

УДК 378.016:621.311

**РОЗРОБКА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ДИСЦИПЛІНИ  
«ОСНОВИ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ» МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-  
ПЕДАГОГІВ**

© **Без'язичний В.Ф.**

*Відділ Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, у Харківській області*

**Інформація про автора**

**Без'язичний Василій Федорович:** ORCID: 0000-0001-8054-3723; [Bezvf@mail.ru](mailto:Bezvf@mail.ru); начальник відділу Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, у Харківській області; вул. Плеханівська, 126/1, м. Харків, 61037, Україна.

У статті розглянуто розв'язання проблеми підвищення якості навчання основ енерго- та ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів шляхом теоретичного обґрунтування та практичного розроблення методики на основі інтегрованого змісту навчання з витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів. Розроблено цілі навчання за напрямками розвитку діяльності у сфері енерго- і ресурсозбереження, які узгоджуються з нормативними вимогами існуючої законодавчої бази та відповідають компетентнісному підходу в навчанні. Розроблено модель змісту навчання майбутніх інженерів-педагогів основ енерго- і ресурсозбереження, яку побудовано на основі структурних зв'язків між ключовими складовими енерго- та ресурсовитрат, що детермінують напрями підготовки майбутніх фахівців. Аргументовано ефективність поєднання відомих класичних та перспективних методів навчання. Сформульовано вимогу до засобів навчання, які повинні інтегровано моделювати механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси, що є необхідним чинником формування технологічної, проектувальної, комунікативної та нормативно-правової професійних компетенцій.

**Ключові слова:** основи енерго- і ресурсозбереження, інженер-педагог, методика навчання, зміст навчання, витрати ресурсів, витрати енергії, технологічні енергетичні процеси.

**Безъязычный В. Ф.** «Разработка методики обучения дисциплины «Основы энерго- и ресурсосбережения» будущих инженеров-педагогов»

В статье рассмотрено решение проблемы повышения качества обучения основам энерго- и ресурсосбережения будущих инженеров-педагогов путем теоретического обоснования и практической разработки методики на основе интегрированного содержания обучения из затрат ресурсов, затрат энергии и технологических энергетических процессов. Разработаны цели обучения по направлениям развития деятельности в сфере энерго- и ресурсосбережения, которые согласуются с нормативными требованиями существующей законодательной базы и соответствуют компетентностному подходу в обучении. Разработана модель содержания обучения будущих инженеров-педагогов основ энерго- и ресурсосбережения, построенная на основе структурных связей между ключевыми составляющими энерго- и ресурсозатрат, детерминирующих направления подготовки будущих специалистов. Аргументировано эффективность сочетания известных классических и перспективных методов обучения. Сформулировано требование к средствам обучения, которые должны интегрировано моделировать механические, гидрогазодинамические, тепловые и электрические процессы, что является необходимым фактором формирования технологической, проектировочной, коммуникативной и нормативно-правовой профессиональных компетенций.

**Ключевые слова:** основы энерго- и ресурсосбережения, инженер-педагог, методика обучения, содержание обучения, затраты ресурсов, затраты энергии, технологические энергетические процессы.

*Bez'yazychnyj V. F.* "Development of teaching methods of course "fundamentals of energy and resource saving" of future engineers-pedagogues"

In the article the solution to improve the quality of learning the basics of saving energy and resources of the future engineers-pedagogues on the basis of theoretically grounded and practically developed technique based on integrated content learning resource consumption, energy and technological processes energy costs. It developed learning objectives concerning the development of activities in the field of energy and resources which are consistent with the regulatory requirements of the existing legislative framework and meet the competency approach in education. The model content of the teaching of future engineers- pedagogues the basics of energy and resources, built on the basis of the structural links between the key components of energy and resource consumption, determining the direction of training of future specialists. It argued the effectiveness of a combination of well-known classical and advanced teaching methods. Requirements to the training tools that have been integrated to simulate the mechanical, hydro-gas, thermal and electrical processes, which is a necessary factor in the formation process, design, communication and legal competences.

**Keywords:** basics of saving energy and resources, engineer-pedagogue, teaching methods, learning content, resource costs, energy costs, technological energy processes.

**Постановка проблеми.** В умовах постійного загострення енергетичної кризи у світі і нашій країні, яка зумовлена інтенсивним вичерпанням паливно-енергетичних ресурсів планети, надзвичайно актуальними є проблеми енергозбереження та ефективного використання енергоресурсів. Ще в 1994 році був прийнятий Закон України «Про енергозбереження» [1], в якому визначена необхідність виховання у всіх верств населення ощадливого ставлення до використання паливно-енергетичних ресурсів. Ефективне вирішення будь-якої проблеми базується на двох головних забезпечуючих чинниках – інформаційному та кадровому. Стаття 7 вищезазначеного закону визначає, що «знання у сферах енергозбереження та екології є обов'язковими для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів» і зобов'язує навчальні заклади включати до навчальних програм відповідні курси з питань енергозбереження. Виконання поставленого завдання вимагає підготовки висококваліфікованих педагогічних кадрів для навчання зазначених курсів і відповідного наукового і навчально-методичного забезпечення з урахуванням багатопрофільності підготовки, оскільки проблеми енерго- і ресурсозбереження є актуальними для всіх, без винятків, галузей господарської діяльності – від промисловості до побуту.

Розробкою методик навчання основам енерго- і ресурсозбереження активно займається Національна академія педагогічних наук України. Зокрема, інститутом професійно-технічної освіти, що входить до її складу, розроблено програму та методичні матеріали предмета «Онови енергоефективності». Вони внесені в типову базисну структуру навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників професійно-навчальних закладів (Наказ МОН № 947 від 13.10.10 р.).

На підставі аналізу і систематизації ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження виявлено наявність чіткої інтеграції витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів як фундаментальної складової методологічної системи навчання дисципліни. Постає актуальна проблема, яка полягає у підвищенні якості навчання основ енерго- та ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів шляхом теоретичного обґрунтування та практичного розроблення методики на основі інтегрованого змісту навчання з витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Актуальним з точки зору розробки методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження є аналіз досвіду іноземних учених.

Так, відомим є розроблена американськими вченими методика із застосуванням інтерактивного моделювання, особистісно-орієнтованих самостійних методів, що дозволяє студентам контролювати темп свого навчання [2]. Цей підхід ґрунтується на ідеї, яка

полягає в тому, що технічна освіта повинна вирішувати в першу чергу завдання проектування, яке полягає саме в інтеграції витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів, тобто технологічних складових енерго- та ресурсозбереження. Автори також підкреслюють ключове значення матеріально-технічної бази, тобто засобів, що гармонійно включаються в методику навчання.

Іншим підходом, розробленим литовськими ученими, є застосування поведінкових моделей під час розробки методики навчання [3]. Це зумовлюється тим, що поведінка людей у галузі енерго- і ресурсозбереження має значення як на соціальному, так і на особистісному рівнях. Соціальний рівень включає технологічний прогрес, рівень економічного розвитку, демографічні, інституційні та культурні чинники в країні, в той час як особистісні чинники включають окремі людські характеристики, установки, переконання, норми, мотивацію, навички, знання та звички тощо. Тобто методика навчання повинна враховувати ці складові тих, на кого їх спрямовано.

Актуальними також є розробки німецьких учених, що пропонують застосування ігрових методів та тренінгів до навчання енерго- і ресурсозбереження [4]. Авторами запропоновано моделювання навчальних заводів з елементами енерго- і ресурсозбереження як в їх конструкції, так і в технологічних процесах виробництва.

Основні положення енергозбереження як навчальної дисципліни викладено у підручнику [5], в якому узагальнено дослідження передових учених.

Питання енергозбереження в електро- і теплоенергетиці, використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, її обліку та реалізації розглянуто у підручнику [6].

Основні положення, структура, зміст і заходи енергозбереження і енергоаудиту в питаннях теплотехніки, теплотехнологіях, теплогенеруючих і котельних установках, системах електропостачання і теплових мережах представлено у підручнику [7]. Наведено методики і рекомендації за розрахунком теплового балансу, теплових схем, енергоефективності устаткування, роботи різних теплових установок, що дозволяють вибрати енергозберігаючий режим. Розглянуто методичні вказівки по проведенню енергетичних обстежень і складанню енергетичного паспорта споживачів паливно-енергетичних ресурсів.

Навчальний посібник [8] розкриває питання енергозбереження у діючих системах генерування та споживання енергії і палива, відомості про економію палива в енергетиці, зниження потреб у електричній енергії та технологічних установках, ефективність енергозбереження.

Але у зазначених системах поряд із законодавчими та нормативними основами енергозбереження, практичними засобами їх реалізації не в повній мірі висвітлено інтеграційні аспекти змісту дисципліни, що полягають у поєднанні витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів.

**Постановка завдання.** Завданням статті є теоретичне обґрунтування та розробка методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів на основі інтегрованого змісту навчання з витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів.

**Виклад основного матеріалу.** Цілі навчання дисципліни «Основи енерго- та ресурсозбереження» детермінуються напрямами енергозбереження, що відбиті у існуючій законодавчій базі з цього питання.

Тобто у результаті навчання студент повинен вміти:

- визначати кількісні характеристики енергії і потужності енергетичних витрат і резервів енергозбереження в різних фізичних і технологічних процесах;
- користуватися приладами для обліку і контролю витрат енергетичних ресурсів;
- виконувати розрахунки на взаємозв'язок одиниць вимірювання енергії і потужності;
- давати оцінку енергетичному потенціалу вторинних енергетичних ресурсів; розв'язувати завдання на кількісну оцінку і мінімізацію енергетичних витрат;
- складати оптимальні добові графіки використання електричної енергії на підприємствах з врахуванням змінних тарифів за часом доби;

- розраховувати і вибирати оптимальні варіанти поєднання видів будівельних матеріалів і товщини стін будівельних конструкцій з метою мінімізації теплових втрат і засобів на опалювання;

- розробляти економічні схеми опалювання і освітлення в робітничих і побутових приміщеннях;

- проводити енергетичні обстеження на комунально-побутовому рівні, розробляти пропозиції і плани заходів щодо зменшення енергетичних втрат;

- будувати оптимальні добові графіки вжитку електроенергії на підприємствах тощо.

Для формування зазначених вмінь необхідно знати:

- одиниці вимірювання енергії і потужності, види енергії і їх взаємозв'язок;

- існуючі джерела і запаси енергії;

- основні поняття енерго- та ресурсозбереження;

- основні види економії енергії і енергетичних ресурсів;

- резерви енергозбереження;

- основні види втрат енергії і їх мінімізація;

- перспективні технічні рішення в області енерго- та ресурсозбереження;

- методи і засоби енерго- та ресурсозбереження в основних галузях народного господарства;

- перспективні напрями і резерви економії енергетичних ресурсів, сучасні технології їх використання в промисловості і комунальному господарстві тощо.

Представлені цілі навчання можливо узагальнити до формування технологічної, проектувальної, комунікативної та нормативно-правової професійних компетенцій.

Розробимо зміст дисципліни відповідно до цілей навчання.

Перша частина змісту є нормативною (загальною для всіх профілів). У ній наводяться загальні відомості про енергію, засоби її виробництва, взаємоперетворення і види енергетичних втрат, основні терміни та визначення енерго- та ресурсозбереження, законодавчі та нормативні документи в цій галузі. Оскільки методи енергозбереження в різних галузях господарської діяльності надзвичайно різноманітні, а спектр профілів підготовки інженерів-педагогів за фахом досить широкий, то для максимально можливого охоплення в рамках одного загального курсу всіх практичних напрямків, доцільно використовувати дедуктивний педагогічний метод, заснований на попередньому навчанні загальних універсальних фізичних процесів, які використовуються в будь-яких технологічних системах (як існуючих, так і майбутніх, можливих, перспективних), видів, взаємоперетворень і втрат енергії в цих процесах, основних резервів, можливостей і методів зниження енергетичних втрат.

Після вивчення і практичного закріплення дидактичних матеріалів першого модуля (перше дидактичне узагальнення), на його основі представляється друга частина курсу (другий модуль) «Основні способи забезпечення енерго- і ресурсозбереження в різних сферах господарської діяльності». Ця частина викладається варіативно, з урахуванням особливостей кожного профілю спеціальності, за основними напрямками господарської діяльності. При цьому загальними сегментами модуля для всіх спеціальностей є розділи «Енергозбереження за рахунок використання альтернативних джерел енергії та вторинних енергетичних ресурсів» та «Напрямки енерго- та ресурсозбереження в житлово-комунальному господарстві», інші сегменти передбачаються диференційовано, залежно від профілю підготовки. В кінці курсу, на заключній лекції, інтегрально розглядаються можливості і способи зниження енергетичних втрат в розглянутих вище чотирьох основних фізичних процесах в конкретних технічних системах, що складає предмет другого дидактичного узагальнення.

Варіативні частини, в свою чергу, також складаються з двох сегментів – базового і розширеного (додаткові конкретизовані матеріали, які, разом з нормативними частинами і базовими варіативними сегментами включаються до програми курсів підвищення кваліфікації як технічних фахівців, так і викладачів дисципліни «основи енерго- та ресурсозбереження»).

На основі детальної класифікації видів втрат енергії в основних фізичних процесах, що використовуються в технологіях всіх галузей промисловості і комунального господарства, розроблено модель змісту «Основи енерго- та ресурсозбереження» для різних професійних напрямів підготовки інженерів-педагогів, що включає повні універсальні переліки практичних і лабораторних занять для кожної частини курсу, які послідовно і органічно доповнюють і закріплюють теоретичні розділи.

На рис. 1 представлено структурну схему взаємозв'язку видів втрат енергії (механічних, гідрогазодинамічних, електричних і теплових) з основними універсальними елементами технологічних процесів.

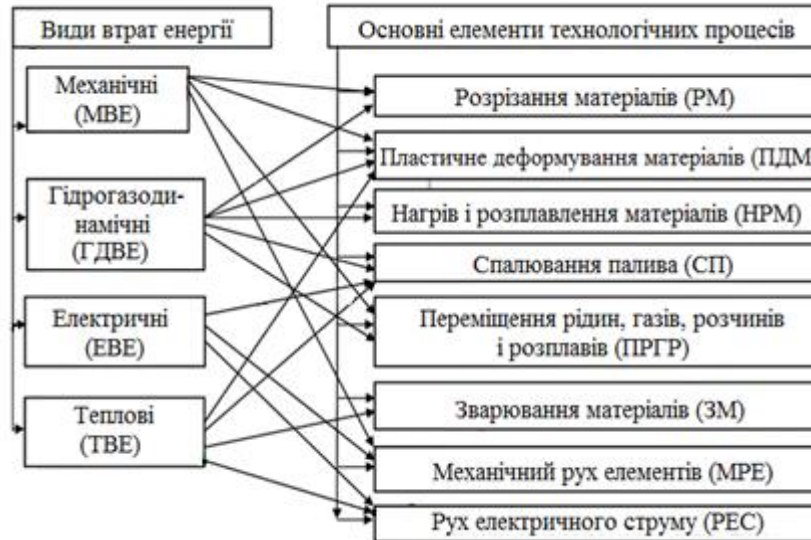


Рисунок 1 – Взаємозв'язок видів втрат енергії з основними універсальними елементами технологічних процесів

На рис. 2 представлено структурну схему взаємозв'язку основних галузевих профілів підготовки інженерів-педагогів та видів втрат енергії, які мають місце в технологічних процесах цих галузей.

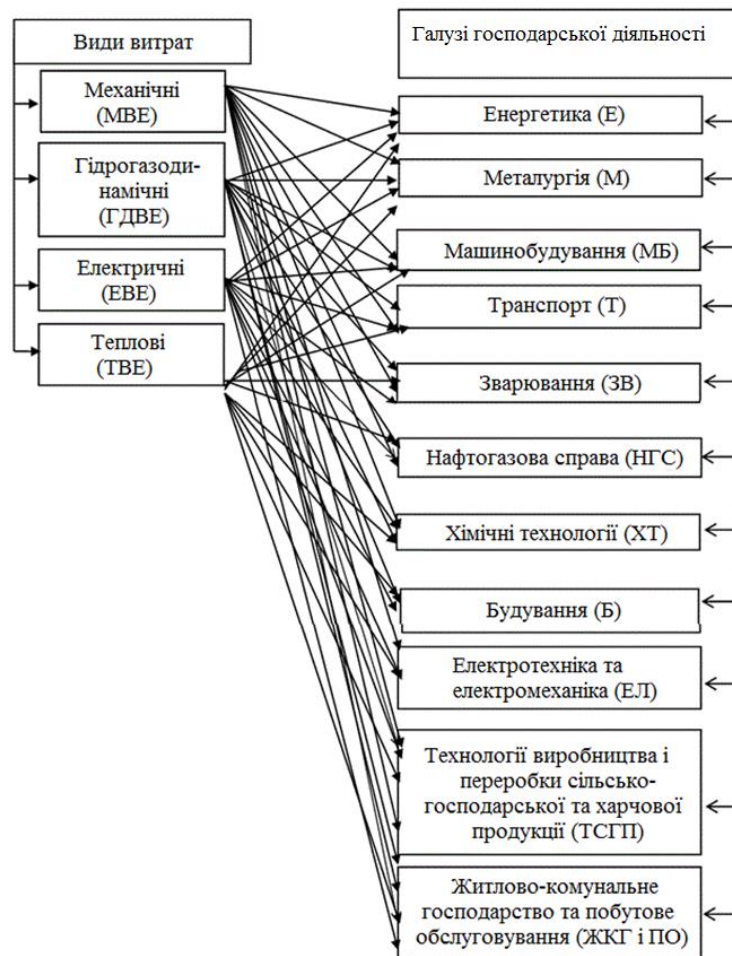


Рисунок 2 – Види втрат енергії в технологічних процесах основних видів господарської діяльності

На основі об'єднання структурних схем, наведених на рис. 2 і 3, може бути побудована комплексна модель змісту навчання, яка відображає структурні зв'язки між ключовими складовими, що детермінують напрям підготовки майбутніх фахівців усіх профілів з дисципліни «Основи енерго- та ресурсозбереження». Ця модель представлена на рис. 3 у вигляді трьохдольного графа, частками, множинами якого є види втрат енергії, універсальні елементи технологічних процесів і галузі господарства, відповідні до основних профілів підготовки інженерів-педагогів. Ця модель дозволяє побудувати структуру курсу та ефективну методику навчання, систематизуючу різноманіття втрат енергії і технічних заходів щодо їх зменшення в різних технологічних процесах і галузях господарської діяльності.

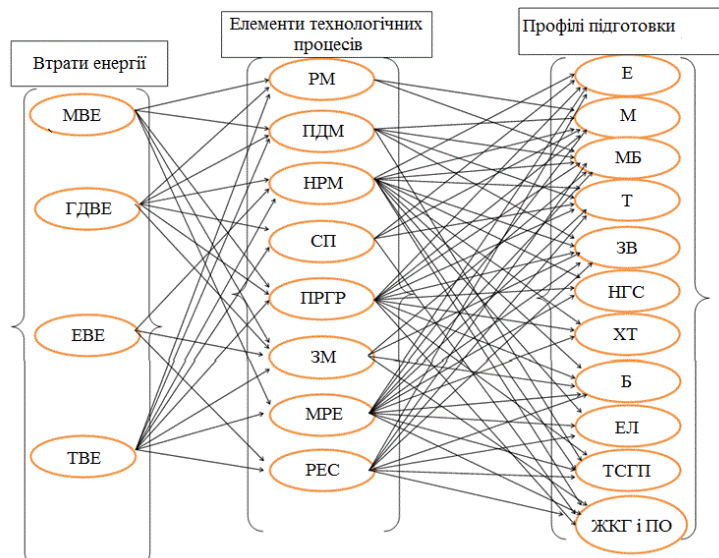


Рисунок 3 – Модель змісту навчання майбутніх інженерів-педагогів дисципліни «Основи енерго- та ресурсозбереження»

Під час навчання дисципліни доцільним є застосування пояснювально-ілюстративних (інформаційно-рецептивних) методів. Узгоджуються зі змістом і репродуктивні методи. Крім того, можливим є застосування поєднання попередніх методів із проблемним навчанням [4; 9], що забезпечує поетапне оволодіння студентами знаннями на ознайомчо-орієнтовному, понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях відповідно. Також можливим є застосування частково-пошукових (евристичних) методів.

Засоби та форми навчання майбутніх інженерів-педагогів основ енерго- і ресурсозбереження повинні інтегровано моделювати механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси, що сприяє формуванню технологічної, проектувальної, комунікативної та нормативно-правової професійних компетенцій.

Загальна інтегральна функція енергетичних втрат в довільному технологічному процесі може бути представлена у вигляді

$$E_{\text{втр}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{втр}_i} = \sum_{j=1}^n E_{\text{втр}_j}^M + \sum_{R=1}^m E_{\text{втр}_k}^{\text{ГГД}} + \sum_{l=1}^q E_{\text{втр}_l}^E + \sum_{r=1}^r E_{\text{втр}_r}^T \quad (1)$$

де  $E_{\text{втр}_i}$  – відповідні інтегральні, відповідні механічні ( $E_{\text{втр}}^M$ ), гідрогазодинамічні ( $E_{\text{втр}}^{\text{ГГД}}$ ), електричні ( $E_{\text{втр}}^E$ ) і теплові ( $E_{\text{втр}}^T$ ) втрат енергії.

Функція механічних втрат визначається втратами енергії на тертя в функціональних парах поступального і обертального руху

$$E_{\text{втр}}^M = F_{\text{тер}} \cdot l + M_{\text{тер}} \quad (2)$$

де  $F_{\text{тер}}$  і  $M_{\text{тер}}$  – сили і моменти тертя в функціональних парах;

$l$  – переміщення елементів у функціональних парах поступального руху.

Функція гідрогазодинамічних втрат визначається втратами напору (питомої енергії) при русі рідин і газів в каналах:

$$E_{\text{втр}}^{\text{ГГД}} = h_{\text{втр}} \cdot G = h_{\text{втр}}^z + h_{\text{втр}}^p + h_{\text{втр}}^v \cdot G \quad (3)$$

де  $h_{втр}^z$ ,  $h_{втр}^p$ ,  $h_{втр}^v$  – геометрична, п'езометрична і швидкісна складові повного напору  $h_{втр}$ , що визначаються виразами:

$$h_{втр}^z = Z ; (4)$$

$$h_{втр}^p = \frac{\Delta P}{\rho g} ; (5)$$

$$L^v = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum Q_M \cdot \frac{v^2}{2g} \right) ; (6)$$

де  $Z$  – висота підйому рідини;

$\Delta p$  – статичний перепад тисків у каналі;

$V$  – швидкість руху рідини;

$\rho$  – щільність рідини;

$l$  і  $d$  – довжина і еквівалентний гідравлічний діаметр каналу;

$g$  – прискорення сили тяжіння;

$\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного тертя;

$Q_M$  – сумарний коефіцієнт місцевих гідравлічних опорів.

Функція електричних втрат визначається втратами енергії за рахунок перетворення частини електричної енергії в теплоту відповідно до закону Джоуля-Ленца

$$E_{втр}^E = I^2 \cdot R \tau , (7)$$

де  $I$  – сила току;

$R$  – електричний опір;

$\tau$  – час.

Функція теплових втрат визначається енергією теплових потоків, що проходять через стінки теплопровідних поверхонь і теплову ізоляцію в навколишнє середовище:

$$E_{втр}^T = K t_1 - t_2 , (8)$$

де  $t_1$  і  $t_2$  – температури теплоносія та навколишнього середовища;

$$K = \frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{стi}}{\lambda_{стi}} + \sum_{j=1}^k \frac{\delta_{иj}}{\lambda_{иj}} + \frac{1}{\alpha_2} - \text{коефіцієнт теплопередачі}; (9)$$

$\alpha_1$  і  $\alpha_2$  – коефіцієнти тепловіддачі між теплоносіями, теплопровідними поверхнями та навколишнім середовищем;

$\delta_{стi}$ ,  $\delta_{иj}$ ,  $\lambda_{иj}$ ,  $\lambda_{стi}$  – значення товщин і теплопровідності матеріалів шарів теплопровідних поверхонь і ізоляції.

Будь-який технологічний процес може бути представлений у вигляді інтегральної сукупності чотирьох основних (базових) фізичних процесів: механічних, гідрогазодинамічних, електричних і теплових. Ці процеси, в різних сукупностях, співвідношеннях і взаємозв'язках, утворюють внутрішню структуру довільних технологічних систем у всіх областях техніки. При цьому універсальний узагальнений технологічний процес може бути представлений у вигляді центрального функціоналу:

$$\Pi = \oint_l d\Pi_{M_i} + d\Pi_{ггд_j} + d\Pi_{E_i} + d\Pi_{T_i} , (10)$$

де  $l$  – замкнута область (ареал) технологічної системи:  $d\Pi_{M_i}$ ,  $d\Pi_{ггд_j}$ ,  $d\Pi_{E_i}$ ,  $d\Pi_{T_i}$  окремі (елементарні) механічні, гідрогазодинамічні, електричні та теплові процеси, що протікають в замкнутому технологічному ареалі:



$$\Pi_M = \phi_1 d\Pi_{M_i} \quad (11)$$

$$\Pi_{ГГД} = \phi_1 \cdot d\Pi_{ГГД_j} ; \quad (12)$$

$$\Pi_E = \phi_1 \cdot d\Pi_{E_k} ; \quad (13)$$

$$\Pi_T = \phi_d \cdot d\Pi_{T_m} ; \quad (14)$$

де  $l, j, k, m$  – кількість відповідних базових фізичних процесів.

При цьому інженерно-технічна задача енерго- та ресурсозбереження в технологічному процесі може бути зведена до мінімізації цільової функції, що виражає витрати енергії у всій інтегральній сукупності окремих базових фізичних процесів.

$$E = \min \phi_1 d E_{M_i} + d E_{ГГД_j} + d E_{E_k} + d E_{T_m} \quad (15)$$

При існуючих технологічних обмеженнях на режимні параметри  $P$  відповідних процесів:

$$\begin{aligned} P_{M_i \min} &\leq P_{M_i} \leq P_{M_i \max} ; \\ P_{ГГД_j \min} &\leq P_{ГГД_j} \leq P_{ГГД_j \max} ; \\ P_{E_k \min} &\leq P_{E_k} \leq P_{E_k \max} ; \\ P_{T_m \min} &\leq P_{T_m} \leq P_{T_m \max} ; \end{aligned} \quad (16)$$

Процеси:

$\Pi_i$ :  $\Pi_E, \Pi_M, \Pi_T, \Pi_T$  ( $i = 1, \dots, 4$ )

Вагові коефіцієнти  $R_i$  (частка значущості кожного процесу в технології галузі)

$$0 \leq R_i \leq 1$$

Науково-педагогічна задача, що вирішується в цьому напрямі, полягає у виділенні для кожного профілю спеціальності «Професійна освіта» характерних базових фізичних процесів (11) – (14), що входять у функціонал (10), визначенні відповідних втрат енергії в кожному виді фізичних процесів, що входять у функціонал (15) і вивченні науково-технічних рішень, спрямованих на мінімізацію функціоналу (15) при технологічних обмеженнях на режимні параметри фізичних процесів (16).

Формами навчання дисципліни «Основи енерго- та ресурсозбереження» є лекції, практичні та лабораторні роботи. Підґрунтям до формуванням їх змісту є наскрізна інтеграція витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів.

**Висновки.** Отже, на підставі проведеного дослідження теоретично обґрунтовано і розроблено методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів на основі інтегрованого змісту навчання з витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів.

**Перспективи подальших досліджень.** Постає потреба в експериментальній перевірці розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

#### Список використаних джерел

1. Про енергозбереження : закон України від 01.07.94 р. [Електронний ресурс]: офіц. текст зі змінами і доп.: за станом на 09.05.2015 р. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.

2. Integrated Design Pedagogy for Energy Efficient Design : Tools for Teaching Carbon Neutral Building Design / S. Vassigh, T. Spiegelhalter // *Energy Procedia*. – 2014. – N 57. – P. 2062-2069
3. Research Review of Energy Savings Changing People's Behavior: A Case of Foreign Country / Z. Simanaviciene, A. Volochovica, R. Vilkea, O. Palekienea, A. Simanavicius // *The Proceedings of 6th World Conference on educational Sciences (2 June 2015)*. – 2015. – Vol. 191. – P. 1996-2001.
4. Developing a Learning Factory to Increase Resource Efficiency in Composite Manufacturing Processes / J. Böhner, M. Weeber, F. Kuebler, R. Steinhilper // *Procedia CIRP. 5th Conference on Learning Factories*. – 2015. – Vol. 32. – P. 64–69.
5. Фокин В. М. Основы энергосбережения и энергоаудита [Текст] / В. М. Фокин. – Москва : Машиностроение, 2006. – 256 с.
6. Сибикин М. Ю. Технология энергосбережения [Текст] : учебник / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ, 2010. – 351 с.
7. Данилов Н. И. Основы энергосбережения : ученик / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 564 с.
8. Разумний Ю. Т. Енергозбереження : навч. посібник / Ю. Т. Разумний, В. Т. Заїка, Ю. В. Степаненко. – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2008. – 166 с.
9. Лазарев М. І. Методика навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів з використанням каузальних мереж : монографія / М. І. Лазарев, Д. І. Шматков. – Харків : Точка, 2014. – 184 с.

#### References

1. Verkhovna Rada Ukrainy 1994, *Pro enerhozberzhennya : zakon Ukrainy vid 01.07.94 roku*, <<http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>>.
2. Vassigh, S & Spiegelhalter, T 2014, 'Integrated Design Pedagogy for Energy Efficient Design:Tools for Teaching Carbon Neutral Building Design', *Energy Procedia*, no. 57, pp. 2062-2069.
3. Simanaviciene, Z, Volochovica, A, Vilkea, R, Palekienea, O & Simanavicius, A 2015, 'Research Review of Energy Savings Changing People's Behavior: A Case of Foreign Country', *The Proceedings of 6th World Conference on educational Sciences*, 2 June 2015, vol. 191, pp. 1996–2001.
4. Böhner, J, Weeber, M, Kuebler, F & Steinhilper, R 2015, 'Developing a Learning Factory to Increase Resource Efficiency in Composite Manufacturing Processes', *Procedia CIRP, 5th Conference on Learning Factories*, vol. 32, pp. 64–69.
5. Fokin, VM 2006, *Osnovy jenergosberzhenija i jenergoaudita*, Mashinostroenie, Moskva.
6. Sibikin, MJu & Sibikin, JuD 2010, *Tehnologija jenergosberzhenija*, 2nd edn, FORUM, Moskva.
7. Danilov, NI & Shhelokov, JaM 2006, *Osnovy jenergosberzhenija*, GOU VPO Uralskij gosudarstvennyj tehnikeskij universitet-UPI, Ekaterinburg.
8. Razumnyy, YuT, Zayika, VT & Stepanenko, YuV 2008, *Enerhozberzhennya*, Natsionalnyy hirnychyj universytet, Dnipropetrovskp.
9. Lazaryev, MI & Shmatkov, DI 2014, *Metodyka navchannya neruynivnoho kontrolyu maybutnikh inzheneriv-pedahohiv z vykorystannyam kauzalnykh merezh*, Tochka, Kharkiv.

*Стаття надійшла до редакції 09.10.2015р.*