні, є те, що людство зможе подолати проблеми, пов'язані з енергоспоживанням, вичерпністю ресурсів, лише тоді, коли всі об'єднають свої зусилля.

У навчальний курс фізики 8-го класу школи І–ІІІ ступенів № 90 Печерського району м. Київ з 2013 р. було впроваджено дослідницький проєкт «Енергоефективність нашої оселі». Його метою є дослідження енерговитрат на роботу побутових електричних приладів, набуття навичок із розробки заходів щодо енергозбереження, фінансової грамотності, критичного мислення тощо. Проєкт виконується самостійно (дистанційно) в межах теми «Робота і потужність електричного

струму» як альтернатива завданню на розрахунок вартості електроенергії, яка витрачається на роботу окремих побутових електроприладів [24, с. 184].

Для виконання проекту застосовуються: лічильник електроенергії, побутові електроприлади, що наявні в оселі (засоби освітлення, пральна і посудомийна машини, електроплита, кондиціонер, електрочайник, праска, бойлер тощо), годинник і калькулятор (рис. 1).

Рис. 1. Учень 8-го класу Ткаченко Антон під час знімання показів лічильника (2020 р.)

Учням пропонується такий хід виконання дослідницької роботи.

1. Використовуючи паспорт/маркування наявних у помешканні, часто вживаних побутових електроприладів, занотувати до таблиці їхню потужність.
2. Оцінити час роботи кожного з них упродовж 10 днів, визначити та занотувати теоретичне значення роботи струму (витрати електроенергії) за цей час, A_1 (кВт·год).
3. Занотувати покази побутового лічильника електроенергії напочатку і наприкінці спостереження. Знайти різницю цих показів, тобто реальні витрати електроенергії за цей час, A_2 (кВт·год).
4. Порівняти теоретичне й експериментальне значення витрат електроенергії: $\Delta A = A_1 - A_2$ (кВт·год).
5. Використовуючи дані з Інтернет-сторінок постачальників електроенергії в населеному пункті, розрахувати теоретичну (очікувану) та практичну (фактичну) вартість спожитої в оселі електроенергії.

Після завершення роботи учням пропонується сформулювати розлогий висновок, взявши до уваги відповіді на такі контрольні запитання:

1. Як у побуті вимірюють роботу, виконану електричним струмом? Якими одиницями вимірювання користуються?
2. Чому відрізняються очікуване та фактичне значення витрат електроенергії в оселі?
3. Яким чином сім'я може зменшити енерговитрати, пов'язані з роботою електричних приладів? Учні мають звернути увагу, які прилади вдома використовуються неефективно, час роботи яких приладів можна скоротити і як.
4. Які дані можна здобути, знаючи клас енергоефективності (A-G) [30] електричних приладів, що використовує родина і як це пов'язане з енергозбереженням?

Приклад оформлення даних, отриманих учнем 8-го класу (2020 р.), подано у таблиці 1.

Таблиця 1

Проект з фізики «Енергоефективність нашої оселі»

Назва приладу	Потужність P , кВт (за паспортом приладу)	Час роботи t , год	Робота струму A_1 , кВт·год $A_1 = P \cdot t$	Покази лічильника
Холодильник	0,1	168	16,8	На початку 017766
Електричний чайник	2,1	1,5	1,62	
Світло	0,2	60	12	
Ноутбук	0,26	28	7,3	Наприкінці 017816
Монітор	0,02	105	2,1	
Телевізор	0,1	18	1,8	
Аудіоцентр	0,15	30	4,5	
Загальна робота			46,12 (очікувана)	Різниця, A_2 52 (фактична)

Видно, що різниця між фактичними і розрахунковими витратами електроенергії може виявитися досить помітною (у цьому прикладі вона складає 5,88 кВт·год або 11 %, що пояснювалося «не врахованими» роботами пральної машини, пилососу, праски, фену тощо). Варто зауважити, що такого роду «похибка» найчастіше проявлялася в результатах проекту.

Для порівняння можна запропонувати розрахункове завдання: яку кількість природного газу необхідно спалити, враховуючи ККД ТЕС, для отримання енергії, витраченої мешканцями квартири за досліджуваний інтервал часу з урахуванням (Питома теплота згоряння природного газу $q = 44$ МДж/кг).

За цю роботу оцінка виставляється з урахуванням правильно описаних потужних енергоспоживачів вдома, правильно оціненої роботи електричних приладів, висновків про енергоефективність енергоспоживання даною родиною електроенергії, рекомендації з енергозбереження власній сім'ї, правильні розрахунки вартості спожитої енергії за тарифом міста.

Серед пропозицій щодо енергозбереження учні найчастіше зазначають: не залишати увімкнене світло без потреби, активніше застосовувати зональне освітлення, викрутити з люстри частину ламп, використовувати лише енергозберігальні лампи, цілком відмовитися від ламп розжарення, обмежити використання ноутбуків, використовувати пральну машину при повному (номінальному) завантаженні, періодично видаляти накип з електрочайника, заливати в нього лише необхідну для вживання кількість води, очищувати сміттєзбиральник пилососу після кожного прибирання, не залишати прилади в режимі очікування (режим «stand by») тощо. У цьому контексті на етапі узагальнення висновків корисно скористатися систематизованими даними, наведеними на ресурсах [10; 31].

Семирічний педагогічний досвід спостереження виконання й оцінювання проектів «Енергоефективність нашої оселі» У школі І–ІІІ ступенів № 90 показав, що більшість учнів коректно обраховують фінансові витрати на електроенергію та грамотно аналізують наявні в оселі електроприлади за класом енергозбереження [30], чому, безумовно, сприяє залучення до цього процесу членів родини.

Інший дидактичний підхід до формування знань і практичних навичок у контексті енергозбереження ґрунтується на безпосередньому вимірюванні потужності, що споживають побутові пристрої, які під'єднані до електромережі але не використовуються; найчастіше – це зарядні пристрої та мережеві адаптери, під'єднані до мережі без зовнішнього навантаження. Для визначення потужності, яку споживають побутові пристрої, можна виміряти силу струму (I , А), що споживається пристроєм, і напругу (U , В) в мережі та розрахувати споживану потужність (P , Вт) за відомою формулою: $P = I \times U$.

Для таких вимірювань можуть бути використані звичайні мультиметри (рис. 2, а), а сама процедура має виконуватися за участі дорослих.

Рис. 2. Споживання струму блоком живлення ноутбука, залишеним увімкненим в розетку без навантаження (а); енергометр САТ II (PP-3454) (б)

Результати проведеного нами контрольного вимірювання демонструють, що всі досліджені пристрої, які були залишені увімкненими без зовнішнього навантаження, в режимі очікування («stand by») споживають з мережі певну потужність (табл. 2).

Таблиця 2

Енергоспоживання пристроїв в режимі «stand by»

Пристрій	Напруга в мережі U , В	Споживаний струм I , мА	Потужність P , Вт
Зарядний пристрій смартфона Bravis CH-A554	231	0,277	0,064
Зарядний пристрій для Ni-Mh акумуляторів формату AA «Energizer»	227	6,9	1,57
AC/DC адаптер 12 В, 6А	227	20,8	4,72
Блок живлення ноутбука HP 18,5 В, 3,5 А	230	22,1	5,08

Наприклад, невикористовуваний блок живлення ноутбука з номінальною вихідною потужністю 65 Вт споживає з мережі електричну потужність близько 5 Вт. Ці дані можна унаочнити через порівняння. Наприклад, світлодіодна лампа моделі LEDG45 E14 A (нейтральне світло) потужністю 5 Вт забезпечує світловий потік 440 Лм. Відповідно до [32] норма освітленості

житлових приміщень становить 150 Лк і може бути визначена за формулою: $E_v = \frac{\Phi}{S}$, де Φ –

світловий потік, Лм; S – площа, м². Поділивши світловий потік на норму освітленості приміщення можна визначити площу, яку зможе освітити дана світлодіодна лампа. Для нашого прикладу вона складе $440/150 = 2,9$ м². Таким чином, залишений увімкненим у розетку невикористовуваний блок живлення ноутбука марно споживає з мережі потужність, якої б могло вистачити для освітлення майже 3 м² площі житлового приміщення.

Сучасним і значно безпечнішим варіантом вимірювання потужності побутових приладів і кількості електроенергії у кВт*год, що була спожита впродовж певного часу, є застосування енергометрів (рис. 2, б), які також можна запрограмувати для підрахунку коштів, витрачених на спожиту електроенергію.

Таким чином, добутий упродовж тривалого часу практичний досвід підтвердив, що впровадження до навчального процесу ЗЗСО занять з енергозбереження формує в учнів фінансову, екологічну та технічну грамотність, допомагає набутти важливих нині навичок енергоаудиту та енергоменеджменту, роботи з технічною документацією, економічних розрахунків і розробки

рекомендацій з енергозбереження, допомагає учням і їхнім батькам усвідомити джерела енерговитрат та прості способи економії енергії, заохочує учнів, шкільні колективи та сім'ї відіграти активну роль у збереженні та споживанні електроенергії, мотивує до використання своїх знань про енергозбереження для сприяння змінам у школі та вдома.

Важливими перевагами розробленої методики самостійного дослідження «Енергоефективність нашої оселі» є очевидна мотивація до її якісного виконання як перспектива економії коштів родиною, члени якої переважно сприяють і активно долучаються до виконання проєкту. Причому увагу звертають на те, які прилади вдома використовуються неефективно, час роботи яких із них можна скоротити і яким чином. Важливим є знання про клас енергоефективності приладу (A-G), у який вже виробником закладена раціональна і максимально ефективна робота електричного приладу. Важливим є здобування досвіду і в підрахунку вартості електроенергії, що формує у дітей фінансову грамотність. Окрім того, таке самостійне дослідження виявилось дієвим в умовах змішаного і дистанційного навчання.

Варто зауважити, що дослідницька робота з фізики «Енергоефективність нашої оселі» може набути подальшого розвитку в різних напрямках. Перший із них – це повторні вимірювання після усунення недоліків щодо використання пристроїв (з цією метою за участі членів родини можна скласти детальний план заходів і проаналізувати очікувані результати, наприклад, обчисливши економію коштів за 10 днів, за місяць та за рік тощо). Таким чином, з одного боку, учні набудуть практичних навичок з енергозбереження, а з іншого – родина може мати практичний результат у вигляді економії сімейного бюджету. Другим варіантом розвитку дослідження може бути розрахунок потреби та характеристик енергоощадних освітлювальних приладів з урахуванням площі приміщень із подальшою оптимізацією і повторним проведенням розрахунків відповідно до проєкту.

Широкий спектр дослідницьких робіт з енергетики та енергозбереження, які можуть бути використані як у формальній, так і неформальній освіті, подано на ресурсі «Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України» [20], зокрема, «Дослідження процесу електродного нагрівання рідини», «Дослідження узгодження електричного навантаження з фотоелементом», «Дослідження оптимізації світлодіодного освітлення» тощо.

Використані літературні джерела

1. United Nations. (n.d.). *THE 17 GOALS / Sustainable Development*. United Nations. URL: <https://sdgs.un.org/goals>.
2. Міністерство економічного розвитку і торгівлі: Національна доповідь «Цілі сталого розвитку: Україна». URL: <https://cutt.ly/qnnVt6v>.
3. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: розпорядження Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.
4. Про основні показники роботи паливно-енергетичного комплексу України за I квартал 2021 року. URL: <https://www.ntseu.net.ua/news/636-review595>.
5. Коваленко О. Стан та перспективи розвитку паливно-енергетичного комплексу в Україні. *Галицький економічний вісник*. 2015. Том 48. № 1. С. 18–25. (Серія «Економіка та управління національним господарством»).
6. Дудюк Д.Л., Мазепа С.С., Гнатишин Я.М. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Львів : Магнолія–2006, 2009. 188 с.
7. Energy Saving Trust. 2021, May 10. URL: <https://energysavingtrust.org.uk/>.
8. *Wissenschaft S.* Briten üben Selbstgeißelung. URL: www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/energieverschwendung-briten-ueben-selbstgeisselung-a-444178.html.
9. National Energy Education Development Project. *The NEED Project*. 2021, April 24. URL: <https://www.need.org/>.
10. Energy efficiency in schools and higher education. *Renewable energy for business – Get a quote*. 2015. URL: <https://www.opusenergy.com/help/energy-efficiency-in-schools-and-higher-education/>.

11. Energy Conservation and Resource Renewal Elementary Unit Plan. *Value your Power*. 2020. URL: https://www.virginiaenergysense.org/wp-content/uploads/2019/07/VES_School-Curriculum_10.2019_No-SOL_2.pdf.
12. Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України URL: <https://saee.gov.ua/uk/about/polozhennya-derzhenerhoefektyvnosti-ukrainy>.
13. Стратегія співпраці між Україною та USAID з питань розвитку у 2019–2024 pp. (n.d.). *USAID: from the american people*. URL: www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1863/Ukraine_USAID_CDSCS_2019-2024_Public_Ukr.pdf.
14. Сафіуліна К.Р. Про теплопостачання та теплозбереження для майбутнього споживача: посіб. для вчителя до факульт. курсу для 6–8 кл. Київ : Поліграф плюс, 2013. 128 с.
15. Енергоефективні школи 2013. URL: https://don.kyivcity.gov.ua/files/2014/9/18/energoefektyvny_shkoly.pdf.
16. Енергоефективні школи: нова генерація. URL: <http://ees.energyschool.org.ua/>.
17. МАН запустила всеукраїнський проект «Нова енергетична освіта». URL: <http://www.5.ua/video/MAN-zapustyla-vseukrainskyi-proekt-Nova-enerhetychna-osvita--97198.html>.
18. Енергетика. Лабораторний практикум: роб. зошит / упоряд. І.С. Чернецький, А.І. Атамась. Київ, 2015. 28 с.
19. Atamas A. Use of Modern Computer-Based Training Resources in Energy Education. *Theory and Practice of Science Education*. 2019. Vol. 1. P. 44–52.
20. Ядерна енергетика. Лабораторний практикум: робочий зошит / упоряд. І.С. Чернецький, А.І. Атамась. Київ, 2015. 35 с.
21. Атамась А., Шаповалов В., Шаповалов Є. Використання комп'ютерно-орієнтованих лабораторних практикумів з енергетики в контексті формування STEM-орієнтованого інформаційно-технологічного простору міжпредметного лабораторно-практичного комплексу «МАНлаб». *Наукові записки Малої академії наук України*. 2017. № 9. С. 62–70.
22. Віртуальний STEM-центр Малої академії наук України. URL: <https://stemua.science/>.
23. Фізика 7–9 класи Навчальна програма для загальноосвітніх навчальних закладів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>.
24. Бар'яхтар В.Г., Божинова Ф.Я., Довгий С.О., Кірюхіна О.О. Фізика: підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / за ред. В.Г. Бар'яхтара, С.О. Довгого. Харків : Ранок, 2016. 240 с.
25. Засекіна Т.М., Засекін Д.О. Фізика: підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. з поглибленим вивченням фізики. Київ : Оріон, 2016. 272 с.
26. Сафіуліна К.Р. Про енергопостачання та енергозбереження для майбутнього споживача: посіб. до курсу за вибором для учнів 6–8 класів. Київ : Поліграф плюс, 2016. 312 с.
27. Real Time World Statistics. Worldometer. (n.d.). URL: <https://www.worldometers.info/>.
28. Хімія 9 клас. Горіння вуглеводнів. *Хімія онлайн Тетяни Базавлук*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=fGek8MRyA-s>.
29. Зміна клімату. Парниковий ефект. URL: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IWOtBiK5QuY%2C>.
30. Wikimedia Foundation. (2021, March 4). *European Union energy label*. Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/European_Union_energy_label.
31. Енергозбереження в побуті. *Держенергоефективності України*. (n.d.). URL: <https://saee.gov.ua/uk/consumers/energozberezhenya-v-pobuti>.
32. ДБН В.2.5-28-2006. Державні будівельні норми України. *Природне і штучне освітлення*. Київ : Мінбуд України, 2006. 96 с.

References

1. United Nations. (n.d.). *THE 17 GOALS| Sustainable Development*. United Nations. Retrieved from: <https://sdgs.un.org/goals>.
2. *Ministerstvo ekonomichnoho rozvytku i torhivli: Natsionalna dopovid "Tsili staloho rozvytku: Ukraina" [Ministry of Economic Development and Trade: National Report "Sustainable Development Goals: Ukraine"]*. Retrieved from: <https://cutt.ly/qnnVt6v>.

3. *Pro skhvalennia Enerhetychnoi stratehii Ukrainy na period do 2035 roku "Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist"* Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 serpnia 2017 r. № 605-r. [On approval of the Energy Strategy of Ukraine for the period up to 2035 "Security, energy efficiency, competitiveness" Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 18, 2017 № 605-r]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80#Text>.

4. *Pro osnovni pokaznyky roboty palyvno-enerhetychnoho kompleksu Ukrainy za I kvartal 2021 roku* [On the main indicators of the fuel and energy complex of Ukraine for the first quarter of 2021]. Retrieved from: <https://www.ntseu.net.ua/news/636-review595>.

5. Kovalenko, O. (2015). Stan ta perspektyvy rozvytku palyvno-enerhetychnoho kompleksu v Ukraini [Status and prospects of development of the fuel and energy complex in Ukraine]. *Halytskyi ekonomichnyi visnyk – Galician Economic Bulletin*. Vol. 48. No. 1. P. 18–25.

6. Dudyuk, D.L., Mazepa, S.S., & Gnatishin, J.M. (2009). *Netradytsiina enerhetyka: osnovy teorii ta zadachi* [Non-traditional energy: basics of theory and problems]. Lviv. 188 p.

7. *Energy Saving Trust*. (2021, May 10). Retrieved from: <https://energysavingtrust.org.uk/>.

8. Wissenschaft, S. Briten üben Selbstgeißelung. Retrieved from: [//www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/energieverschwendung-briten-ueben-selbstgeisselung-a-444178.html](http://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/energieverschwendung-briten-ueben-selbstgeisselung-a-444178.html).

9. National Energy Education Development Project. *The NEED Project*. (2021, April 24). Retrieved from: <https://www.need.org/>.

10. Energy efficiency in schools and higher education. *Renewable energy for business – Get a quote*. (2015). Retrieved from: <https://www.opusenergy.com/help/energy-efficiency-in-schools-and-higher-education/>.

11. Energy Conservation and Resource Renewal Elementary Unit Plan (2020). *Value your Power*. Retrieved from: https://www.virginiaenergysense.org/wp-content/uploads/2019/07/VES_School-Curriculum_10.2019_No-SOL_2.pdf.

12. *Polozhennia pro Derzhavne ahentstvo z enerhoefektyvnosti ta enerhozberezhennia Ukrainy* [Regulations on the State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine]. Retrieved from: <https://saee.gov.ua/uk/about/polozhennya-derzhenerhoefektyvnosti-ukrainy>.

13. Strategy of cooperation between Ukraine and Usaid on development issues in 2019-2024. (n.d.). *US-AID: from the american people*. Retrieved from: www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1863/Ukraine_US-AID_CDSCS_2019-2024_Public_Ukr.pdf.

14. Safiulina, K.R. (2013). Pro teplopostachannia ta teplozberezhennia dlia maibutnoho spozhyvacha [About heat supply and heat saving for the future consumer]. Kyiv. 128 p.

15. *Enerhoefektyvni shkoly 2013* [Energy efficient schools 2013]. Retrieved from: https://don.kyivcity.gov.ua/files/2014/9/18/energoefektyvny_shkoly.pdf.

16. *Enerhoefektyvni shkoly 2013* [Energy efficient schools: a new generation]. Retrieved from: <http://ees.energyschool.org.ua/>.

17. *MAN zapustyla vseukrainskyi proekt "Nova enerhetychna osvita"* [JAS has launched an all-Ukrainian project "New Energy Education"]. Retrieved from: <http://www.5.ua/video/MAN-zapustyla-vseukrainskyi-proekt-Nova-enerhetychna-osvita--97198.html>.

18. Chernetsky, I.S., & Atamas, A.I. (2015). *Enerhetyka. Laboratornyi praktykum* [Energy. Laboratory workshop]. Kyiv. 28 p.

19. Atamas, A. (2019). Use of Modern Computer-Based Training Resources in Energy Education. *Theory and Practice of Science Education*. Vol. 1. P. 44–52.

20. Chernetsky, I.S., & Atamas, A.I. (compilers) (2015). *Iaderna enerhetyka. Laboratornyi praktykum* [Nuclear Energy. Laboratory workshop]. Kyiv, 35 p.

21. Atamas, A., Shapovalov, V., & Shapovalov, E. (2017). Vykorystannia kompiuterno-oriientovanykh laboratornykh praktykumiv z enerhetyky v konteksti formuvannia STEM-oriientovanoho informatsiino-tehnolohichnoho prostoru mizhpredmetnoho laboratorno-praktychnoho kompleksu «MANlab» [The use of computer-oriented laboratory workshops in energy in the context of the formation of STEM-oriented information-technological space of the interdisciplinary laboratory-practical complex "MANlab"]. *Naukovi zapysky Maloi akademii nauk Ukrainy – Scientific notes of the Small Academy of Sciences of Ukraine*. 9. P. 62–70.

22. *Virtualnyi STEM-tsentr Maloi akademii nauk Ukrainy [Virtual STEM-center of the Junior Academy of Sciences of Ukraine]*. Retrieved from: <https://stemua.science/>.
23. *Fizyka 7–9 klasy Navchalna prohrama dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv [Physics 7-9 grades Curriculum for secondary schools]*. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-5-9-klas>
24. Bariakhtar, V.H., Bozhynova, F.Ia., Dovhyi S.O., & Kiriukhina, O.O. (2016). *Fizyka [Physics]*. Kharkiv. 240 p.
25. Zasiiekina, T.M., & Zasiiekin, D.O. (2016). *Fizyka [Physics]*. Kyiv. 272 p.
26. Safiulina, K.R. (2016). *Pro enerhopostachannia ta enerhozberezhennia dlia maibutnoho spozhyvacha [On energy supply and energy saving for future consumers]*. Kyiv. 312 p.
27. *Real Time World Statistics. Worldometer. (n.d.)*. Retrieved from: <https://www.worldometers.info/>.
28. Khimiia 9 klas. Horinnia vuhlevodniv [Chemistry 9th grade. Hydrocarbon combustion]. *Khimiia onlain Tetiany Bazavluk – Chemistry online Tatiana Bazavluk*. Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?v=fGek8MRyA-s>.
29. *Zmina klimatu. Parnykovyi efekt [Climate change. Greenhouse effect]*. Retrieved from: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=IWotBik5QuY%2C>.
30. Wikimedia Foundation. (2021, March 4). *European Union energy label*. Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/European_Union_energy_label.
31. *Enerhozberezhennia v pobuti. Derzhenerhoefektyvnosti Ukrainy. [Energy saving in the home. State Energy Efficiency of Ukraine.] (n.d.)*. Retrieved from: <https://sae.gov.ua/uk/consumers/energozberezhennia-v-pobuti>.
32. DBN V.2.5-28-2006. Derzhavni budivelni normy Ukrainy. Pryrodne i shtuchne osvittlennia. Minbud Ukrainy, [DBN B.2.5-28-2006. State building norms of Ukraine. Natural and artificial lighting. Ministry of Construction of Ukraine]. (2006). Kyiv. 96 p.

Zaporozhets Veronika, Slipukhina Iryna, Atamas Artem. Distance Physical Workshop: Research of the Problem of Domestic Energy Saving.

Summary.

The policy of energy efficiency and energy saving is cross-cutting to achieve the goals of sustainable development of mankind in general and Ukraine in particular. The greatest effect on the formation of energy literacy is achieved through the consolidation around this problem of the socio-cultural environment of formal and non-formal education institutions: local authorities, NGOs, business structures, and parent communities. In 2013, the project “Energy Efficient Schools” was launched, and in 2015, the All-Ukrainian project “New Energy Education” was launched in the National Center “Junior Academy of Sciences of Ukraine”. The research project “Energy efficiency of our home” has been introduced into the physics course. Its purpose is to study the energy consumption of household electrical appliances, to acquire skills in developing measures for energy saving, financial literacy, critical thinking, and more. Students analyze data on actual and estimated electricity costs, draw conclusions and make suggestions for energy savings. Another didactic approach is based on direct power measurement based on the use of household multimeters and energy meters, which reveals the presence of significant power consumption of devices in the “stand by” mode.

The inclusion of practical work on energy-saving forms students’ financial, environmental and technical literacy, skills of energy audit and energy management, work with technical documentation, economic calculations, and development of recommendations for energy saving, helps students and parents understand energy sources and simple ways to save energy. Teams and families play an active role in saving and consuming electricity, motivating them to use their knowledge of energy-saving to promote change in school and at home. A wide range of research papers on energy and energy-saving is presented on the resource “Virtual STEM-center of Junior Academy of Sciences of Ukraine”.

Keywords: household energy saving; energy efficiency; didactics of physics; physical workshop; educational project; distance learning.