

УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

На правах рукопису

Без'язичний Василь Федорович

УДК 378.147:621.311.1.017(043.3)

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ  
ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ  
МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ

13.00.02 – теорія та методика навчання – технічні дисципліни

Дисертація на здобуття наукового ступеня  
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник:  
кандидат педагогічних наук  
Шматков Данііл Ігорович

Харків – 2017

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ.....	13
1.1. Аналіз і систематизація ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження.....	13
1.2. Аналіз існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів та визначення проблеми дослідження.....	29
1.3. Теоретичне обґрунтування цілей та моделі змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів- педагогів.....	42
1.4. Теоретичне обґрунтування методів, засобів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів- педагогів.....	64
Висновки до розділу 1.....	74
РОЗДІЛ 2 ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ.....	77
2.1. Цілі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.....	77
2.2. Зміст навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.....	83
2.3. Методи навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.....	100
2.4. Засоби та форми навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.....	112

Висновки до розділу 2.....	150
РОЗДІЛ 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ- ПЕДАГОГІВ.....	152
3.1. Програма експериментального дослідження.....	152
3.2. Методика проведення експериментального дослідження.....	161
3.3. Результати проведення експериментального дослідження.....	167
Висновки до розділу 3.....	178
ВИСНОВКИ.....	181
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	184
ДОДАТКИ.....	208

## ВСТУП

**Актуальність і доцільність дослідження.** В умовах постійного загострення енергетичної кризи у світі й нашій країні, яка зумовлена інтенсивним вичерпанням паливно-енергетичних ресурсів планети та геополітичними розбіжностями, важливою є проблема навчання енергозбереження та ефективного використання енергоресурсів. Енергетика та енергоефективність є одним з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки в Україні на період до 2020 року відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки». В поточній редакції 2015 року Закону України «Про енергозбереження» визначено необхідність виховання у різних верств населення ощадливого ставлення до використання паливно-енергетичних ресурсів. Освітнім законодавством забезпечено дотримання цих положень. Так, у Законі України «Про вищу освіту» (2014 р.) підкреслено необхідність підготовки фахівців для пріоритетних галузей економічної, науково-педагогічної та педагогічної видів діяльності тощо.

Завдання забезпечення енергетичної незалежності України знаходиться як у сфері інженерної освіти, так й у сфері педагогічної освіти. Враховуючи те, що майбутні фахівці будь-якої галузі діяльності повинні характеризуватися наявністю соціально відповідального стилю мислення в питаннях енерго- і ресурсозбереження та сформованістю відповідної компетентності, доцільною є підготовка спеціалістів, зокрема інженерів-педагогів, що будуть забезпечувати ефективність цих заходів. Навчання таких спеціалістів, які по закінченню вищого навчального закладу можуть здійснювати як інженерну діяльність на різноманітних виробництвах, так і педагогічну діяльність у системі професійної освіти, спрямовано на забезпечення сталості знань та постійної підтримки ланцюга передачі досвіду молоді у різних галузях промисловості. Виконання завдання навчання майбутніх інженерів-педагогів вимагає відповідного наукового і навчально-методичного забезпечення з урахуванням багатопрофільності їхньої підготовки, оскільки проблеми енерго- і

ресурсозбереження є актуальними для всіх, без винятків, галузей господарської діяльності – від освіти до промисловості і побуту. Тому підвищення рівня сформованості компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження та розроблення і впровадження відповідної методики навчання майбутніх інженерів-педагогів має актуальне значення.

Проведені дослідження засвідчили, що питання навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх фахівців досліджувалось за такими напрямками: обґрунтування змісту енергозберігаючої компетентності (Е. Зеєр, Є. Лебедева, С. Фьодорова), розроблення змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження (О. Афонін, С. Денисюк, Г. Канюк, М. Сібікін, Ю. Сібікін, Ю. Царегородцев), розроблення методів та засобів навчання дисциплін енергетичного спрямування (У. Бессон, Дж. Бонер, М. Веебер, А. де Амброзіс, Ф. Кублер, Г. Можаяєва, Т. Пугачова, Є. Рильцева, А. Чернюк, П. Штейнхіплер), формування енергозберігаючої культури та застосування відповідних поведінкових моделей (Р. Вількеа, А. Волоховіца, О. Палекенія, Н. Продан, З. Симанавічене, А. Симонавічюс). Незважаючи на представлення науково обґрунтованих фактів, понять, ідей тощо у змісті навчання, їх наочність і актуальність у практиці навчання основ енерго- і ресурсозбереження, залишається відкритим питання структурування досить складного змісту навчання з метою забезпечення формування відповідної компетентності в контексті галузевої підготовки фахівців.

Разом із тим, інтегрований характер змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів недостатньо відображено у професійній підготовці цих фахівців.

Аналіз філософської, загальнонаукової, психологічної, педагогічної літератури, ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження дав змогу, незважаючи на досить значні досягнення в напрямі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, виявити низку *суперечностей* між:

– дезінтегрованістю змісту основ енерго- і ресурсозбереження в існуючих

методиках навчання та інтегрованістю предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження, що полягає в урахуванні базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення;

– потребою в адаптації змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів до галузевих напрямів їхньої підготовки та недостатньою розробленістю механізмів його реалізації;

– необхідністю формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів і обмеженістю методик її формування.

Ці суперечності дозволили сформулювати проблему дослідження, яка полягає у підвищенні рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів у процесі їх навчання.

Отже, актуальність означеної проблеми, її недостатня розробленість та необхідність розв'язання означених суперечностей обумовили вибір **теми дослідження:** «Методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів».

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Науково-практичні розробки проведеного дослідження є складовою частиною науково-дослідних робіт, що проводилися в Українській інженерно-педагогічній академії в межах тем «Розробка наукових принципів і методів інтеграції локальних енергозберігаючих енергосистем управління енергетичними об'єктами в загальні автоматизовані системи управління енергоблоками електричних станцій» (РК № 0115U003273) та «Розробка теоретичних і методичних основ професійної підготовки інженерів на основі системної природничо-техніко-технологічної інтеграції знань» (РК № 0115U003274).

Тему дисертації затверджено на засіданні науково-технічної ради Української інженерно-педагогічної академії (протокол № 3 від 05 листопада 2013 р.) і узгоджено в бюро Міжвідомчої ради з координації наукових

досліджень в галузі педагогіки та психології в Україні (протокол № 2 від 23 лютого 2016 р.).

**Мета дослідження** полягає у підвищенні рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів шляхом теоретичного обґрунтування, розробки і експериментальної перевірки відповідної методики навчання.

Відповідно до поставленої мети визначено такі **завдання дослідження**:

1. Здійснити аналіз ключових аспектів предметної галузі енерго- і ресурсозбереження у промисловості, комунальному господарстві, сфері послуг та побуту, відповідних методик навчання й визначити проблему дослідження.

2. Теоретично обґрунтувати й розробити модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

3. Розробити методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

4. Експериментально перевірити ефективність розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

**Об'єктом дослідження** є навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

**Предметом дослідження** є методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, підґрунтям якої є інтегрований зміст навчання.

Основна вихідна **гіпотеза дослідження** полягає у тому, що рівень сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів підвищиться за умови розробки та використання методики навчання, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання (інтеграція базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення) та комп'ютеризованих навчальних тренажерів.

**Методологічну та теоретичну основу досліджень складають:**

– основні положення педагогіки вищої технічної школи (С. Архангельський, А. Ашеров, В. Безрукова, В. Беспалько, В. Загвязинський, Е. Зеєр, Н. Ерганова, О. Коваленко, П. Лузан, Е. Лузік, Н. Ничкало, І. Підласий, Д. Чернілевський, В. Ягупов та інші);

– положення компетентнісного підходу (Т. Браже, Н. Брюханова, А. Вербицький, І. Гетьманська, С. Гончаренко, В. Сластьонін, В. Чошанов та інші);

– положення діяльнісного підходу (Л. Виготський, П. Гальперін, Д. Ельконін, О. Леонт'єв, С. Рубінштейн, Н. Талізїна, А. Хуторський та інші);

– положення щодо розроблення складових методик навчання дисциплїн енергетичного спрямування (У. Бессон, Дж. Бонер, М. Веебер, А. де Амбросіс, І. Казак, Г. Канюк, Ф. Кублер, Г. Можасєва, Т. Пугачова, Є. Рильцева, А. Чернюк, П. Штейнхіплер та інші);

– моделювання змісту навчання технічних дисциплїн (Є. Бєлова, Я. Дітріх, М. Лазарєв, В. Хоменко, Г. Чуприна, Д. Шматков та інші).

Для вирішення завдань було використано такі **методи дослідження:**

– *теоретичні*: аналіз науково-технічної, науково-методичної і психолого-педагогічної літератури з проблеми розроблення методик навчання майбутніх інженерів-педагогів технічних дисциплїн для визначення напрямів дослідження та понятійно-категоріального апарату; теоретичне узагальнення існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження для формулювання теоретичних засад розроблення методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; моделювання змісту навчання з метою побудови моделі інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; структурно-генетичний синтез змісту предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження з метою забезпечення цілісності інтегрованого змісту навчання;

– *емпіричні*: вивчення і узагальнення досвіду розроблення та реалізації методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження для встановлення



механізмів їх удосконалення; педагогічний експеримент для визначення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів; педагогічне спостереження за навчальною діяльністю студентів з метою удосконалення навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; анкетування майбутніх інженерів-педагогів з метою оцінки методик формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження;

– *методи математичної статистики* (дисперсійний аналіз, критерій Стьюдента) для визначення кількісних залежностей між показниками експериментального дослідження ефективності розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

**Наукова новизна** результатів дослідження полягає в тому, що:

*уперше теоретично обґрунтовано, розроблено та експериментально перевірено:*

- методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання та комп'ютеризованих навчальних тренажерів, що сприяє підвищенню рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження;

- модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, розроблену на засадах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження (механічних, гідрогазодинамічних, теплових та електричних), технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення, навчання яких детермінується галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів (механічним, електричним, хімічним та технологічним);

*удосконалено:*

- засоби навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; удосконалення полягає у розробці комп'ютеризованих навчальних тренажерів, що інтегровано моделюють механічні,

гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси для вирішення практичних завдань енерго- і ресурсозбереження.

**Практичне значення** результатів дослідження полягає у тому, що розроблено та впроваджено методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; навчальний посібник «Основи енерго- і ресурсозбереження», призначений для студентів вищих навчальних закладів; комп'ютеризовані навчальні тренажери для проведення лабораторних робіт з дисципліни.

Результати дослідження **впроваджено** у навчальний процес Української інженерно-педагогічної академії (довідка № 101-02-791 від 20 травня 2016), Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (довідка № 106-04-151 від 17 травня 2016), Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова (довідка № 106-89/13-114 від 16 травня 2016).

Результати дослідження можуть бути використані у процесі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх фахівців, у процесі підвищення кваліфікації фахівців різних спеціальностей, а також у наукових дослідженнях.

**Особистий внесок здобувача.** У працях, написаних у співавторстві, здобувачеві належать (відповідно до списку використаних джерел): [1] – обґрунтування та розроблення методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; [2] – реалізація моделі інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; [4] – обґрунтування методичних основ розроблення навчального тренажеру, що імітує теплові процеси енерго- і ресурсозбереження; [5] – обґрунтування методичних основ розроблення навчального тренажеру, що імітує теплові, електричні та гідрогазодинамічні процеси енерго- і ресурсозбереження; [6] – обґрунтування методичних основ розроблення інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; [7] – обґрунтування та розроблення навчального тренажеру, що імітує механічні та електричні процеси енерго- та

ресурсозбереження; [8] – обґрунтування теоретичних основ розроблення навчального тренажеру, що імітує механічні та електричні процеси енерго- та ресурсозбереження; [9] – обґрунтування елементів інтеграції змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; [10] – розроблення моделі інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; [11] – обґрунтування методичних та теоретичних основ розроблення навчальних тренажерів, що моделюють механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси; [12] – аналіз предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження; [13] – обґрунтування та розроблення навчального тренажеру, що імітує теплові процеси енерго- і ресурсозбереження; [14] – обґрунтування та розроблення навчального тренажеру, що імітує гідрогазодинамічні процеси енерго- і ресурсозбереження; [17] – формулювання цілей навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; [18] – математичне обґрунтування розроблення моделі інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

**Апробація результатів дослідження.** Основні результати дослідження доповідались, обговорювалися та дістали позитивну оцінку на міжнародних та регіональних науково-практичних конференціях:

- *міжнародних*: «Мультидисциплінарні академічні дослідження і глобальні інновації: гуманітарні та соціальні науки» (Київ, 2016 р.), «Актуальні наукові дослідження у сучасному світі» (Переяслав-Хмельницький, 2016 р.);
- *регіональних*: XLVII та XLVIII науково-практичні конференції науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників Української інженерно-педагогічної академії (Харків, 2013, 2014 рр.).

**Публікації.** Основні результати дослідження відображено у 18 публікаціях (з них 3 одноосібні), у тому числі: 1 монографія; 1 навчальний посібник; 10 статей – у провідних наукових фахових виданнях України (з них 4 статті – у наукових виданнях України, що входять до міжнародних

наукометричних баз); 2 патенти України на корисні моделі; 4 тези – у збірниках тез доповідей конференцій.

**Структура і обсяг дисертації.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків з кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел (195 найменувань, з них 18 – іноземними мовами), 5 додатків (на 28 сторінках). Загальний обсяг дисертації – 235 сторінок, із них 175 сторінок основного тексту. Робота містить 10 таблиць і 38 рисунків.

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ

### 1.1. Аналіз і систематизація ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження

В умовах виробництва всі технологічні процеси пов'язані з витратою або виділенням енергії, а також із перетворенням одного виду енергії в інший. Враховуючи те, що вартість усіх ресурсів з часом дорожчає, особливо в сучасних умовах, важливо їх заощаджувати у процесі виготовлення, транспортування та експлуатації продукції. Перш за все, необхідно впроваджувати енергоефективні технології та режими праці на конкретних робочих місцях, використовувати альтернативні джерела енергії на виробництві та побуті, проводити навчання майбутніх фахівців, зокрема інженерів-педагогів, ощадливому ставленню до матеріальних, енергетичних, виробничих, інформаційних та фінансових ресурсів. Однією з головних складових реалізації цих заходів є розробка та впровадження ефективних методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Розглянемо зміст галузі основ енерго- і ресурсозбереження на предмет виявлення можливостей та механізмів його структурування у навчальних цілях.

Відомими є механічна, електрична, ядерна та інші форми енергії.

Типи ж енергії – кінетична та потенційна – забезпечують усі види взаємодії двох видів матерії – речовини і поля.

Відповідно до фізичної енциклопедії [19, с. 614] термін «Енергія» визначається як «загальна кількісна міра руху і взаємодії усіх видів матерії». Подібні визначення терміну зустрічаються і в інших джерелах:

- «кількісна оцінка різних форм руху матерії, які можуть перетворюватися одна в іншу» [20, с. 5];

- «скалярна фізична величина, що є кількісною мірою різних форм руху матерії і мірою переходу їх з однієї форми в іншу» [21, с. 66].

Через те, що у загальному вигляді такі дефініції є найпоширенішим, немає потреби у подальшому аналізі джерел з метою встановлення значних відмінностей. О. Дьомін зазначає занадто високу абстрактність такого визначення через те, що «людство досі не знає, як здійснюється керування усіма явищами природи» [22, с. 148], тому, поки що, з такими дефініціями необхідно погодитись. У той же час, науковцем встановлено, що з позиції парадигми дуалізму енергія-інформація, як форми і методу існування матерії, для розуміння фізичної сутності енергії цілком достатньо розглядати механічну (гравітаційні та інерційні сили) і електричну (прояви електричних та магнітних сил) енергії.

Але навчання енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів не обмежено необхідністю розуміння «енергії», хоча і включає цей етап. Керуючись предметною галуззю дослідження та спираючись на положення парадигми дуалізму енергія-інформація, в роботі необхідними будуть деталізація та більш ґрунтовний аналіз окремих складових механічної та електричної енергій задля досягнення цілей навчання.

Відомим є підхід [23], де викладачу пропонується у методиці навчання дисциплін енергетичного спрямування здійснити перехід від чисто концептуально-орієнтованого до філософськи-обґрунтованого підходу, роблячи акцент на енергії і її особливостях (передача, перетворення, збереження і утилізація) в якості теоретичної основи для системного аналізу. Після чого, з використанням трансфемінологічного підходу викладач повинен представляти енергію в якості епістемної конструкції, а також робити акцент на відмінностях між енергетичними станами і процесами. В тому ж контексті описують методику навчання дисциплін енергетичного спрямування Р. Дуйт та Н. Кнат.

У продовження підходу дослідники зазначають, що традиційні методики досі працюють, незважаючи на низку проблем. Також визначено, що практика розробки змісту навчання дисциплін енергетичного спрямування має тенденцію до відображення питань енергозбереження [25], що підкреслює актуальність наряду.

Розглянемо предметну галузь основ енерго- і ресурсозбереження. Для забезпечення своїх потреб людство споживає вражаючі об'єми енергії. Вископна органіка, накопичена Землею за мільйони років, висчерпується за сторіччя. Продукти спалювання та відходи промисловості засмічують планету. Її унікальна збалансованість порушується. Світова спільнота вже давно одностайно визнала, що потреби людства в енергії виходять за межі екологічних можливостей планети. Розроблений ряд міжнародних програм, основна ідея яких полягає в тому, що на всіх рівнях суспільства – міжнародному, державному, місцевому, особистісному – необхідно терміново вжити заходи щодо попередження екологічної катастрофи.

В умовах загострення енергетичної та економічної кризи та зростаючих тарифів надзвичайно, формування вектору створення енергетичної незалежності держави, актуальними стали проблеми заощадження та ефективного використання енергоресурсів і відновлюваних джерел енергії.

Важливим кроком успішного вирішення перелічених проблем є навчання громадян країни основ енерго- і ресурсозбереження. Кожен повинен усвідомлювати свою причетність до розв'язання глобальних енергетичних і пов'язаних з ними екологічних проблем.

Економічний потенціал відновлюваних джерел енергії у сьогоденні оцінюється в 20 млрд. т.у.п. на рік [26], що в два рази перевищує обсяг річного видобування всіх видів органічного палива. Широкий перехід на відновлювані джерела енергії не відбувається лише тому, що промисловість, машини, обладнання та побут людей на землі зорієнтовані на органічне паливо. А також деякі види відновлюваних джерел енергії є нестабільними, мають низьку щільність енергії, а в деяких випадках – високу ціну їх використання.

Застосування відновлюваної енергії на місцевому рівні значно підвищує безпеку енергопостачання у регіоні, покращує соціальну та екологічну ситуацію. Скорочення імпорту дорогих енергоносіїв призводить до зменшення залежності України від інших держав та менш відчутного впливу енергетичної кризи [26].

Паливно-енергетичний комплекс України є системоутворюючим комплексом національного господарства країни, який визначає вектор і швидкість структурних змін в процесі ринкового реформування [27].

Перші заходи з регулювання державою рівня енергозбереження в промислово розвинених країнах були прийняті в 1973 році – після виникнення кризової ситуації в нафтопостачанні. У СРСР ця подія отримала визначення першої енергетичної кризи у капіталістичному світі. У 1974 році у капіталістичних країнах було вжито заходів заборонного характеру, які були спрямовані на зниження витрат моторного палива, а також були введені обмеження на швидкість автотранспорту, на продаж бензину у вихідні дні, на світлову рекламу, обсяг нічного освітлення тощо.

Ці заходи навряд чи дотримувалися прав людини. Тому на рівні держав почалася і триває донині розробка та реалізація комплексу адміністративно-законодавчих заходів, спрямованих на підвищення ефективності використання палива та енергії в різних сферах економіки і, отже, забезпечення енергетичної безпеки.

Один з перших законів про енергозбереження був прийнятий у ФРН 28 липня 1978. Він регулював такі напрями діяльності:

- теплоізоляція будівель;
- енергозбереження опалювальних установок;
- розподіл оплати за опалення.

У теперішній час в Європейському Союзі питання енерго- і ресурсозбереження регулюються спеціальними директивами, які є обов'язковими для виконання всіма членами ЄС. У США діє широкий спектр актів і законів штатів, що регулюють відносини виробників і споживачів енергії



та енергоресурсів. Захист прав споживачів здійснюється розвиненою юридичною та судовою практикою.

Основними законодавчими заходами, що використовують в даний час уряди країн ЄС за наявності вільних цін на паливо і регульованих державою у більшості країн тарифів на енергію, є:

- заходи фінансового (фіскального) характеру, що заохочують енергозбереження;
- організація рекламно-інформаційних та пропагандистських компаній;
- впровадження та періодичне підвищення стандартів енергоефективності та системи маркування енергоспоживаючого обладнання та приладів;
- підтримка та проведення енергетичних обстежень;
- підтримка нових досліджень і розробок в галузі енергозбереження.

Коротко розглянемо ключові нормативні документи ЄС, що регулюють політику в питаннях енергетики та змін клімату на місцевому рівні.

Зокрема, Директива щодо енергоефективності будівель (2002/91/ЄС) встановлює наступні зобов'язання для держав-учасниць [28]:

- запровадження методів обчислення/визначення енергоефективності будівель;
- запровадження мінімальних стандартів енергоефективності для нових реконструйованих будівель;
- запровадження схеми сертифікації для інформування потенційних покупців/орендарів будівель (житлових, комерційних) щодо енергоефективності певної будівлі;
- оприлюднення сертифікатів енергоефективності усіх «державних будівель»;
- запровадження схем перевірки систем обігріву/охолодження, розмір яких перевищує певні норми.

Відомими також є наступні документи:

- Директива 93/116/ЄЕС року про внесення змін з урахуванням технічного прогресу до Директиви 80/1268/ЄЕС про споживання пального механічними транспортними засобами [29];
- Директива 2009/28/ЄС про заохочення використання відновлювальних джерел енергії [30];
- Директива 2009/28/ЄС про заохочення використання енергії з відновлювальних джерел для транспортних засобів [31];
- Директива 2012/27/ЄС про ефективне використання енергії [32].

У цих документах відзначається те, що підвищити рівень енергозбереження можливо за умов зменшення енергоємності виробництва, збільшення виробництва електроенергії за рахунок АЕС, застосування альтернативних видів палива.

В Україні питання енергозбереження регулюються відповідним законодавством [33–39]: Закон України «Про енергозбереження», Закон України «Про електроенергетику», Закон України «Про теплопостачання», Закон України «Про альтернативні види рідкого та газового палива», Закон України «Про альтернативні джерела енергії», Закон України «Про нафту і газ», Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу». Розроблено більше п'ятдесяти нормативно-правових актів, більше ста методичних документів, діють сорок національних ДСТУ та понад шістдесят міждержавних стандартів.

Питанню нормативно-правового забезпечення предметної галузі присвячено значна частка наукових робіт. У праці [40] узагальнено й систематизовано нормативно-правові документи та методичні матеріали з енергозбереження в Україні – діяльності (організаційної, наукової, практичної, інформаційної), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в народному господарстві. У дисертації «Удосконалення механізмів реалізації державної політики у сфері енергозбереження України» [41] на

основі аналізу наукових положень у сфері державного управління енергозбереженням, нормативно-правових актів та статистичних даних викладено теоретичне обґрунтування і нове вирішення наукового завдання, яке полягає в узагальненні теоретико-методологічних основ державної політики у сфері енергозбереження та обґрунтуванні шляхів удосконалення механізмів її реалізації на засадах усвідомленого вибору.

Суттєве нормативно-правове забезпечення предметної галузі енерго- і ресурсозбереження детермінує потребу у формуванні спеціальних знань, умінь та професійно важливих якостей в межах відповідної галузевої нормативно-правової компетентності майбутніх фахівців у багатьох галузях. Це зумовлено тим, що будь-яке технічне або технологічне рішення, яке ставить на меті створення ефективних механізмів збереження енергії та ресурсів, повинно підпорядковуватись законодавчій базі з цього питання. Знання студентами зазначених аспектів та уміння застосовувати їх в інженерній або педагогічній діяльності виходить на перший план в контексті предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження. Особливої ваги цей аспект набуває у проекції підготовки майбутніх інженерів-педагогів – фахівців, що здійснюватимуть педагогічну діяльність у закладах професійної та вищої освіти.

Поглянемо на інші аспекти предметної галузі. В умовах виробництва всі технологічні процеси пов'язані з витратою або виділенням енергії, а також із перетворенням одного виду енергії в інший. Враховуючи те, що вартість енергоресурсів з часом дорожчає, особливо в сучасних умовах, важливо заощаджувати енергоресурси у процесі виготовлення, транспортування та експлуатації продукції. Перш за все, необхідно впроваджувати енергоефективні технології та режими праці на конкретних робочих місцях, використовувати альтернативні джерела енергії на виробництві та побуті. Адже енергоспоживання на виготовлення одиниці валового внутрішнього продукту в Україні є одним з найвищих серед промислово розвинених країн світу, що робить вітчизняну продукцію неконкурентоспроможною й надто енергозатратною.

Зважаючи на це в Україні ще в 1994 році був прийнятий Закон України «Про енергозбереження» [33]. В статті 7 (Освіта і виховання у сфері енергозбереження) цього Закону задекларовано, що: «...виховання ощадливого ставлення до використання паливно-енергетичних ресурсів забезпечуються шляхом навчання і широкої популяризації та пропаганди економічних, екологічних і соціальних переваг енергозбереження». Знання у сферах енергозбереження є обов'язковими для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів. Навчальні заклади повинні включати до навчальних програм відповідні курси з питань енергозбереження.

До 1994 року в Україні не було законодавчих актів, що регулюють діяльність в галузі енергозбереження. Закон України «Про енергозбереження» від 26 липня 1994 року із змінами і доповненнями визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян.

Цей документ не є законом прямої дії. Його мета – сформулювати основні вимоги до здійснення державної політики у сфері енергозбереження.

Так, основними принципами державної політики у сфері енергозбереження є наступне [30]:

а) створення державою економічних і правових умов зацікавленості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління;

в) пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів;

г) наукове обґрунтування стандартизації у сфері енергозбереження та нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідність дотримання енергетичних стандартів та нормативів при використанні палива та енергії;

д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

е) обов'язковість державної експертизи з енергозбереження;

є) популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;

ж) поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання та економного витрачання паливно-енергетичних ресурсів;

з) встановлення плати за прямі втрати і нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;

и) вирішення проблем енергозбереження у поєднанні з реалізацією енергетичної програми України, а також на основі широкого міждержавного співробітництва;

і) стимулювання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів шляхом комбінованого виробництва електричної та теплової енергії (когенерації);

ї) поступовий перехід до масового застосування приладів обліку та регулювання споживання паливно-енергетичних ресурсів;

й) обов'язковість визначення постачальниками і споживачами обсягу відпущених паливно-енергетичних ресурсів за показаннями приладів обліку споживання паливно-енергетичних ресурсів у разі їх наявності;

к) запровадження системи енергетичного маркування електрообладнання побутового призначення.

Закон [30] регулює відношення, що виникають під час діяльності з енергозбереження:

- проведення енергозберігаючої політики та заходів щодо енергозбереження в усіх галузях народного господарства – промисловості, транспорті, будівництві, сільському господарстві тощо, соціальній сфері та побуті, а також у сфері міждержавного та міжнародного співробітництва;

- видобування, переробка, транспортування, виробництво, зберігання та використання всіх видів палива, теплової та електричної енергії, інших ресурсів природного чи штучного походження в частині використання паливно-енергетичних ресурсів;

- проведення енергетичного аудиту;

- виробництво та поставка енергетичного та енергоспоживаючого обладнання, машин, механізмів, конструкційних, будівельних матеріалів та іншої продукції, приладів обліку, контролю і регулювання витрачання енергоресурсів;

- науково-дослідні, проектно-конструкторські, експертні, спеціалізовані, монтажні, налагоджувальні, ремонтні та інші види робіт і послуг, пов'язані з підвищенням ефективності використання та економії паливно-енергетичних ресурсів;

- роботи, пов'язані з розвитком і використанням нетрадиційних поновлюваних джерел енергії, вторинних енергетичних ресурсів, процесів заміщення дефіцитних видів палива;

- визначення пріоритетних напрямів екологічно чистої енергетики і створення нових джерел енергії та видів палива;

- інформаційне забезпечення народного господарства та населення з проблем енергозбереження і використання нових джерел енергії та видів палива;

- створення ефективних систем управління та засобів контролю за енергозбереженням.

Таким чином, законодавство охоплює найрізноманітніші сфери, а предметна галузь основ енерго- і ресурсозбереження, окрім галузевого нормативно-правового забезпечення, включає базові процеси енерго- і ресурсозбереження та технологічні енергетичні процеси. Причому базові процеси енерго- і ресурсозбереження поділяються на механічні, електричні, теплові та гідрогазодинамічні, що корелює з тезами О. Дьоміна [22] в межах парадигми дуалізму енергія-інформація. Такий зміст техніко-технологічної складової відповідає підходу, запропонованому у працях Р. Дуйта, Н. Кната, К. Константіноу та Н. Пападоуріса [23; 24], через відображення питань, що стосуються енергії і її особливостей в якості теоретичної основи для системного аналізу.

Загальна інтегральна функція енергетичних витрат в довільному технологічному процесі може бути представлена у наступному вигляді:

$$E_{\text{втр}} = \sum_{i=1}^n E_{\text{втр}_i} = \sum_{j=1}^n E_{\text{втр}_j}^M + \sum_{k=1}^m E_{\text{втр}_k}^{\text{ГГД}} + \sum_{l=1}^q E_{\text{втр}_l}^E + \sum_{r=1}^e E_{\text{втр}_r}^T \quad (1.1)$$

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 ( $E_{\text{втр}}^T$ ) витрати.

Функція механічних витрат визначається витратами енергії на тертя в функціональних парах поступального і обертального руху

$$E_{\text{втр}}^M = F_{\text{тер}} \cdot l + M_{\text{тер}} \quad (1.2)$$

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 витрат визначається витратами напору (питомої енергії) при русі рідин і газів в каналах:

$$E_{\text{втр}}^{\text{ггд}} = h_{\text{втр}} \cdot G = (h_{\text{втр}}^z + h_{\text{втр}}^p + h_{\text{втр}}^v) \cdot G, \quad (1.3)$$

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

$$h_{\text{втр}}^z = Z; \quad (1.4)$$

$$h_{\text{втр}}^p = \frac{\Delta p}{\rho g}; \quad (1.5)$$

$$L^v = \left( \lambda \frac{l}{d} + \sum \varrho_M \right) \cdot \frac{v^2}{2g}; \quad (1.6)$$

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;

$\sum \varrho_M$  – сумарний коефіцієнт місцевих гідравлічних опорів.

Функція електричних витрат визначається витратами енергії за рахунок перетворення частини електричної енергії в теплоту відповідно до закону Джоуля-Ленца:

$$E_{\text{втр}}^E = I^2 \cdot R_{\tau}, \quad (1.7)$$

де  $I$  – сила току;

$R$  – електричний опір;

$\tau$  – час.



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

$$E_{\text{втр}}^T = K(t_1 - t_2), \quad (1.8)$$

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

$$K = \frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_{\text{ш}i}}{\lambda_{\text{ш}i}} + \sum_{j=1}^k \frac{\delta_{\text{із}j}}{\lambda_{\text{із}j}} + \frac{1}{\alpha_2} \quad \text{– коефіцієнт теплопередачі}, \quad (1.9)$$

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

$\delta_{\text{ш}}$ ,  $\delta_{\text{із}j}$ ,  $\lambda_{\text{із}j}$ ,  $\lambda_{\text{ш}i}$  – значення товщин і теплопровідності матеріалів шарів теплопровідних поверхонь і ізоляції.

Грунтуючись на ідеях, запропонованих Г. Канюком [1; 6; 9], визначено, що 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:

$$\Pi = \oint_l \{d\Pi_{M_i} + d\Pi_{\text{ггд}_i} + d\Pi_{E_i} + d\Pi_{T_i}\}, \quad (1.10)$$

де  $l$  – замкнута область (ареал) технологічної системи:  $d\Pi_{M_i}$ ,  $d\Pi_{\text{ггд}_i}$ ,  $d\Pi_{E_i}$ ;  $d\Pi_{T_i}$  – окремих (елементарних) механічних, гідрогазодинамічних,

електричних та теплових процесів, що протікають в замкнутому технологічному ареалі:

$$\Pi_M = \oint_l d\Pi_{M_1}, \quad (1.11)$$

$$\Pi_{\text{ггд}} = \oint_1 \cdot d\Pi_{\text{ггд}j}, \quad (1.12)$$

$$\Pi_E = \oint_1 \cdot d\Pi_{E_k}, \quad (1.13)$$

$$\Pi_T = \oint_1 \cdot d\Pi_{T_m}, \quad (1.14)$$

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

При цьому інженерно-технічна задача енерго- і ресурсозбереження в технологічному процесі може бути зведена до мінімізації цільової функції, що виражає витрати енергії ( $E$ ) у всій інтегральній сукупності окремих базових фізичних процесів:

$$E = \min\{\oint_l [dE_{M_1} + dE_{\text{ггд}j} + dE_{E_k} + dE_{T_m}]\}, \quad (1.15)$$

При існуючих технологічних і нормативно-правових обмеженнях на режимні параметри ( $P$ ) відповідних процесів:

$$\begin{cases} [P_{M_1}]_{\min} \leq P_{M_1} \leq [P_{M_1}]_{\max}, \\ [P_{\text{ггд}j}]_{\min} \leq P_{\text{ггд}j} \leq [P_{\text{ггд}j}]_{\max}, \\ [P_{E_k}]_{\min} \leq P_{E_k} \leq [P_{E_k}]_{\max}, \\ [P_{T_m}]_{\min} \leq P_{T_m} \leq [P_{T_m}]_{\max}, \end{cases} \quad (1.16)$$

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

$$0 \leq R_i \leq 1$$

Задача, що вирішується у цьому напрямі, полягає у застосуванні моделі змісту навчання, що забезпечує виокремлення для кожного профілю за напрямом «Професійна освіта» характерних базових фізичних процесів (1.11) – (1.14), які входять у функціонал (1.10), визначенні відповідних витрат енергії у кожному виді фізичних процесів, які входять у функціонал (1.15) і аналізі науково-технічних рішень, спрямованих на мінімізацію функціоналу (1.15), а також технологічних та нормативно-правових обмежень на режимні параметри фізичних процесів (1.16).

Відповідно до наведеної інформації, що стосується предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження, майбутній фахівець у будь-якій сфері діяльності, зокрема професійної освіти, повинен характеризуватись сформованістю базової енерго- і ресурсозберігаючої та технологічної енергетичної компетентностей, поряд із галузевою нормативно-правовою, у питаннях енерго- і ресурсозбереження. Це забезпечує дотримання положень широкого спектру законів, актів, директив у галузі. Особливу увагу у формуванні професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження необхідно приділяти у процесі навчання майбутніх інженерів-педагогів, адже основним завданням цих фахівців є забезпечення ефективного функціонування ланцюга придбання та передачі досвіду у галузі енерго- і ресурсозбереження. Тому можливо стверджувати про те, що розглянута предметна галузь детермінує інтегроване формування базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей як складових компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Структура компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження

Така компетентність узгоджується з введеним Е. Зеєром, Є. Лебєдевою та С. Фьодоровою [42] терміном «енергозберігаюча компетентність», причому науковці наголошують на важливості формування таких знань, умінь та професійно важливих якостей у викладачів галузі професійної освіти.

Сьогодні в закладах освіти України виконується Програма енергозбереження та енергоефективності, яка розроблена відповідно до Указу Президента України від № 174/2008 28.02.2008 «Про невідкладні заходи щодо забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів» [43], Розпорядження Кабінету Міністрів України від 27.07.2006 № 436-р «Про затвердження плану заходів на 2006-2030 роки» [44] щодо реалізації Енергетичної стратегії України, Наказ Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів № 33 від 17.03.2009 «Про затвердження Методики галузевих, регіональних програм енергоефективності та програм зменшення споживання енергоресурсів бюджетними установами шляхом їх раціонального використання» [45] та інші (у т.ч. вже розглянуті) нормативно-правові документи.

Необхідно зазначити, що зміст навчання енерго- і ресурсозбереження дотепер не був відображений у чіткому систематизованому та формалізованому вигляді. Цю проблему підкреслюють багато вітчизняних та закордонних учених. Зокрема про важливість відображення витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів у змісті суміжних дисциплін у темах, що стосуються енерго- і ресурсозбереження, вказують іноземні учені [46–48], більш детально це питання буде проаналізовано у наступних підрозділах.

Отже, в результаті аналізу ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження виявлено інтеграцію техніко-технологічної складової та галузевого нормативно-правового забезпечення, що полягає у наявності сталого взаємозв'язку між вказаними аспектами через необхідність дотримання вимог чинного законодавства та підзаконних актів у будь-якій діяльності в галузі, що спрямовано на забезпечення підвищення ефективності цієї діяльності. Встановлено необхідність інтегрованого формування у

майбутніх фахівців базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей як складових компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Постає потреба в аналізі існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження з метою визначення їх відповідності інтеграційним характеристикам предметної галузі та структурованості підходів.

## **1.2. Аналіз існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів та визначення проблеми дослідження**

Після аналізу ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження необхідно перейти до теоретичного аналізу основних складових методики її навчання.

В регіональному масштабі відомою є розробка [49], що визначає напрями побудови освітньої моделі в галузі енерго- та ресурсозбереження, а саме:

- аналіз відповідності кваліфікації випускників державних закладів освіти вимогам роботодавців;
- необхідність єдиного підходу до кадрового забезпечення енергозбереження і підвищення енергоефективності;
- інновації та complete-підхід (формування цілісних програм енергозбереження і підвищення енергоефективності – цілісна реалізація програм енергозбереження і підвищення енергоефективності – цілісні результати програм енергозбереження і підвищення енергоефективності) в енергозбереженні та підвищенні енергоефективності;
- єдиний освітній напрям;
- єдність додаткової професійної освіти;
- необхідність єдиного комплексу навчальних закладів;
- єдність і продуктивність мислення і практики енерговідповідального.

Автори також зазначають, що у сфері енергозбереження та енергоефективності попит на освітні послуги багаторазово перевищує пропозицію [50].

Ще наприкінці минулого століття енергозбереження та ресурсозбереження стали пріоритетними напрямками державної політики України. Постановою Кабінету Міністрів України № 148 від 5 лютого 1997 р. була схвалена Комплексна державна програма енергозбереження України (КДПЕ) [51]. Ця програма базувалась на розробці та впровадженні галузевих і регіональних програм енергозбереження на період до 2010 року. Завдяки впровадженню результатів КДПЕ України, на сучасному етапі спостерігається технологічна перебудова економіки країни в цілому, її окремих галузей та підприємств. Ця перебудова перш за все передбачає виведення з роботи морально застарілого та фізично зношеного устаткування, припинення випуску енергетично неефективної продукції і впровадження новітніх технологій, обладнання, приладів та систем.

Тобто в теперішній час на державному рівні створені такі програми, в яких основна увага приділяється науково-технічним основам розробки і впровадження прогресивного технологічного устаткування, технологій, що забезпечують технологічну перебудову і енергозбереження в базових галузях економіки і соціальної сфері України. В результаті реалізації КДПЕ України виникла нагальна потреба в фахівцях, від кваліфікованого робітника до інженера, дослідника, вченого, які спроможні втілити новітні технології, перебудувати існуюче виробництво з урахуванням вимог енерго- та ресурсозбереження. Таким чином перед освітою встало завдання підвищення кваліфікації та підготовки фахівців всіх освітньо-кваліфікаційних рівнів, які спроможні втілити у практичну діяльність заходи з енергозбереження та ресурсозбереження. Більш того, перед сучасною освітою України ставиться завдання щодо формування у громадян гуманного ставлення до природи, відповідальності, ощадливості, принциповості, самоконтролю діяльності,

логічного мислення, педантичності, системності та ерудованості з енерго- і ресурсозбереження.

Формування компетентності з основ енерго- та ресурсозбереження слід починати ще з навчання в школі та продовжувати в професійному навчальному закладі (професійно-технічному або вищому). Таку компетентність необхідно підтримувати у фахівців протягом всього життя, підвищуючи їхню кваліфікацію. Так, вже в шкільну програму дисципліни «Фізика» включені питання альтернативних видів енергії, способів економії енергії тощо. Для загальноосвітніх навчальних закладів рекомендується навчальний посібник «Енергозбереження та пом'якшення змін клімату» [52]. Посібник авторів А. Праховніка, Є. Іншекова, В. Дешко та інших авторів присвячено темам пом'якшення змін клімату і раціонального використання енергії та ресурсів. У посібнику розглянуто питання, що стосуються енергозбереження, енергоефективності, пом'якшення змін клімату та принципів сталого розвитку з урахуванням природних та соціально економічних особливостей України.

З ініціативи Держкоменергозбереження активно проводяться різні конкурси шкільних проектів на тему [53]:

- що для мене енергозбереження;
- енергія і середовище;
- енергозбереження від поновлюваних джерел енергії;
- енергоефективність та енергозбереження тощо.

У шкільному курсі фізики питання енергозбереження розглядаються в межах факультативів. Користуючись матеріалами посібника «Факультатив з фізики «Основи енергозбереження». 10-11 класи. Програма, задачі та методичні матеріали» [54], визначимо місце дисципліни «Основи енергозбереження» в загальноосвітній підготовці учнів.

Спецкурс «Основи енергозбереження» є міжпредметним. Його мета – інтегрувати та поглибити знання учнів з енергетики, які вони здобули на уроках природничо-математичних дисциплін, формувати розуміння життєвої необхідності бережливого використання енергії, поважати законодавство,

навчати учнів раціонально використовувати енергетичні ресурси, розвивати екологічну та економічну культуру, визначати причини енергетичної кризи, впроваджувати в життя енергозберігаючі технології, тобто формувати компетентність з основ енерго- і ресурсозбереження. Вже на цьому рівні можна побачити інтегративний характер предметної галузі, що представляє поєднання базових процесів енерго- і ресурсозбереження (механічних, гідрогазодинамічних, теплових та електричних), технологічних енергетичних процесів та нормативно-правового забезпечення. На шкільному рівні аналіз нормативно-правового забезпечення ще не носить галузевого характеру. Спецкурс містить теоретичний та практичний матеріал, який розширює знання учнів, набуті в процесі навчання курсу фізики, і має з ним тісний тематичний зв'язок. Програма курсу пропонується як орієнтовна. Залежно від умов, учитель може поглибити розгляд окремих питань або дещо змінити деякі з них, збільшувати кількість практичних робіт, замінювати окремі роботи. Після закінчення курсу, наприкінці навчального року, вважається доцільним проведення захисту завдань творчого характеру (проектно-конструкторських, дослідницьких робіт, саморобних приладів та енергозберігаючих установок). На заняттях визначається важливим використання інноваційних технологій, зокрема методу проектів.

Аналогічні спецкурси з питань енергозбереження існують в загальноосвітніх навчальних закладах в різних містах та селах України. Але слід зазначити, що програма вивчення учнями шкіл питань енергозбереження, яка була б затверджена на державному рівні, на сьогоднішній день відсутня.

Розглянемо підготовку кваліфікованих робітників в системі професійно-технічної освіти щодо енергозбереження та ресурсозбереження. В межах програми КДПЕ України в 2008–2010 роках було створено українсько-німецький проект «Реформа професійно-технічної освіти з урахуванням енергоефективності». В даному проекті взяли участь деякі професійно-технічні навчальні заклади України, в яких в якості експерименту в навчальний процес упроваджено спільно розроблено дисципліну «Основи енергоефективності». Її



внесено в Типову базисну структуру навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах [55]. І хоча цей предмет охоплює більш широке коло питань, він в найбільшому ступені наближений до енерго- та ресурсозбереження. Таким чином, в межах професійно-технічної освіти майбутні робітники отримують відповідні знання та уміння, формують професійно важливі якості.

Підсумовуючи цей етап аналізу, необхідно зазначити, що у відомих методиках на рівнях середньої та професійної освіти помітною є дезінтегрованість та відсутність чіткої структурованості змісту основ енерго- і ресурсозбереження, не дивлячись на наявність інтегрованого характеру предметної галузі.

Коротко розглянемо методики навчання суміжних до основ енерго- і ресурсозбереження дисциплін у вищій школі.

Основи теорії, принципи функціонування, побудову та використання нетрадиційної енергетики (сонячної енергії, вітру, енергії води, біопалива, геотермальної енергії) викладено у навчальному посібнику «Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі» [56]. Зміст висвітлює використання практики застосування нетрадиційної енергетики у різноманітних сферах суспільного життя. Крім викладок теорії, основ побудови, методів розрахунку і практичного застосування нетрадиційної енергетики, наведено приклади реальних задач з нетрадиційної енергетики та їх розв'язання.

Посібник «Відновлювальні джерела енергії (досвід Польщі для України)» [57] показує перспективи та шляхи впровадження відновлювальних джерел енергії в Україні. У посібнику надаються теоретичні основи використання відновлювальних джерел енергії, енергетичний потенціал України, загальний та територіальний розподіл ресурсів, сучасний стан розвитку, законодавчі аспекти. Зроблено огляд існуючих технологій щодо використання сонячної, вітрової, геотермальної енергії, енергії біомаси та малої гідроенергетики. Показано типові проекти, що застосовуються на даний момент у Польщі і можуть бути корисними для України. Зроблено огляд законодавчих актів та

проектів України по кожному з видів відновлювальної енергетики. Наведено приблизні технологічні та економічні розрахунки проектів з відновлювальної енергетики.

У навчальному посібнику «Альтернативні джерела енергії» [58] викладено основні теоретичні положення використання альтернативних джерел енергії, наведено приклади та принципи дії електроенергетичних установок, що використовують альтернативні джерела енергії.

У підручнику «Високотемпературні процеси та установки» [59] розглянуто питання створення теплотехнічних умов для здійснення високотемпературних процесів різних галузей виробництва: вибір палива, метод його спалювання, найбільш повне і економічне використання вторинних енергетичних ресурсів.

Системний підхід до екологізації енергетики як одного з пріоритетних напрямів забезпечення національної безпеки і розвитку України висвітлено у посібнику «Екологізація енергетики» [60]. Стратегічні питання і прикладні проблеми викладено в контексті Всесвітньої програми дій ООН на XXI століття, Енергетичної Хартії та міжнародних зобов'язань України. Основну увагу акцентовано на нетрадиційних джерелах енергії, енергетичному менеджменті та аудиті, які здатні у стислі терміни і з найменшими капіталовкладеннями збільшити енергетичну ефективність і незалежність державної енергетичної системи.

У навчальному посібнику «Економіка енергетики» [61] розглянуто економічні, правові та організаційні основи енергетики України. Розроблено нові підходи щодо місця і ролі фондів в енергетиці, розрахунку їх ефективного використання, обґрунтовано шляхи залучення інвестицій, методи визначення продуктивності праці в специфічних умовах енергетики. Значну увагу приділено затратам енергетичного виробництва, методиками розрахунків калькуляції виробництва енергії на теплових електроцентралях, атомних, гідравлічних і газотурбінних електростанціях. Сформовано порядок ціноутворення й тарифної політики в енергетиці. Розглянуто баланс паливно-

енергетичних ресурсів, природу енергетичних криз. Викладено сучасні методи організації наукових досліджень інноваційної діяльності, розрахунки їх економічної ефективності, наведено приклади розв'язання типових задач. При викладенні цих питань було враховано досвід роботи енергетики в умовах реструктуризації, переходу на ринкові взаємовідносини.

Основні чинники енергетичного виробництва, шляхи їх ефективного використання, механізми формування собівартості енергетичної продукції та питання її ціноутворення розглянуто у навчальному посібнику «Економіка енергетики» [62]. Приділено увагу оцінці економічної ефективності господарських заходів в енергетиці, досліджено проблеми планування та прогнозування макроенергетичних показників, формування структури державного управління енергетичною галуззю. Подано тлумачення спеціальних термінів і понять, розкрито найважливіші закономірності і взаємозв'язки в розвитку механізмів економіки енергетики. Аналізуються особливості функціонування енергетичного комплексу України та розвинених країн на сучасному етапі економічного розвитку.

Коротку характеристику технологічних схем і споживачів енергії наведено у навчальному посібнику «Экономия энергии в промышленности» [63]. Викладено методіку складання і аналіз енергобалансів енергоустановок, цехів і підприємств. Розглянуто методи нормування витрат енергоресурсів. Описано основні напрями зниження витрат енергоресурсів, енергозбереження і устаткування для утилізації скидної теплоти. Надано вартісні характеристики енергоносіїв і техніко-економічне обґрунтування заходів щодо енергозбереження.

Таким чином, необхідно зазначити, що зміст суміжних дисциплін також можливо підпорядковувати інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення, хоча ці аспекти у проаналізованих джерелах висвітлено фрагментарно.

Розглянемо методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження у вищих навчальних закладах, що можуть застосовуватись в процесі навчання майбутніх інженерів-педагогів, через аналіз опублікованих підручників та навчальних посібників, а також методик навчання, представлених у періодичній науковій літературі.

Основні положення енергозбереження як навчальної дисципліни викладено у підручнику «Основы энергосбережения» [64], 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 «Технология энергосбережения» [65]. Основні положення, структура, зміст і заходи енергозбереження і енергоаудиту в питаннях теплотехніки, теплотехнологіях, теплогенерируючих і котельних установках, системах електропостачання і теплових мережах представлено у підручнику «Основы энергосбережения и энергоаудита» [66]. 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 нормативних енергетичних обстежень і складанню енергетичного паспорта споживачів паливно-енергетичних ресурсів.

У зазначених підручниках, поряд із галузевими законодавчими та нормативними основами енергозбереження, практичними засобами їх реалізації, не в повній мірі висвітлено інтеграційні аспекти змісту предметної галузі, що полягають у поєднанні базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення. Також обмеженою є диференційована адаптація змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх фахівців до галузевих напрямів їх підготовки.

У практичному посібнику «Енергозбереження в Україні: правові аспекти і практична реалізація» [67] досліджено законодавство у галузі енергозбереження, перелічено та проаналізовано основні програмні документи.

На основі цього висвітлено особливості державної політики з енергозбереження. Запропоновано шляхи та методики вдосконалення управління енергозбереженням на місцевому рівні. Розглянуто питання енергоменеджменту, енергетичного аудиту, фінансування заходів із енергозбереження бюджетними установами, енергетичного паспорту та державної експертизи. Недоліками посібника в контексті обраної проблематики є його обмеженість лише правовими аспектами енергозбереження, що впливає зокрема на обмеженість формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, а також недостатня розробленість диференційованої адаптації змісту навчання до галузевих напрямів підготовки майбутніх фахівців.

У навчальному посібнику «Енергозбереження та експлуатація систем теплопостачання» [68] наведено шляхи розв'язання енергозбереження у житловому будівництві, в промисловості та в системах ТГПіВ, а також основні питання експлуатації систем теплопостачання. У навчальному посібнику «Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання» [69] розглянуто основні джерела енергозабезпечення фермерських господарств. Особливої уваги надано біогазу як перспективному паливу. Запропоновано методику інтелектуальної підтримки прийняття рішень з управління організаційно-технологічними механізмами підвищення продуктивності біогазових реакторів тощо. З наведеного короткого опису двох посібників можна зробити висновок про те, що більшої уваги приділено тепловим процесам, а механічні, гідрогазодинамічні та електричні процеси згадуються лише опосередковано, компетентісний підхід у навчанні обмежено реалізований.

Навчальний посібник «Енергозбереження» під авторством Ю. Разумного, В. Заїки, Ю. Степаненко [70] 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. Незважаючи на повноту висвітлення основних напрямів енергозбереження, інтеграцію базових процесів

енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення висвітлено лише опосередковано. Методика формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження та адаптація до специфіки майбутньої професійної діяльності фахівців чітко не простежуються.

У навчальному посібнику «Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження» [71] розглянуто основні принципи енергозбереження за рахунок використання вторинних енергетичних ресурсів. Значну увагу звернуто на економічну ефективність енергозбереження. Наприкінці кожного розділу запропоновано контрольні запитання, що в значній мірі сприяє самостійному опануванню навчального матеріалу, а практичні приклади дозволяють краще освоїти методики економічної ефективності від впровадження енергозберігаючих заходів. Проте, поєднання базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення розглянуто поверхнево. Також відсутньою є методика формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Навчальний посібник під авторством О. Закладного, А. Праховник, О. Соловей «Енергозбереження засобами промислового електропривода» [72] відображає актуальні питання управління енергоефективністю (енергозбереження) засобами промислового електропривода. У посібнику більшої уваги приділено електричним та тепловим фізичним процесам, зв'язки з механічними та гідрогазодинамічними процесами висвітлено не в достатній мірі, відсутньою є методика формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Питання енергозбереження у різноманітні способи теплообміну викладено у посібнику «Основы энергосбережения в вопросах теплообмена» [73]. Надано основні поняття, визначення і закони теплопровідності, конвективного і променистого теплообміну, теплообмінних апаратів. Розглянуто теплообмін випромінюванням між тілами і в газах, в двофазних

середовищах при кипінні і конденсації, теплопередача при складному теплообміні. Розглянуто питання збереження теплової енергії і інтенсифікації теплопередачі. Представлено особливості критичного діаметру теплової ізоляції і робота теплових трубок. Посібник здебільшого розкриває зміст теплових та гідрогазодинамічних процесів, не приділяючи достатньої уваги іншим, характерним для предметної галузі фізичним процесам, а також характеризується усіма недоліками, згаданими під час аналізу попередніх джерел. Методику формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження не представлено.

Загальну методологію комплексного аналізу ефективності використання енергії при її виробництві, передачі і вжитку представлено у посібнику «Энергосбережение и энергетический менеджмент» [74]. Методологія включає аналіз енергетичної ефективності використання енергії і економічної ефективності енергозберігаючих заходів. У навчальному посібнику «Енергозбереження та енергетичний менеджмент» [75] розглянуто елементи теорії енергозбереження, наведено приклади енерготехнологічних систем, описано основи управління енергетикою підприємства, питання економіки та організаційно-правові основи енергоменеджменту. Наведені методики навчання не в повній мірі враховують наведену інтеграцію базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення, не включають диференційовану адаптацію до специфіки професійної майбутніх фахівців та не забезпечують формування компетентності, що є характерним результатом навчання основ енерго- і ресурсозбереження.

У своїй праці Е. Зеєр та О. Лебедева [76] пропонують інтегративну модель професійно-освітнього простору енергозбереження, що містить чотири компоненти – цільовий блок, операційний блок, організаційно-діяльний компонент та рефлексійний блок. Відповідно до цієї моделі, цільовий блок визначає передпрогнозну орієнтацію розвитку подальших дій і містить вимоги організацій і роботодавців до енергозбереження; інформацію про отримання,

передачу та застосування джерел енергії, що міститься в державних освітніх стандартах і навчальних (освітніх) програмах. В операційний блок входять методологічні основи моделювання процесу формування енергозберігаючої компетентності та відповідних їй компетентностей, що може передбачати у т.ч. базову енерго- і ресурсозберігаючу, технологічну енергетичну та галузеву нормативно-правову професійні компетентності. Організаційно-діяльнісний компонент моделі включає етапи (мотиваційний, навчальний та оціночний), які є адекватними логіці розвитку особистості того, хто навчається і побудови навчального процесу. Рефлексивний блок включає моніторинг формування енергозберігаючих компетентностей за допомогою безперервного або періодично повторюваного збору даних, що представляють собою сукупність певних ключових показників енергозбереження. Модель передбачає досягнення актуальних цілей, застосування відомих методів навчання, сучасних засобів та форм навчання. Але, враховуючи новизну розробленої авторами моделі, в ній залишаються незрозумілими механізми адаптації моделі змісту навчання до галузевих напрямів підготовки майбутніх фахівців.

До переваг проаналізованих методик можливо віднести представлення науково обґрунтованих фактів, понять, ідей тощо у змісті навчання, наочність і актуальність пропонованих знань.

Представлений аналіз, головні результати якого представлено в табл. 1.1 (символ «+» означає наявність недоліку), виявив певні суперечності між наступним:

– дезінтегрованістю змісту основ енерго- і ресурсозбереження в існуючих методиках навчання та інтегрованістю предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження, що полягає в урахуванні базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення;

– потребою в адаптації змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів до галузевих напрямів їхньої підготовки та недостатньою розробленістю механізмів його реалізації;



– необхідністю формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів і обмеженістю методик її формування.

Таблиця 1.1

### Недоліки відомих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження

Джерело, в якому розглянуто методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження	Недоліки методик		
	Дезінтегрованість змісту	Недостатня розробленість адаптації моделі змісту навчання до галузевих напрямів підготовки майбутніх фахівців	Обмеженість методики інтегрованого формування характерної професійної компетентності
Методика [64]	+	+	+
Методика [65]	+	+	+
Методика [66]	–	+	+
Методика [67]	+	+	+
Методика [68]	+	–	+
Методика [69]	+	–	+
Методика [70]	+	+	+
Методика [71]	+	+	+
Методика [72]	+	–	+
Методика [73]	+	+	+
Методика [74]	+	+	+
Методика [75]	+	+	+
Методика [76]	–	+	–

З табл. 1.1 видно, що розглянуті недоліки містяться у переважній кількості відомих методик.

Отже, розглянуті суперечності дозволяють сформулювати проблему дослідження, яка полягає у підвищенні рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів у процесі їх навчання.

### **1.3. Теоретичне обґрунтування цілей та моделі змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів**

Розглянемо цілі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів через призму компетентісного підходу в навчанні.

Одним із завдань сучасної вищої школи є підготовка компетентного, «гнучкого», конкурентоспроможного спеціаліста. Н. Ничкало вважає головним завданням професійного навчання підготовку «кваліфікованих конкурентоспроможних кадрів із високим рівнем професійних знань, навичок і мобільності, які відповідають вимогам науково-технічного прогресу і ринковим відносинам в економіці, виховання соціально активних членів суспільства, формування в них наукового світосприйняття, творчого мислення, кращих людських якостей, національної свідомості» [77, с.11].

Нині, замість актуальних раніше знань, умінь і навичок, в педагогіці вищої школи все більше визнається принцип формування у студентів професійних компетентностей. Мається на увазі не проста заміна однієї освітньої парадигми на іншу, а принциповий перехід від накопичення знань та засвоєння умінь до реалізації світової практики в вищій освіті – підготовку молоді до впевненої професійної і соціальної діяльності в умовах ринкової економіки. Спробуємо сформулювати поняття професійної компетентності. Міжнародний департамент стандартів для навчання та освіти розглядає поняття компетентність як спроможність кваліфіковано здійснювати діяльність, виконувати завдання або роботу. Оцінювати компетентність

пропонують за такими показниками: знання, вміння, навички, навчальні досягнення.

У своїй роботі Т. Браже пропонує розглядати компетентність як багатофакторне утворення, що уможливило успішне здійснення професійної діяльності [78, с.18].

Компетентність можна розглядати за наступними напрямками [79]:

- поєднання вмінь, навичок, поведінки та дій у межах певної діяльності;
- поєднання знань, умінь, навичок у професійній діяльності без критеріїв оцінювання;
- поєднання тих самих елементів, але із застосуванням стандартів;
- поєднання здібностей та особистих якостей людини.

Професійна компетентність формується як результат розвитку професійних якостей: пам'яті, логічного мислення, рефлексії, організованості, акуратності і пунктуальності, емоційної стійкості, уваги, допитливості, рішучості, комунікабельності. Розвиток цих основних якостей у поєднанні зі стійкою системою моральних цінностей слугує основою формування компонентів, необхідних для будь-якої спеціальності [80].

Для того, щоб стати майстром своєї справи, треба не лише знати зміст майбутньої професійної діяльності, володіти вміннями і навичками, а й проявляти творчість, займатися самоосвітою, дбати про інтереси держави. Сьогодні кожен розуміє, що в умовах переходу до ринкової економіки попитом на ринку праці користуються спеціалісти, які вміють мислити нестандартно, творчо застосовувати знання в складних виробничих, соціальних ситуаціях [81; 82].

У сучасній науці вироблено підхід до визначення професіоналізму. Професіонал розглядається як цілісний суб'єкт, активний, вільний і відповідальний у проектуванні, утворенні та творчому перетворенні власної діяльності. Основними особливостями діяльності спеціаліста на сучасному етапі є комплексність та цілісність, творчий характер, поєднання колективної діяльності та індивідуальної творчості [83].

Інтелектуальні якості зумовлюють професійні уміння фахівця, допомагають йому приймати правильні рішення, сприяють творчості, пошуку нових, неординарних шляхів розв'язання проблем. Серед цих якостей – чіткість і логіка мислення, його критичність, творча уява, винахідливість, дотепність тощо. Особливу роль у майбутній професійній діяльності відіграють характеристики мислення, наприклад, оперативність, що характеризує його здатність швидко знаходити оптимальне вирішення професійних завдань [84–86] чи логічність. Всі ці якості можуть застосовуватись фахівцями щодо прийняття рішень з енерго- та ресурсозбереження в особистій професійній діяльності.

Більшість видів сучасної трудової діяльності передбачає готовність спеціаліста до вирішення неординарних та не алгоритмізованих завдань, успішне розв'язання яких часто залежить від правильності оцінки ситуації і вибору оптимальної стратегії дій [87]. Можна стверджувати, що логічне мислення є важливою професійною якістю, яка тією чи іншою мірою властива всім видам кваліфікованої праці.

Ставлення до компетентності, її реалізація й удосконалення залежить від правильного розуміння її сутності і змісту.

С. Гончаренко визначає цю категорію наступним чином: «Компетентність (від лат. *Competens* – належний, відповідний) – сукупність знань і вмінь, необхідних для ефективної професійної діяльності: вміння аналізувати, передбачити наслідки професійної діяльності, використовувати інформацію» [88, с. 149], інші науковці «... підвалиною педагогічної майстерності» і вважають, що формування професійної компетентності визначається завданнями ВНЗ [89, с. 37–38].

В енциклопедії професійної освіти визначено, що професійна компетентність – це інтегральна характеристика ділових та особистісних якостей спеціаліста, що відображає рівень знань, умінь і досвід, які достатні для досягнення мети даного роду діяльності, а також його моральна позиція [90, с. 383]. Саме в цьому контексті будемо розглядати професійну

компетентність майбутніх інженерів педагогів в галузі основ енерго- і ресурсозбереження, а саме як інтегральну характеристику знань, умінь та професійно важливих якостей.

В. Чошанов, аналізуючи поняття «компетентності», визначає три його ознаки: мобільність знань, «гнучкість методу», критичність мислення [91, с. 21].

На думку фахівців [92, с. 334], система професійної компетентності включає наступні основні елементи:

- підсистема індивідуально-психологічних особливостей фахівця – поєднання різних структурно-функціональних компонентів психіки, які визначають індивідуальність, стиль професійної діяльності, поведінки й виявляються в професійних якостях особистості;
- підсистема професійних знань як логічна системна інформація про навколишній і внутрішній світ людини, зафіксована в її свідомості;
- підсистема професійних умінь як психічних утворень, що полягають у засвоєнні людиною способів і технік професійної діяльності; підсистема професійних навичок – дії, сформовані в процесі повторення певних операцій і доведені до автоматизму.

Професійна компетентність вміщує теоретичну компетентність практика й практичну компетентність теоретика. Тільки їх взаємозв'язок забезпечує справжній або повний професіоналізм фахівця.

Практичне перетворення дійсності можливе лише на основі знань. У процесі професійної діяльності практик може набути лише емпіричні знання. Але вирішення практичних завдань потребує використання не тільки емпіричних, а й теоретичних знань. Без відповідних теоретичних знань не можна ефективно вирішувати відповідні практичні завдання. Водночас теорія завжди нерозривно пов'язана з практикою, що і закладено у відповідних принципах навчання.

Для ефективної організації фахової підготовки студентів у ВНЗ необхідно передбачити, як студент буде поводити себе в професійній діяльності.

Орієнтування навчального закладу на формування відповідного рівня професійної компетентності випускника може сприяти забезпеченню цілісності освітньо-виховного процесу і більш високому рівню його якості [93].

В. Хоменко вважає, що «в основу класифікації професійної компетентності фахівця має бути покладена структура його професійної діяльності» [90].

Важливо організувати навчально-виховний процес так, щоб уже на ранніх етапах професійного становлення студенти почали усвідомлювати свої ціннісні орієнтації, цілі і завдання обраної професії, а також були включені в роботу, що сприяє розвитку смислових орієнтирів.

Тому знання, відповідні уміння та професійно важливі якості з енерго- та ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів необхідно почати формувати якомога раніше. Раннє введення основ енерго- і ресурсозбереження до програм підготовки студентів буде сприяти отриманню базових знань з цього напрямку. Закріплення та остаточне формування умінь буде здійснюватись на старших курсах під час навчання професійних дисциплін.

Однією з основних концептуальних засад державних стандартів вищої освіти є одночасне формування як професійних компетентностей, так і формування та розвиток особистісних характеристик майбутнього фахівця згідно із законом України «Про освіту» [95]. Останній визначає, що метою освіти є також «всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, розвиток її талантів, розумових і фізичних здібностей, виховання високих моральних якостей, формування громадян, здатних до свідомого суспільного вибору».

Професійна компетентність фахівця стосовно енерго- і ресурсозбереження представляє собою цілісну сукупність знань, умінь, що будуть детально проаналізовані в дисертаційній роботі, а також і професійно важливих якостей, необхідних йому для успішного виконання виробничих задач і функцій, які передбачені державними і галузевими стандартами. Ця компетентність передбачає зокрема наявність таких якостей, як гуманне

ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, принциповість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження [42; 49; 76; 81; 96].

Керуючись Концепцією бакалаврської підготовки фахівців за напрямом 6.010104 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)» Української інженерно-педагогічної академії [97], заснованою на працях Н. Брюханової [98; 99], компетентності інженера-педагога бакалаврської програми підготовки набувають такого змісту:

- соціально-особистісна – система знань про фізичні й інтелектуальні ресурси розвитку особистості, морально-етичні й правові аспекти поведінки людини та взаємодії її із навколишньою дійсністю;

- інструментальна – система знань способів організації й здійснення навчально-пізнавальної діяльності, здатність до комунікації, управління інформацією тощо;

- загальнонаукова – фундаментальні й прикладні знання наук та галузі;

- методологічна – прагнення до вдосконалення професійних компетентностей, володіння системними основами функціонування об'єктів професійної діяльності в освітній та виробничій сферах;

- креативна – впровадження елементів творчості під час організації професійної діяльності, реалізація нестандартних підходів до виконання професійних обов'язків, впровадження власних оригінальних ідей щодо розв'язання педагогічних та виробничих ситуацій;

- проектувальна – на основі знань вимог ринку товарів та послуг, нормативних положень і тенденцій розвитку виробничого й освітнього процесів, з урахуванням результатів діагностики вихідних умов праці, – здійснення аналізу, прогнозування, планування, конструювання об'єктів професійної діяльності; контроль педагогічної й виробничої ситуації та швидке їх корегування за допомогою відповідних додаткових технологій;

- комунікативна – досконале володіння професійною термінологією, обирання й застосовування вербальних та невербальних засобів спілкування із

суб'єктами навчального та виробничого процесів, швидке включення у взаємодію, володіння методами саморегуляції емоційного стану;

- нормативно-правова – знання трудового законодавства, освітніх та галузевих норм і стандартів, здійснення професійної діяльності у правовому полі;

- технологічна – діагностування стану простих технічних та педагогічних систем; нагляд і контроль за станом та експлуатацією виробничого або навчального обладнання; допомога в підготовці графіків робіт, замовлень, заявок, інструкцій, пояснювальних записок, карт, схем, іншої технічної документації, а також встановленої звітності за затвердженими формами й у визначені терміни як для виробничого, так і для навчального процесів; використання сучасних засобів комп'ютерних технологій; реалізація системи заходів із забезпечення відповідності навчального і виробничого середовища нормам безпеки життєдіяльності;

- менеджерська – управління пізнавальною діяльністю суб'єктів навчального і виробничого процесів, підтримка їх професійного розвитку, сприяння розвитку їх творчої ініціативи, раціоналізації, винахідництва, впровадженню досягнень вітчизняної і зарубіжної педагогічної й галузевої наук і техніки, використання передового педагогічного та виробничого досвіду, допомога у створенні робочої та навчальної атмосфери, тих, хто навчається або працює.

Соціально-особистісна, інструментальна та загальнонаукова є загальними компетентностями, а методологічна, креативна, проектувальна, комунікативна, нормативно-правова, технологічна та менеджерська є професійними компетентностями [97].

Спираючись на компетентності майбутнього викладача професійної освіти, визначимо мету навчання основ енерго- і ресурсозбереження. Вона полягає у формуванні знань і умінь щодо раціонального використання енергетичних ресурсів, виявлення та усунення непродуктивних витрат енергоресурсів, застосуванні галузевих правових і нормативних документів з



енергозбереження, а також формування та удосконалення таких професійних якостей, як гуманне ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, принциповість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження, тобто формування базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Відповідно до класифікації [97–99] базова енерго- і ресурсозберігаюча компетентність забезпечує формування методологічної компетентності за відповідною предметною галуззю, технологічна енергетична – проектувальної та технологічної, галузева нормативно правова – відповідної нормативно-правової професійної компетентності.

Мета навчання є основою для розробки змісту навчання. Вона підпорядковується принципам навчання.

Відомо, що принципами навчання називають визначену систему вихідних дидактичних вимог до процесу навчання, виконання яких забезпечує його необхідну ефективність [100]. Аналіз літератури дозволив визначити наступні загально дидактичні принципи, які було покладено в основу даного дослідження [101]:

- Принцип безперервності навчання – вирішує питання взаємозв'язку задач освіти і розвитку інженера-педагога як фахівця та створення відповідних комфортних умов по підтримці професійного рівня його професійно-педагогічної підготовки на рівні сучасних вимог.

- Принцип свідомості й активності. В основі даного принципу лежать встановлені наукою закономірні положення щодо того, що лише ті знання є дієвими, які були отримані шляхом активної і свідомої діяльності.

- Принцип науковості навчання є найважливішим, що спирається на закономірний зв'язок між змістом наукових напрацювань в технічному світі та змістом навчальної дисципліни. Цей принцип вимагає використовувати тільки ті знання, які науково перевірені. Для реалізації принципу створені умови для

розвитку в майбутніх інженерів-педагогів навичок наукового пошуку інформації шляхом вирішення різноманітних завдань.

- Принцип систематичності і послідовності вимагає, щоб знання, уміння та професійно важливі якості майбутніх інженерів-педагогів формувалися в системі, кожен новий елемент навчального матеріалу логічно пов'язувався з іншими, наступні складові спиралися на попередні та готували до засвоєння нових. Принцип обумовлений застосуванням навчальних завдань, що побудовані на між предметних зв'язках, та об'єктивно існуючими етапами підготовки інженерів-педагогів до професійної діяльності, подальшої реалізації здобутих знань, умінь, навичок під час навчання професійних дисциплін.

- Принцип індивідуалізації передбачає побудову навчання студентів на рівні їх реальних навчальних можливостей з урахуванням індивідуального рівня підготовки.

- Принцип наочності, що розглядається як «заповнення простору між конкретним та абстрактним», є одним із важливих етапів аналітико-синтетичного навчального пізнання. Я. Коменський ґрунтував його на «золотому правилі» дидактики, відповідно до якого в навчанні необхідно використовувати всі органи почуттів людини. Великий педагог відзначав, що якщо ми маємо намір насаджувати в тих, хто навчається, щирі і достовірні знання, то ми взагалі повинні прагнути навчати усьому за допомогою особистого спостереження і почуттєвої наочності. Ці вимоги стали основою розробки завдань для практичних та лабораторних занять.

- Принцип зв'язку навчання з життям, практикою. Питання енерго- і ресурсозбереження є основою сучасних техніки і технологій. Професійне навчання можна вважати успішним, коли знання стають переконанням, їх об'єм – ерудицією, уміння – навичками, розвиваються відповідні професійно важливі якості.

- Принцип зворотного зв'язку активізує зв'язок між студентом та викладачем. Значною мірою реалізація принципу можлива завдяки застосуванню проблемних завдань частково-пошукового методу. Часткове

пояснення нового поєднується з постановкою педагогом проблемних запитань і пізнавальних завдань або експериментів. При цьому навчальні проблеми формують і розв'язують студенти з допомогою викладача (частково у формі дискусії). Виникає рух інформації, що породжує зв'язок викладач-студент. Зворотний зв'язок студент-викладач моделює діагностичну функцію педагога. Утворюється ступінчастий рух процесу навчання.

Окрім загально-дидактичних принципів в колі нашої уваги були наступні специфічні принципи навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів в умовах сучасних освітніх розробок:

- Принцип домінантно-мотиваційної установки, що визначає мотиви якими керуються студенти під час навчання основ енерго- і ресурсозбереження.
- Принцип зв'язку понятійно-образно-практичного мислення. Понятійний компонент забезпечує сформованість технічних понять. Образний компонент сприяє виникненню складної системи образів й умінню оперувати нею. Практичний компонент припускає обов'язкову перевірку практикою отриманого рішення. Теоретичні (понятійні), образні (наочні) і практичні (діючі) компоненти не тільки взаємозалежні, але і взаємодіючі. Будь яке теоретичне рішення, як правило, перевіряється практикою, а практика у свою чергу вносить корективи в теорію. В основах енерго- і ресурсозбереження цей зв'язок досягається застосуванням завдань відповідних рівнів на лабораторних заняттях.

В роботі Л. Омельченко та О. Керницького [102, с. 170–171] зазначено, що «нова парадигма освіти щодо підготовки майбутніх фахівців-енергетиків має забезпечувати переосмислення досвіду їх підготовки, враховувати такі принципово нові підходи до її обґрунтування:

- розуміння необхідності обґрунтування методології формування професійної компетентності у фахівця-енергетика у процесі його професійної підготовки у ВНЗ;
- пошук адекватних теоретичних засад щодо дослідження педагогікою, психологією, філософією освіти, соціологією, інформатикою та

юриспруденцією педагогічних явищ, які стосуються формування професійних компетентностей у фахівця-енергетика в процесі його підготовки у ВНЗ;

- розуміння необхідності формування професійної компетентності фахівця-енергетика як під час навчальної, так і позанавчальної роботи;

- вивчення, систематизація і творче використання позитивного національного та світового досвіду підготовки майбутніх фахівців-енергетиків у ВНЗ;

- зміна стереотипів щодо сприйняття особистості фахівця та усвідомлення необхідності формування його творчої особистості й основних видів компетентностей;

- інноваційне уявлення про місце, роль, завдання та функції сучасного фахівця в системі суспільних, виробничих і міжособистісних стосунків у системі енергетики країни;

- розуміння необхідності принципово нової спрямованості педагогічних досліджень щодо підготовки майбутніх фахівців-енергетиків до професійної діяльності».

Ці ж підходи вважаємо можливим застосовувати у процесі методичного забезпечення навчання основ енерго- і ресурсозбереження.

Основам енерго- і ресурсозбереження навчаються студенти широкого спектру спеціальностей, тому для розробки відповідної професійної компетентності необхідним є глибший підхід.

Проблема енерго- і ресурсозбереження є гострою і багатоплановою, такою, що стосується всіх видів господарської діяльності людства, їй присвячено велику кількість різних робіт – від загальних психолого-педагогічних концепцій до теоретичних досліджень і різних технічних рішень, при цьому дуже важким є орієнтування в постійно зростаючих потоках різнопланової інформації з наряду.

В межах розробки цілей навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів виникає потреба, перш за все, в чіткій систематизації і класифікації наявних об'ємів інформації, починаючи із

загальних понять і визначень, і закінчуючи спеціальними технічними термінами і практичними рішеннями, а на основі цієї класифікації, будуються навчальні плани, робочі програми, зміст та методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, психолого-педагогічні методи їх ефективного засвоєння, проводиться їх експериментальна перевірка і корегування в процесі навчання.

Відомо, що основою реформування вищої освіти є система державних стандартів [103], які визначають її зміст та формують відповідність сучасним запитам суспільства.

Зміст освіти повинен спрямовуватися на розвиток творчих здібностей студентів. Ефективне стимулювання інтелектуального розвитку, самостійності, формування відповідних психологічних якостей необхідні людині в умовах інформаційного суспільства. Професійна освіта передбачає забезпечення студентів не лише певними знаннями, які можуть бути з часом використані у практичній діяльності, а й методичною базою для вироблення власних уявлень та позицій, постійного самовдосконалення.

Визначимо засади змісту професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, які закладені в комплексі основних документів державних стандартів вищої освіти: освітньо-кваліфікаційній характеристиці, освітньо-професійній програмі, засобах діагностики рівня освітньо-професійної підготовки, комплексних кваліфікаційних завданнях, кваліфікаційних роботах.

В комплексі нормативних документів для розробки складників системи стандартів вищої освіти визначено, що концепція формування змісту і технологія розробки нормативної та навчально-методичної документації нового покоління базується на суб'єктно-діяльнісному підході [103].

Н. Ничкало [103, с. 66] зазначає, що «зарубіжний та вітчизняний досвід свідчить, що нормальне функціонування системи професійної підготовки, системи сертифікації та ліцензування можливе лише тоді, коли її засновники і учасники діють на основі методології суб'єктно-діялісного підходу, головний

принцип якої – навчати майбутніх фахівців тому, що може їм реально знадобитися в процесі діяльності».

Відомими є розробки, що підкреслюють важливість оновлення змісту навчання у сфері енергозбереження та підвищення енергетичної ефективності згідно вимог концепції інтелектуалізації енергетичних систем [104].

Враховуючи те, що на проведений аналіз у п. 1.1 залишив відкритим питання структурування досить складного змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження, розробка такого змісту спрощується з використанням засобів педагогічного моделювання. Визначено, що модель змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження повинна інтегрувати базові процеси енерго- і ресурсозбереження (механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні), технологічні енергетичні процеси та галузеве нормативно-правове забезпечення, а також детермінуватись галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів.

На підставі проведеного у п. 1.1 аналізу і систематизації ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження можливо стверджувати, що найбільшого впливу під час навчання дисципліни отримують базова енерго- і ресурсозберігаюча, технологічна енергетична та галузева нормативно-правова компетентності як складові професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Зміст основ енерго- і ресурсозбереження у загальному вигляді включає наступне:

- основні дефініції та положення;
- історію галузі;
- види витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів;
- напрями, методи і засоби контролю витрат ресурсів, витрат енергії та технологічних енергетичних процесів;
- напрями, методи і засоби енерго- та ресурсозбереження;
- розповсюджені проблеми;

- шляхи вирішення сучасних проблем;
- перспективи розвитку.

Базова енерго- і ресурсозберігаюча професійна компетентність містить знання, уміння та професійні якості, зумовлені тенденціями розвитку галузі з урахуванням результатів діагностики вихідних умов, тобто стану енерго- та ресурсозбереження відповідного об'єкту, забезпечує розуміння фундаментальних засад галузі.

Формування технологічної енергетичної професійної компетентності передбачає відображення основних питань щодо діагностування ефективності витрат енергії, застосування перспективних технічних рішень, використання вторинних енергетичних ресурсів тощо.

Необхідність формування галузевої нормативно-правової компетентності зумовлено широкою законодавчою базою, що регулює відносини у галузі енерго- та ресурсозбереження. Так, вже зазначалось, що тільки в Україні з цього питання діє близько десяти загальних законів, розроблено більше п'ятдесяти нормативно-правових актів, більше ста методичних документів, діють сорок національних ДСТУ та понад шістдесят міждержавних стандартів. Тобто нормативно-правові аспекти галузі є невід'ємною складовою змісту навчання основ енерго- та ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, а сформованість нормативно-правової компетентності є його необхідним результатом.

Оскільки основи енерго- та ресурсозбереження є міждисциплінарною галуззю, модель змісту необхідно будувати із врахуванням напряму підготовки майбутніх інженерів-педагогів. До таких напрямів може бути віднесено:

- енергетика;
- металургія;
- машинобудування;
- транспорт;
- зварювальне виробництво;
- нафтогазова справа;

- хімічні технології;
- будівництво;
- електротехніка та електромеханіка;
- технології виробництва і переробки сільськогосподарської та харчової продукції;
- житлово-комунальне господарство та побутове обслуговування населення;
- інші напрями.

Моделюванням змісту навчання технічних дисциплін займалися такі учені, як Є. Белова, Я. Дітріх, М. Лазарєв, В. Хоменко, Г. Чуприна, Д. Шматков [105–114].

Відомими є види моделей структури змісту інформації [105], які найбільш широко використовуються в навчальному процесі (рис. 1.2). Ці моделі можуть застосовуватись під час моделювання змісту навчання основи енерго- і ресурсозбереження.

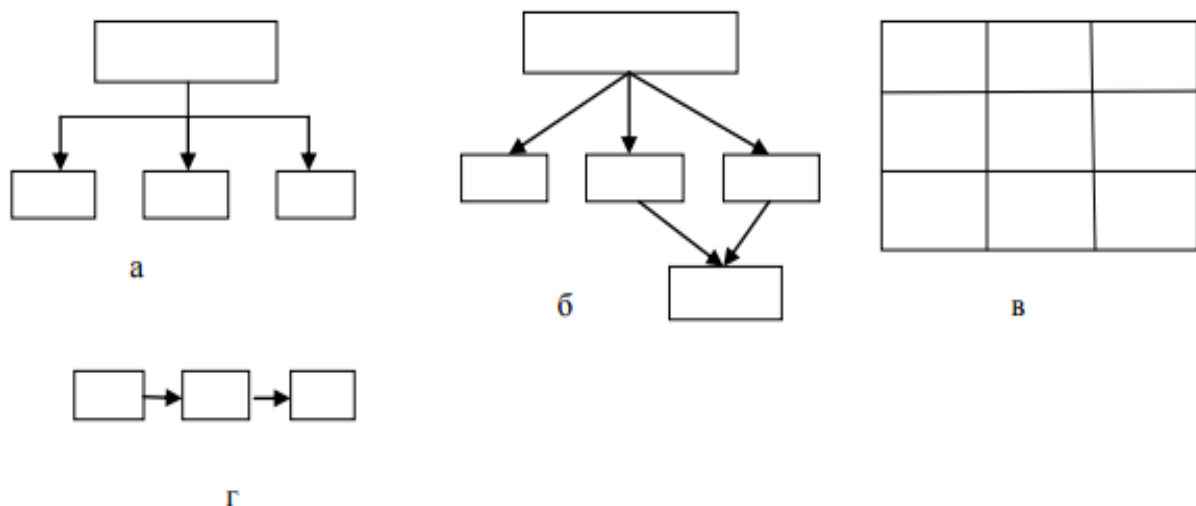


Рис. 1.2. Найпоширеніші структурні моделі змісту навчання:

а) ієрархії; б) мережі; в) матриці; г) послідовності

Враховуючи необхідність подолання трьох недоліків відомих методик, що полягають у дезінтегрованості змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження, недостатній розробленості механізмів адаптації змісту



навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів до галузевих напрямів їхньої підготовки та в обмеженості інтегрованого формування базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, доцільним є представлення моделі змісту у вигляді мережі.

Мережі, як засіб моделювання змісту навчання, мають наступні характеристики:

- простота побудови;
- синтаксична адекватність (зрозумілість);
- доступність (врахування інтелектуальних та фізичних можливостей користувача);
- прийнятні розмірність та інформаційна місткість, що є особливо актуальним для напрямку, що динамічно розвивається, такого, як основи енерго- і ресурсозбереження;
- можливість виділення базових елементів та визначення логічних взаємозв'язків між ними;
- універсальність (широкі можливості описання знання з різних предметних галузей);
- широкі можливості взаємодії з іншими моделями;
- зв'язність елементів мережі, адже це є їх основною функцією;
- формалізованість;
- системність;
- можливості опису локальних та глобальних цілей.

Ці характеристики у наведеному поєднанні зумовлюють доцільність застосування мереж для моделювання змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження.

З огляду на розглянуті аспекти предметної галузі та недоліки відомих методик навчання, модель змісту (рис. 1.3) включатиме поєднання витрат ресурсів та енергії з технологічними енергетичними процесами, відображатиме

зв'язки між ключовими складовими енерго- та ресурсовитрат. Ця інтеграція повинна бути адаптованою до напрямів підготовки майбутніх інженерів-педагогів.

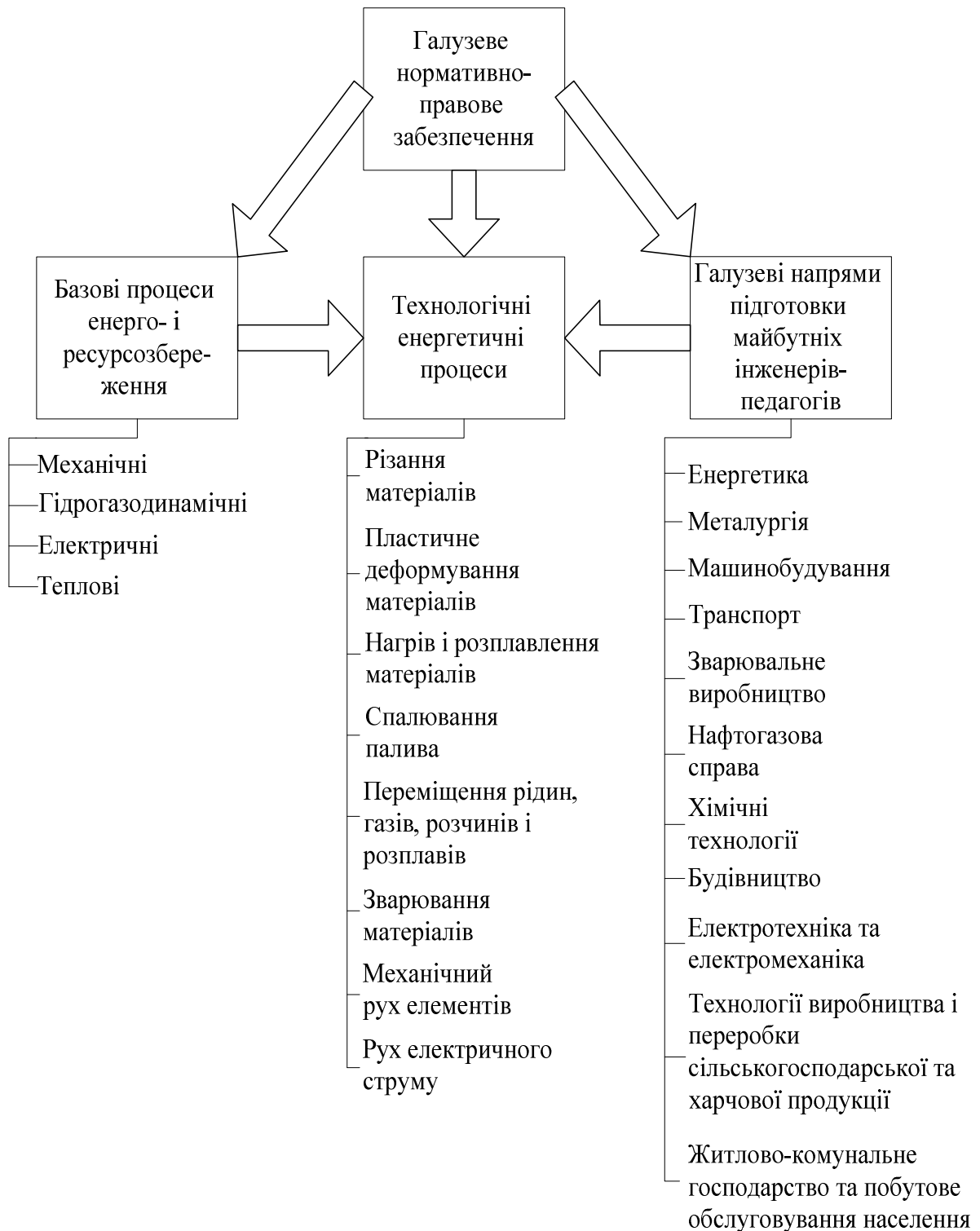


Рис. 1.3. Узагальнена схема моделі змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження

На рис. 1.3 до базових процесів енерго- і ресурсозбереження відносяться механічні, гідрогазодинамічні, електричні та теплові процеси як підґрунтя для розуміння студентами технологічних енергетичних процесів, до яких включено наступне:

- Різання (різні види механічної обробки) матеріалів;
- Пластичне деформування матеріалів;
- Нагрів і розплавлення матеріалів;
- Спалювання палива;
- Переміщення рідин, газів розчинів і розплавів;
- Зварювання матеріалів;
- Різні види механічного руху елементів;
- Рух електричного струму.

Застосування такої моделі змісту узгоджується із філософськи-обґрунтованим підходом, запропонованим у працях закордонних учених [20–22], відповідно до якого у навчанні робиться акцент на енергії і її особливостях в якості теоретичної основи для системного аналізу.

Деталізуючи зв'язки між складовими мережі, розглянемо взаємодію складових базових процесів енерго- і ресурсозбереження (рис. 1.4).

Так, механічні процеси енерго- і ресурсозбереження визначають різання, пластичне деформування, нагрів і розплавлення, зварювання матеріалів, переміщення рідин, газів, розчинів і розплавів, механічний рух елементів. Гідрогазодинамічні – пластичне деформування, нагрів і розплавлення матеріалів, спалювання палива, переміщення рідин, газів, розчинів і розплавів, механічний рух елементів. Електричні – нагрів і розплавлення, зварювання матеріалів, механічний рух елементів, рух електричного струму. Теплові – різання, пластичне деформування, нагрів і розплавлення матеріалів, механічний рух елементів, спалювання палива, рух електричного струму.

Методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів повинна забезпечувати відображення цих зв'язків змісту між базовими процесами енерго- і ресурсозбереження та технологічними

енергетичними процесами, причому передбачено, що послідовність охоплення елементів змісту навчання може йти у будь-якому напрямі. Це спрямовано на забезпечення всебічного охоплення структури формування у майбутніх інженерів-педагогів базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

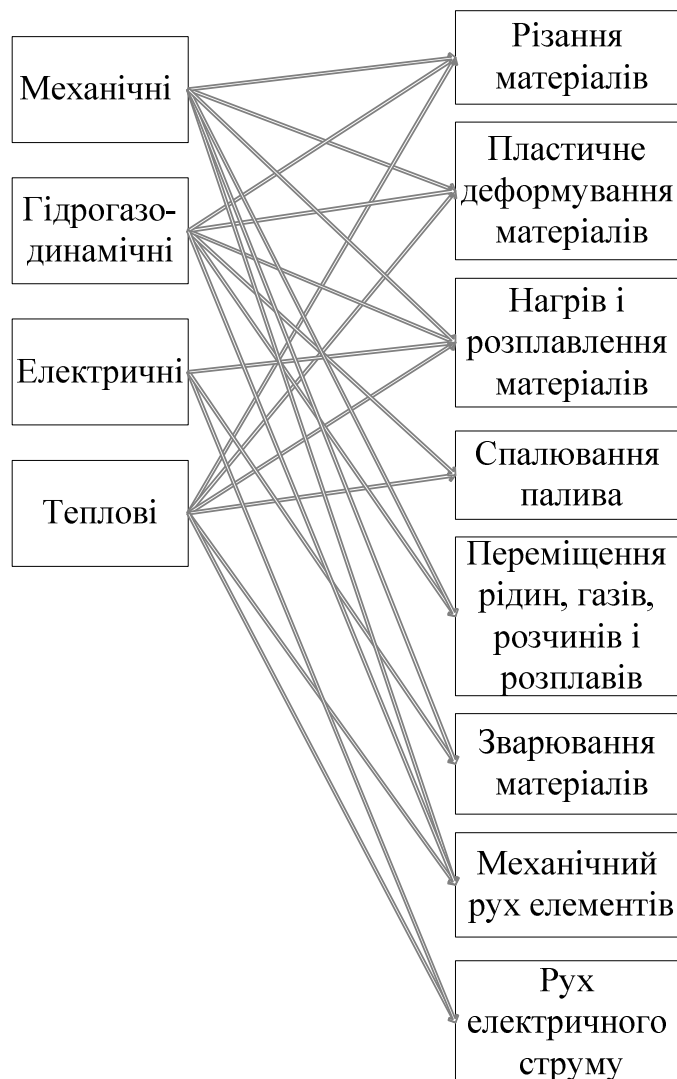


Рис. 1.4. Схема зв'язків між базовими процесами енерго- і ресурсозбереження та технологічними енергетичними процесами

Механічний, електричний, хімічний та технологічний галузеві напрями підготовки майбутніх інженерів-педагогів детермінують навчання окремих складових змісту основ енерго- і ресурсозбереження (рис. 1.5), що призводить

до його структурування та дотримання таких розглянутих принципів навчання як принцип систематичності і послідовності, принцип індивідуалізації, принцип зв'язку теорії з практикою. Це також дозволило забезпечити оптимізацію часу, що відводиться на навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

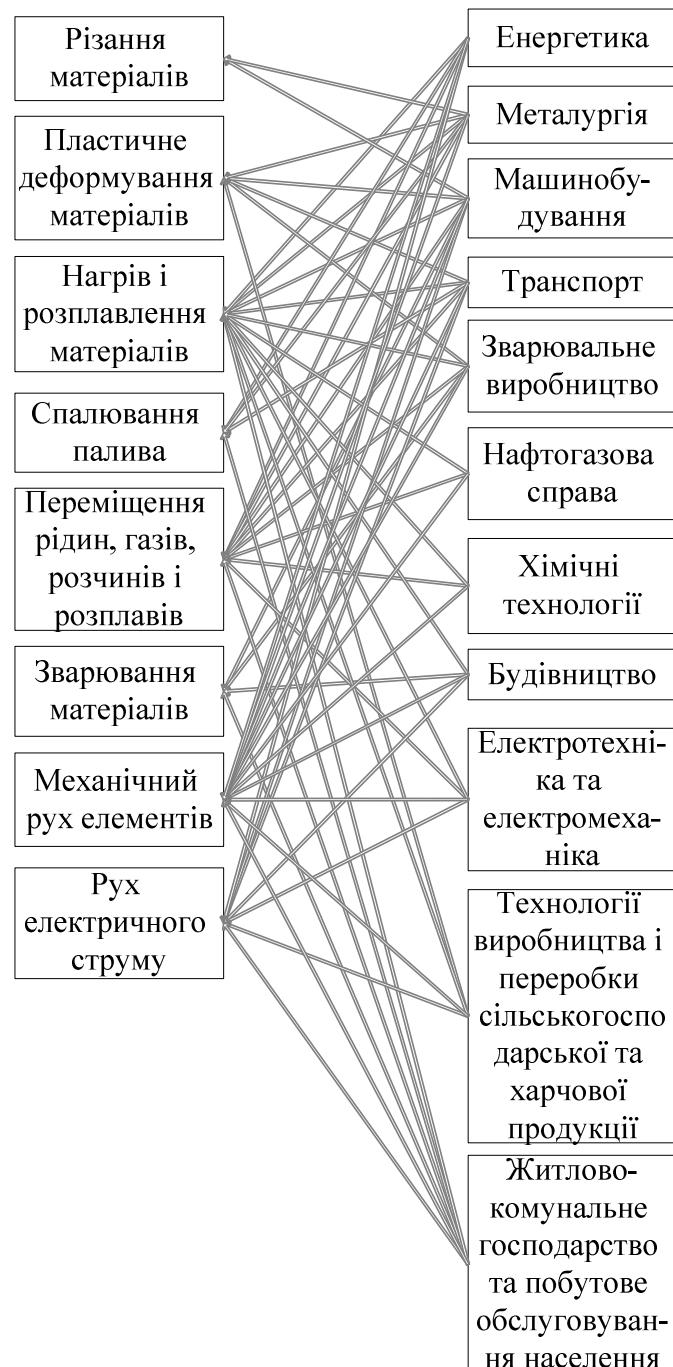


Рис. 1.5. Схема зв'язків між технологічними енергетичними процесами та галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів

Розподіл за механічним, електричним, хімічним та технологічним галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів є формальним.

До механічного галузевого напрямку віднесено машинобудування, транспорт, металургія, будівництво, до електричного – зварювальне виробництво, електротехніка та електромеханіка, до хімічного – технології виробництва і переробки сільськогосподарської та харчової продукції, нафтогазова справа, до технологічного – енергетика, житлово-комунальне господарство та побутове обслуговування населення.

Так, напрям «Машинобудування» детермінує навчання семи з восьми представлених змістових блоків технологічних енергетичних процесів, напрями «Металургія», «Транспорт» й «Житлово-комунальне-господарство та побутове обслуговування населення» – шести змістових блоків, «Зварювальне виробництво» та «Енергетика» – п'яти, «Будівництво», «Технології виробництва і переробки сільськогосподарської та харчової продукції» й «Електротехніка та електромеханіка» – чотирьох, «Нафтогазова справа» та «Хімічні технології» – трьох. Такий розподіл й оптимізація навчального часу призводить до більш ґрунтовного формування у майбутніх інженерів педагогів базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

На основі поєднання схем, наведених на рис. 1.3 – 1.5, побудовано модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, розроблену на засадах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження (механічних, гідрогазодинамічних, теплових та електричних), технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення, навчання яких детермінується галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів (механічним, електричним, хімічним та технологічним). Цю мережеву модель представлено на рис. 1.6 у вигляді графа.

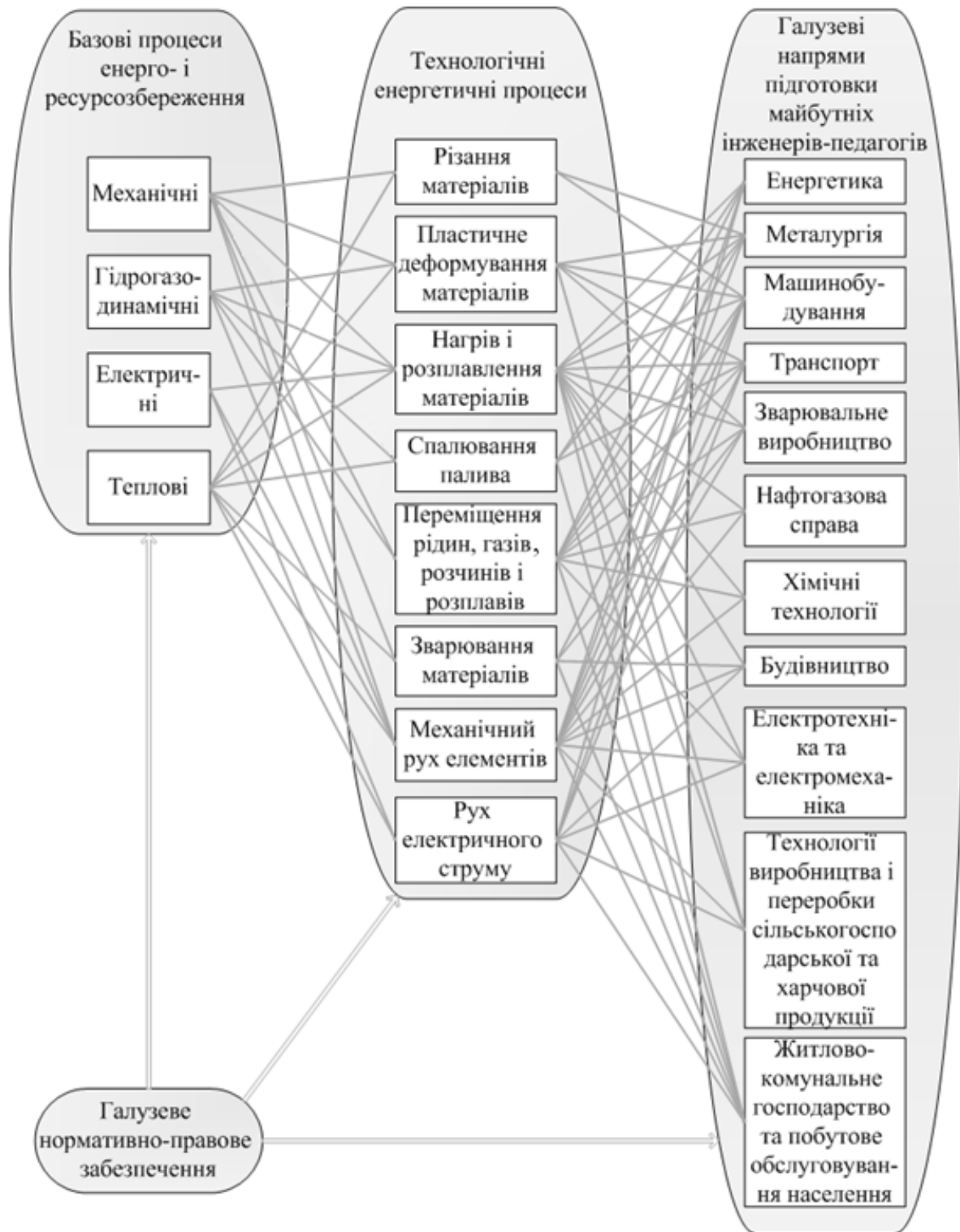


Рис. 1.6. Модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів

Таким чином, постає потреба в теоретичному обґрунтуванні методів, засобів та форм формування базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних

компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів.

#### **1.4. Теоретичне обґрунтування методів, засобів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів**

У контексті теоретичного обґрунтування методів навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів необхідним є визначення наукових передумов.

Відомими є низка теорій навчання, серед яких значного поширення в педагогічній практиці отримала діяльнісна теорія, що реалізується через стимуляцію пізнавальної діяльності та дослідницької активності студентів шляхом спрямування і організації їх практичної діяльності. Детально методологічні засади теорії розроблено Л. Виготським, П. Гальперінім, О. Леонт'євим, С. Рубінштейном, Н. Талізінною, А. Хуторським [115–121] та іншими ученими.

Навчання основ енерго- і ресурсозбереження передбачає формування у майбутніх інженерів-педагогів базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей, поєднання яких на перший погляд може викликати певні складнощі у розробників методики навчання. Ґрунтуючись саме на методології діяльнісного підходу, а також на основних положеннях педагогіки вищої технічної школи [122–138] та складових методів підвищення якості навчання технічних дисциплін [139–149] запропоновано реалізацію такого поєднання.

Розглянемо існуючі методи навчання, що можуть бути застосовані для навчання основ енерго- і ресурсозбереження» майбутніх інженерів-педагогів.

Науковці виокремлюють класифікацію методів, запропоновану М. Скаткінім та І. Лернером як досить розроблену [150]. Розглянемо детально цю класифікацію:



- Перша група включає пояснювально-ілюстративні (інформаційно-рецептивні) методи, головне призначення яких полягає в організації засвоєння знань у готовому вигляді. Викладач повідомляє готову інформацію різними засобами, а студенти сприймають, усвідомлюють і фіксують у пам'яті цю інформацію. Ці методи включають розповідь, лекцію, пояснення, використання і вивчення літератури, використання наочних засобів, дидактичних машин тощо.

- До другої групи належать репродуктивні методи, головною ознакою яких є відтворення і повторення способу діяльності за завданнями викладача. Ці методи передбачають організуючу, спонукаючу діяльність педагога. З метою підвищення ефективності репродуктивного методу розробляються системи вправ, а також програмовані матеріали, що забезпечують зворотний зв'язок і самоконтроль.

- До третьої групи належить проблемне навчання (використовується головним чином на лекції, в ході роботи з книгою, експериментування і т.д.), яке полягає в тому, що викладач ставить проблему, сам її вирішує, показуючи при цьому шлях вирішення в його справжніх, але доступних протиріччях.

- Частково-пошукові (евристичні) методи складають четверту групу методів і полягають у тому, що викладач організовує участь студентів у виконанні окремих етапів пошуку, конструює завдання, розчленовує його на допоміжні, намічає кроки пошуку, а вони здійснюють його самостійно, актуалізуючи наявні знання, мотивуючи свої дії. Ці методи включають самостійну роботу, бесіду, лекції тощо.

- До п'ятої групи належать дослідницькі методи, які визначаються як спосіб організації пошукової, творчої діяльності студентів у рішеннях нових для них проблем. Ці методи є умовою формування інтересу, потреби у творчій діяльності.

У межах діяльнісного підходу можливим є застосування будь-якого з перерахованих методів. Але необхідно враховувати, що усі майбутні інженери-педагоги вивчають основи енерго- і ресурсозбереження незалежно від напряму

підготовки. Тому застосування усіх методів може бути обмежено часом, що відводиться на навчання, та відповідними стандартами вищої освіти. Проте формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження повинно здійснюватись всебічно, тому застосування пояснювально-ілюстративних та репродуктивних методів, а також проблемного навчання з метою формування знань на ознайомчо-орієнтовному, понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях, відповідних умінь та професійно важливих якостей є обов'язковим. Відповідно до цілей, змісту та розглянутих класичних методів навчання основ енерго- і ресурсозбереження можливим є застосування кейс-методів, адже такі методи призначені для формування компетентностей у галузях, зміст яких дуже швидко змінюється у відповідності з розвитком сучасних технологій [151; 152]. Так, класифікацію кейсів наведено в табл. 1.2.

Таблиця 1.2

### Класифікація відомих типів кейсів

№	Класифікаційна характеристика	Вид кейсу	Опис
1	2	3	4
1	За видом представлення	Паперові	Можуть містити графіки, таблиці, ілюстрації, діаграми
		Відео-кейси	Можуть містити відео- чи аудіо матеріали
3	За типом і спрямованістю	Навчальні	Розглядають навчальні проблеми
		Аналітичні	Спрямовані на аналіз даних
		Дослідницькі	Спрямовані на здійснення певних досліджень
		Прогностичні	Ставлять на меті спрогнозувати майбутнє

1	2	3	4
4	За структурою	Повні	Складають ~ 25 сторінок
		Стислі	Складають ~ 5 сторінок
		Міні-кейси	Складають ~ 1 сторінку
5	За складністю	Проблемні з алгоритмом	Навчання студентів алгоритму прийняття рішень в певній ситуації
		Проблемні без алгоритму	Чітке формулювання проблеми без надання алгоритму її вирішення
		Проблемні без формулювання проблеми	Проблему представлено опосередковано через статистичні дані, оцінки тощо
6	За наявністю сюжету	Сюжетні	Містять розповідь про певні події
		Безсюжетні	Сюжет приховано через те, що чітке відображення сюжету розкриває рішення
7	За суб'єктом кейсу	Особистісні	Діють конкретні особи
		Організаційно-інституційні	Діють організації, підприємства та їх підрозділи
		Багатосуб'єктні	Включають в себе кілька діючих суб'єктів

Відомими також є такі типи, як кейс-потреби, кейс-вибір, кризовий кейс, конфліктний кейс, кейс-боротьба, інноваційний кейс, допоміжні кейси, кейси-вправи, кейси-приклад, комплексні кейси, кейси-рішення тощо.

В контексті інформаційно місткої предметної галузі та дисципліни, як основи енерго- і ресурсозбереження, навчання якої не завжди забезпечено достатньою кількістю навчального часу, доцільним є застосування кейсів-випадків, що є короткими описами конкретних випадків. Ці кейси зазвичай не потребують спеціальної підготовки студентів.

Застосування кейс-методу може забезпечити навчання технології та законодавчих засад енерго- і ресурсозбереження, проектуванню технічних рішень в галузі. Таке удосконалення навчального процесу забезпечує більшу варіативність механізмів формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Визначення змісту кейсів, що можуть застосовуватись в процесі навчання основи енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів проведено у практичній реалізації методики.

Відомо, що основними вимогами до кейсів є наступне [151]:

- достатність даних для аналізу ситуації і прийняття рішення;
- можливість внесення додаткових даних в умови, що призводять до зміни стратегічних і тактичних рішень;
- багатоваріантність досягнення поставлених цілей;
- обґрунтований вибір дисципліни або групи дисциплін, в яких доцільно використовувати кейс-стаді.

Також кейси повинні характеризуватись наступним [152]:

- реалістичністю, але не бути обтяженими деталями;
- пов'язаними зі змістом навчання;
- розглядом робочих ситуацій, з якими стикаються працівники в конкретних умовах;
- вдосконаленням майстерності студентів у вирішенні проблем;
- вдосконаленням практичних навичок;
- спрямуванням на пошук відповідних шляхів вирішення проблеми;
- навчанням можливій реакції на різноманітні ситуації;
- потребою у використанні специфічних інструментів та понять.

Застосування кейс-методу обґрунтовано дотриманням єдності дидактичних принципів [152], а саме:

- індивідуальний підхід до кожного студента;
- забезпечення достатньою кількістю наочних матеріалів;
- максимальна свобода в навчанні;

- формування навичок самостійності, самоорганізованості, уміння працювати з інформацією;
- концентрація на основних положеннях, а не на великому об'ємі теоретичного матеріалу;
- акцентування уваги на розвитку позитивних і необхідних для подальшого удосконалення якостей майбутнього фахівця.

Таким чином, методами навчання основи енерго- і ресурсозбереження відповідно до цілей та моделі змісту можуть виступати пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемне навчання та (за наявності відповідних нормативних вимог) частково-пошукові (евристичні) та дослідні методи в залежності від змісту базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Також можливо застосовувати кейс-методи, що передбачають описи реальних ситуацій з галузі енерго- і ресурсозбереження, та інші перспективні методи і технології.

Розглянемо передумови розробки засобів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Актуальність розробки та запровадження сучасних засобів навчання основ енерго- і ресурсозбереження з метою ощадливого ставлення до енергоресурсів в умовах постійного підвищення тарифів на комунальні послуги підкреслено М. Кізеєвим [153].

Використання сучасних засобів навчання основ енерго- і ресурсозбереження є суттєвою складовою вдалої організації навчального процесу. Для цієї предметної галузі доцільно використовувати усі з можливих (підручники і навчальні посібники; засоби наочності; засоби для здійснення практичних дій; технічні засоби навчання; допоміжні засоби навчального процесу) доступних засобів. Такі засоби повинні виконувати наступні функції [154]:

а) наочність, яка забезпечує усвідомлення і осмислення навчальної інформації, формування уявлень і понять;

б) інформативність, оскільки засоби навчання є безпосередніми джерелами знання, тобто носіями певної інформації;

в) компенсаторність, яка полегшує процес навчання і сприяє досягненню мети з найменшими витратами сил і часу;

г) адаптованість, що зорієнтована на підтримку сприятливих умов процесу навчання, організацію демонстрацій, самостійної роботи, на забезпечення наступності знань, створення індивідуальної освітньої траєкторії;

д) інтегрованість, яка дозволяє розглядати об'єкт чи явище як в цілому, так і його частини, що є особливо актуальним в контексті проблеми, що вирішується у представленому дослідженні.

Енергетична незалежність держави є однією з невід'ємних умов ефективного функціонування всіх сфер економіки країни. Зниження енергоємності виробництва досягається комплексом заходів щодо енерго- і ресурсозбереження на всіх його етапах і можливо лише при системному міжгалузевому підході.

Комплекс технічних заходів щодо енерго- і ресурсозбереження направлений на зниження величини непродуктивних втрат і підвищення ефективності перетворення енергії шляхом підвищення коефіцієнта корисної дії енергооб'єкта і всесторонньої утилізації енергії і ресурсів. Реалізація даного комплексу вимагає від працівників спеціалізованих знань, умінь та професійно важливих якостей, що визначає необхідність створення цілісної системи підготовки такою, що включає знання по всіх напрямках енергетичного комплексу.

Виходячи з того, що на Землі існує лише два первинних промислово доступних джерела енергії (промениста енергія Сонця і теплова енергія земного ядра), будь-який енергетичний об'єкт слід розглядати як перетворювач одного виду енергії в інший. Таким чином, енергетичний об'єкт може розглядатися як перетворювач енергії з вхідними і вихідними параметрами. У відповідності з

узагальненою структурою енергооб'єкту, вхідними параметрами для подальшого перетворення служать енергія певного виду і ресурси, які також несуть енергетичну складову. В процесі перетворення видів енергії цих первинних енергоносіїв утворюється певна кількість корисно перетвореної енергії, а частина енергії і ресурсів перетворюється на відповідні витрати, які можуть підлягати утилізації у вигляді вторинної переробки, або безпосередньому перетворенню на корисно перетворену енергію.

На погляд фахівців у галузі енерго- і ресурсозбереження [3–12; 155–169], узагальнену енергетичну структуру енергооб'єкту повинні відображати засоби навчання. Така структура підпорядкована методиці навчання, що ґрунтується на інтегрованому змісті базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення і забезпечує охоплення механічних, гідрогазодинамічних, теплових та електричних базових процесів енерго- і ресурсозбереження. Крім того, сучасні засоби навчання такої актуальної дисципліни, як «Основи енерго- і ресурсозбереження», повинні відповідати достатньому рівню їх комп'ютеризації і при цьому моделювати механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси. Достатнім рівнем комп'ютеризації характеризуються засоби навчання, що розглядаються в закордонній літературі [170–172] та не в повній мірі такі засоби навчання представлено у вітчизняних джерелах.

Для вищої школи характерною є наявність різноманітних форм навчання: лекції, семінарські заняття, лабораторні, практичні, самостійні та творчі роботи, які надають можливість оволодіти уміннями та навичками, а також мають потенційні можливості для формування інтелектуальних умінь та професійних знань.

Так, ефективність роботи на лекції залежить від активності студента, від його уміння розуміти матеріал, уважно слухати, виділяти головне, застосовувати отриману інформацію під час рішення різноманітних задач.

Тобто, новий навчальний матеріал краще засвоюється студентами, якщо він активізує власну розумову діяльність [173].

Форми навчання детально розглянуто в підручнику «Педагогіка вищої школи» за редакцією В. Кременя, В. Андрущенка та В. Лугового [174, с. 129], відповідно до якого форма організації навчального процесу – поняття, що відображає зовнішню, візуально спостережувану сторону спільної діяльності викладача і студентів у певний час, певному місці та певному порядку. До них належать: навчальні заняття; самостійна робота; різні види виробничої та навчальної практики; контрольні заходи. Кожна із зазначених форм організації навчального процесу застосовується з різною дидактичною метою і має певну структуру.

До основних видів навчальних занять у вищих навчальних закладах належать: лекції; практичні та індивідуальні заняття; консультації.

«Лекція – провідна форма навчання у вищій школі. Її дидактична мета – ввести студентів у наукову проблему, повідомити і розкрити основні питання теми, зосередити увагу на найскладнішому матеріалі, готувати їх до подальшої самостійної роботи» [174, с. 129].

В межах навчання основ енерго- і ресурсозбереження студентів, що навчаються за напрямом «Професійна освіта», передбачено проведення лекційних занять, а також практичних та лабораторних.

«Практичні заняття – форма організації навчальної діяльності студентів, що призначена для поглиблення одержаних на лекції теоретичних знань, формування навичок їхнього практичного застосування, формування умінь професійної діяльності, закріплення та поточної перевірки навчальних досягнень студентів.» [174, с. 129].

«Лабораторні роботи – це практичні заняття, специфіка підготовки і проведення яких потребує наявності спеціально обладнаних приміщень – лабораторій – та використання експерименту як головного методу навчання. Для проведення лабораторних робіт академічні групи поділяють на підгрупи.» [174, с. 133].



Відомо, що «найбільш ефективним засобом формування розумових дій в теоретичному навчанні є систематизація навчального матеріалу, розв'язування задач і виконання лабораторних робіт, самостійна робота» [175, с. 387]. При цьому спектр питань лабораторних робіт з основ енерго- і ресурсозбереження настільки широкий, що зачіпає тематику практично всіх спеціальних дисциплін, що проводяться випускаючими кафедрами технічних факультетів вищих навчальних закладів. Проте, засади основ енерго- і ресурсозбереження повинні бути доступними для розуміння широкому колу фахівців, включаючи неенергетичні спеціальності. Ці особливості навчання покладені в основу розробки концепції його лабораторної бази.

«Лабораторний метод має важливе значення під час навчання технічних дисциплін», зазначає О. Коваленко, адже «в процесі виконання лабораторних робіт ті, хто навчається, отримують практичні навички використання обладнання, знайомляться з методами вимірювання різних величин, розвивають самостійне мислення в ході рішення експериментальних завдань, вчать оформляти результати, робити висновки» [175, с. 401–402].

Крім традиційних вимог (таких як відповідність програмі курсу, науковість, безпека, технічна естетика і так далі) лабораторні роботи повинні характеризуватись наступним:

- наочність і простота викладу матеріалу;
- доступність для розуміння студентів найширшого кола спеціальностей;
- компактність;
- технологічність виготовлення в промислових масштабах (оскільки введення основ енерго- і ресурсозбереження в програми підготовки інженерів-педагогів потребує оновлення лабораторій великого числа учбових закладів).

Цикл лабораторних робіт повинен повною мірою охоплювати основні напрями енерго- і ресурсозбереження.

Отже, формами навчання основ енерго- та ресурсозбереження виступають лекції, практичні та лабораторні заняття. Їх проведення повинно узгоджуватись із рекомендаціями провідних учених. Засоби навчання повинні

інтегровано моделювати механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси, що є необхідним чинником формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів педагогів.

### **Висновки до розділу 1**

В результаті аналізу теоретичних засад методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів можливо зробити такі висновки:

1. На підставі аналізу і систематизації ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження виявлено інтеграцію техніко-технологічної складової та галузевого нормативно-правового забезпечення, що полягає у наявності сталого взаємозв'язку між вказаними аспектами через необхідність дотримання вимог чинного законодавства та підзаконних актів у будь-якій діяльності в галузі, що спрямовано за забезпечення підвищення ефективності цієї діяльності. Визначено необхідність в аналізі існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження з метою підтвердження їх відповідності інтеграційному характеру предметної галузі.

2. У результаті аналізу існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів та визначення проблеми дослідження виявлено суперечності між наступним:

– дезінтегрованістю змісту основ енерго- і ресурсозбереження в існуючих методиках навчання та інтегрованістю предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження, що полягає в урахуванні базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення;

– потребою в адаптації змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів до галузевих напрямів їхньої підготовки та недостатньою розробленістю механізмів його реалізації;

– необхідністю формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів і обмеженістю методик її формування.

Ці суперечності дозволили сформулювати проблему дослідження, яка полягає у підвищенні рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів у процесі їх навчання.

3. На підставі теоретичного обґрунтування цілей, змісту, методів, засобів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів визначено:

- потребу в систематизації і класифікації наявних об'ємів інформації, на основі чого будуть будуватись учбові плани, робочі програми, методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження, проводитиметься експериментальна перевірка і корегування в процесі навчання;

- мету навчання основ енерго- і ресурсозбереження, майбутніх інженерів-педагогів, що полягає у інтегрованому формуванні базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, що відповідає положенням компетентнісного підходу запропонованим у працях Т. Браже, Н. Брюханової, А. Вербицького, І. Гетьманської, С. Гончаренко, В. Сластьоніна, В. Чошанова та інших учених.

4. Розроблено модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, розроблену на засадах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження (механічних, гідрогазодинамічних, теплових та електричних), технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення, навчання яких детермінується галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів (механічним, електричним, хімічним та технологічним).

Така модель змісту забезпечує відповідність парадигмі дуалізму енергія-інформація (О. Дьомін) та підходу, відповідно до якого у навчанні робиться акцент на енергії і її особливостях в якості теоретичної основи для системного аналізу (Р. Дуйт, Н. Кнат, К. Константіноу, Н. Пападоуріс).

5. Встановлено, що методами навчання основ енерго- і ресурсозбереження відповідно до цілей та змісту можуть виступати пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, проблемне навчання, а також частково-пошукові (евристичні) та дослідні методи в залежності від змісту базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, а також такі технології, як кейс-методи.

Визначено, що засоби навчання повинні інтегровано моделювати механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси, що є необхідним чинником формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Основні результати першого розділу опубліковано в монографії [1], статтях [3; 5; 9–12] та тезах [16].

## РОЗДІЛ 2

### ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ

#### 2.1. Цілі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів

Метою навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів є інтегроване формування базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Це передбачає оволодіння майбутніми інженерами-педагогами знаннями та вміннями з основних видів енергії та їх взаємозв'язку, видів економії енергії та енергетичних ресурсів, засвоєння напрямів, методів і засобів енерго- і ресурсозбереження, ознайомлення з перспективними технічними рішеннями з енерго- і ресурсозбереження в основних галузях господарської діяльності, застосування правових і нормативних документів з енергозбереження формування таких професійно важливих якостей, як гуманне ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, принциповість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження. Відповідно до розробленої робочої навчальної програми майбутніх інженерів-педагогів [176] у студентів формуються перелічені знання, уміння та професійно важливі якості.

Знання та вміння, які мають бути сформовані у випускників в процесі навчання основи енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, послідовність їх придбання та взаємозв'язки представлено схематично на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Послідовність придбань і взаємозв'язок основних знань і умінь з енерго- і ресурсозбереження

Цілі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів узгоджено з законодавчо встановленими вимогами.

Так, у Наказі міністерства фінансів України від 04.07.2006 р. № 631 «Про визначення пріоритетних напрямів енергозбереження» зазначено наступні позиції [177]:

- збільшення частки альтернативних видів палива у структурі енергоспоживання;
- будівництво об'єктів з виробництва альтернативних видів енергоресурсів на основі біологічної сировини (насіння рапсу, відходів деревообробки, органічних спиртів та їм подібних, відходів птахофабрик, тваринницьких та фермерських господарств тощо);
- впровадження автономних геліо- та вітроенергоустановок;
- реконструкція та перепрофілювання діючих олійних, цукрових, спиртових та інших підприємств АПК на виробництво біопалива з рослинної сировини та іншого альтернативного палива з відходів сільськогосподарського та промислового виробництв;
- впровадження ресурсозберігаючих технологій та підвищення енергоефективності;
- впровадження технологій, що дають можливість зменшити споживання природного газу та інших традиційних видів енергоносіїв щонайменше на 10 відсотків, у першу чергу в енергоємному виробництві;
- реконструкція і модернізація діючого енергообладнання (у тому числі шляхом заміни) з метою підвищення його коефіцієнта корисної дії;
- встановлення приладів обліку та засобів регулювання споживання енергоресурсів;
- упровадження установок комбінованого виробництва теплової та електричної енергії (когенерація);
- зменшення енергоємності опалювальних печей та котлів;

- встановлення котелень та теплогенеруючого обладнання, що працюють на відходах сільськогосподарського виробництва та інших альтернативних видах палива;
- проведення тепло модернізації будівель;
- заміна трубопроводів систем теплопостачання на попередньо ізольовані.

Відомими є результати анкетування студентів [178], згідно яких до числа можливих мотиваторів енергозберігаючої поведінки опитані віднесли економію грошей (92%), бажання зберегти навколишнє середовище, сприяти вирішенню екологічних проблем (33%), вплив нормативів і політик енергоспоживання (5%) і соціальних норм (10%). Серед основних бар'єрів енергозбереження опитані вказали фінансовий бар'єр (87%), відсутність культури побутового споживання енергоресурсів (70%), відсутність зв'язку між особистими зусиллями і кінцевим результатом (переконаність в тому, що разові зміни і обмеження не принесуть користі – 45%), страх втрати комфорту (35%).

Цілі навчання основи енерго- і ресурсозбереження, окрім напрямів енергозбереження, що відбиті у існуючій законодавчій базі з цього питання, детермінуються і результатами подібних досліджень.

Деталізуючи рис. 2.1, у результаті навчання студент повинен вміти:

- визначати кількісні характеристики енергії і потужності енергетичних втрат і резервів енергозбереження в різних фізичних і технологічних процесах;
- користуватися приладами для обліку і контролю втрат 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 втрат;



- 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 комунальному і побутовому рівнях, розробляти пропозиції і плани заходів щодо зменшення енергетичних втрат;
- будувати оптимальні добові графіки вжитку електроенергії на підприємствах тощо.

Для формування зазначених вмінь необхідно знати:

- чинне законодавство;
- 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;
- екологічні аспекти енерго- та ресурсозбереження;
- перспективні напрями і резерви економії енергетичних ресурсів, сучасні технології їх використання в промисловості і комунальному господарстві тощо.

Набуття цих знань та умінь доповнено формуванням таких професійно важливих якостей, як гуманне ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, принциповість, самоконтроль діяльності, логічне мислення,

педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження. Гуманне ставлення до природи та ощадливість з метою забезпечення благополуччя майбутніх поколінь є визначальною якістю, що формується в результаті навчання енерго- і ресурсозбереження. Вона підкріплюється положеннями концепції сталого розвитку, імплементація якої сьогодні є надзвичайно актуальною в Україні та світі. Відповідальність в галузі енерго- і ресурсозбереження, спрямована на врахування потреб суспільства та етичних аспектів, забезпечується знаннями, намірами, здібністю та невимушеністю. Принциповість обумовлена необхідністю дотримання галузевого нормативно-правового забезпечення в галузі під час здійснення будь-яких заходів з енерго- і ресурсозбереження. Логічне мислення, педантичність, системність пронизує усі складові компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, а рівень сформованості цих якостей суттєво позначається на ефективності діяльності у галузі. Ерудованість з енерго- і ресурсозбереження, а саме в питаннях базових процесів енерго- і ресурсозбереження, визначає якість відповідних заходів у галузі.

У контексті формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження учені вважають, що інформаційно-освітнє середовище навчального закладу повинно бути організовано таким чином, щоб забезпечити можливість отримання своєчасних і актуальних відомостей про позитивний досвід впровадження енергозберігаючих технологій, енергетичної ефективності енергоспоживаючих пристроїв, поточних оновлень нормативно-правової бази енергозбереження [178].

Отже, ґрунтуючись на положеннях компетентнісного підходу, визначено мету навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, що полягає у інтегрованому формуванні базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Визначено цілі навчання,

основні знання, уміння та професійно важливі якості майбутніх інженерів-педагогів, що забезпечують досягнення цієї мети.

## **2.2. Зміст навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів**

Розробимо зміст навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів відповідно до розробленої на засадах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення моделі інтегрованого змісту навчання.

Вихідними поняттями енерго- і ресурсозбереження є поняття енергії і ресурсів.

Відповідно до проаналізованих джерел [19–21] термін «Енергія» визначається як «загальна кількісна міра руху і взаємодії усіх видів матерії», «кількісна оцінка різних форм руху матерії, які можуть перетворюватися одна в іншу», «скалярна фізична величина, що є кількісною мірою різних форм руху матерії і мірою переходу їх з однієї форми в іншу» тощо. У першому розділі наведено аналіз цієї дефініції. В контексті енерго- і ресурсозбереження необхідним також є аналіз терміну «Ресурси»

Під ресурсами (від франц. *ressources*) розуміються запаси, джерела чогонбудь, засоби, до яких прибігають у необхідних випадках для досягнення тих або інших цілей.

Схему класифікації основних, практично важливих для життєдіяльності людства, ресурсів приведено на рис. 2.2.

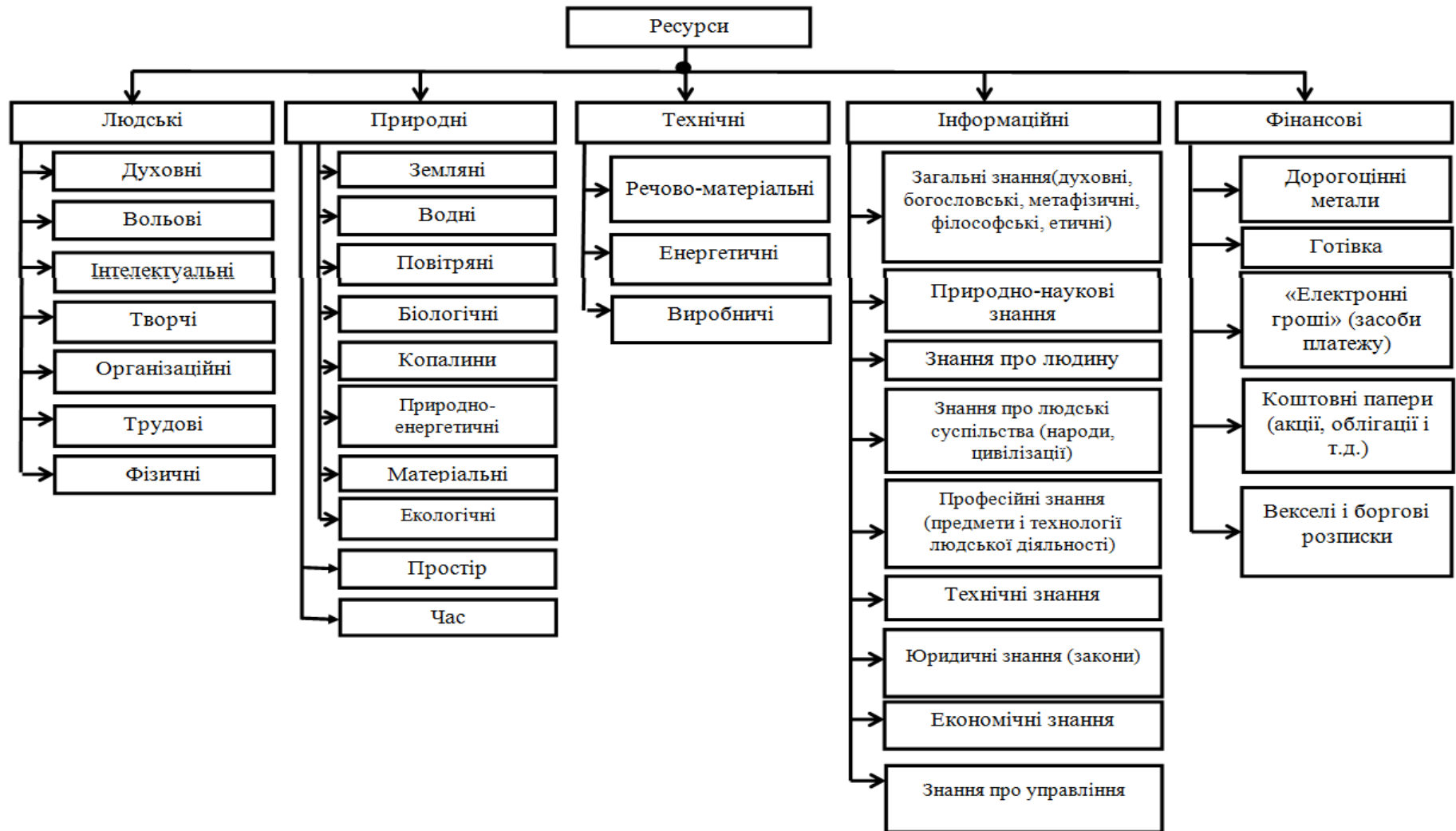


Рис. 2.2. Загальна класифікація ресурсів

В процесі своєї діяльності людство, використовуючи свої особисті (людські), природні, інформаційні, технічні і фінансові ресурси (перш за все, речово-матеріальні і виробничі). При цьому збільшуються інформаційні (нові знання і уміння) і фінансові ресурси, що є символічним еквівалентом наявних матеріальних цінностей. Проте, відбувається виснаження людських, природних і технічних енергетичних ресурсів (рис. 2.3).

Під енерго- і ресурсозбереженням розуміється комплекс заходів або дій, необхідних для забезпечення економного і ефективного використання енергетичних і інших ресурсів на всіх стадіях їх життєвого циклу (видобуток, переробка, технологічне використання, утилізація).

Для видобутку, збереження, переробки, кондиціонування необхідних ресурсів потрібні відповідні витрати енергії, що містяться в інформаційному блоці базових процесів енерго- і ресурсозбереження. Тому збереження (раціональний вжиток) ресурсів автоматично призводить до зниження відповідних витрат енергії, і навпаки, енергозбереження (раціональне енергоспоживання) забезпечує до автоматичного зменшення тих видів ресурсів, які необхідні для виробництва, трансформації і транспортування енергії.

Таким чином, енергозбереження і ресурсозбереження складають єдиний замкнутий взаємозв'язаний цикл економічної господарської діяльності (рис. 2.4.)

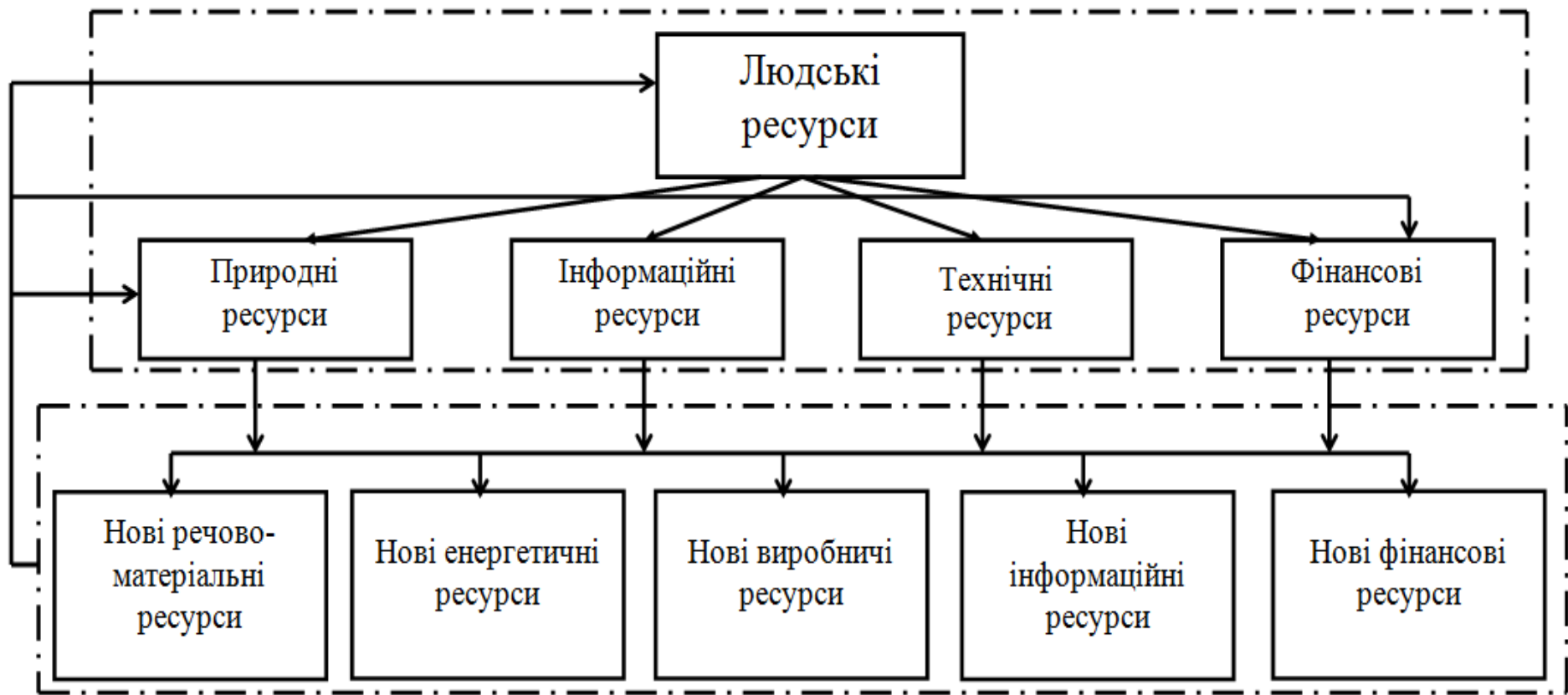


Рис. 2.3. Схема взаємодії і взаємоперетворення ресурсів в процесі людської діяльності



Рис. 2.4. Зв'язок енергозбереження і ресурсозбереження в замкнутому циклі економічного господарського механізму

У теперішній час підготовка інженерів-педагогів (напрямок підготовки 6.010104 «Професійна освіта») ведеться за тридцятьма основними профілями. Для раціональної побудови структури змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження необхідною є попередня систематизація і угруповання цих профілів за основними, важливими з точки зору методики навчання, визначальними ознаками. Такими ознаками можуть бути види технологічного устаткування, які використовуються в виробничих технологічних процесах того або іншого профілю і загальні універсальні фізичні процеси, що лежать в основі відповідних виробничих технологій і визначають відповідні види енергетичних втрат в технологічному устаткуванні. Класифікація цих фізичних процесів і відповідних їм базових процесів представлена на рис. 2.5.

Схема угруповання (систематизації) профілів підготовки за напрямом «Професійна освіта» за позначеними вище ознаками приведена на рис. 2.6. Сформовано дві групи профілів: до першої групи відносяться профілі, в технології яких визначальними є електричні процеси з невеликою потужністю (головним чином – в радіоелектронній апаратурі і оргтехніці), а до другої – профілі, в технології яких використовуються всі основні фізичні процеси. При цьому, до другої групи відносяться профілі економіки і екології. Для всіх, без виключення, профілів важливими є галузеві нормативно-правові аспекти енерго- і ресурсозбереження.

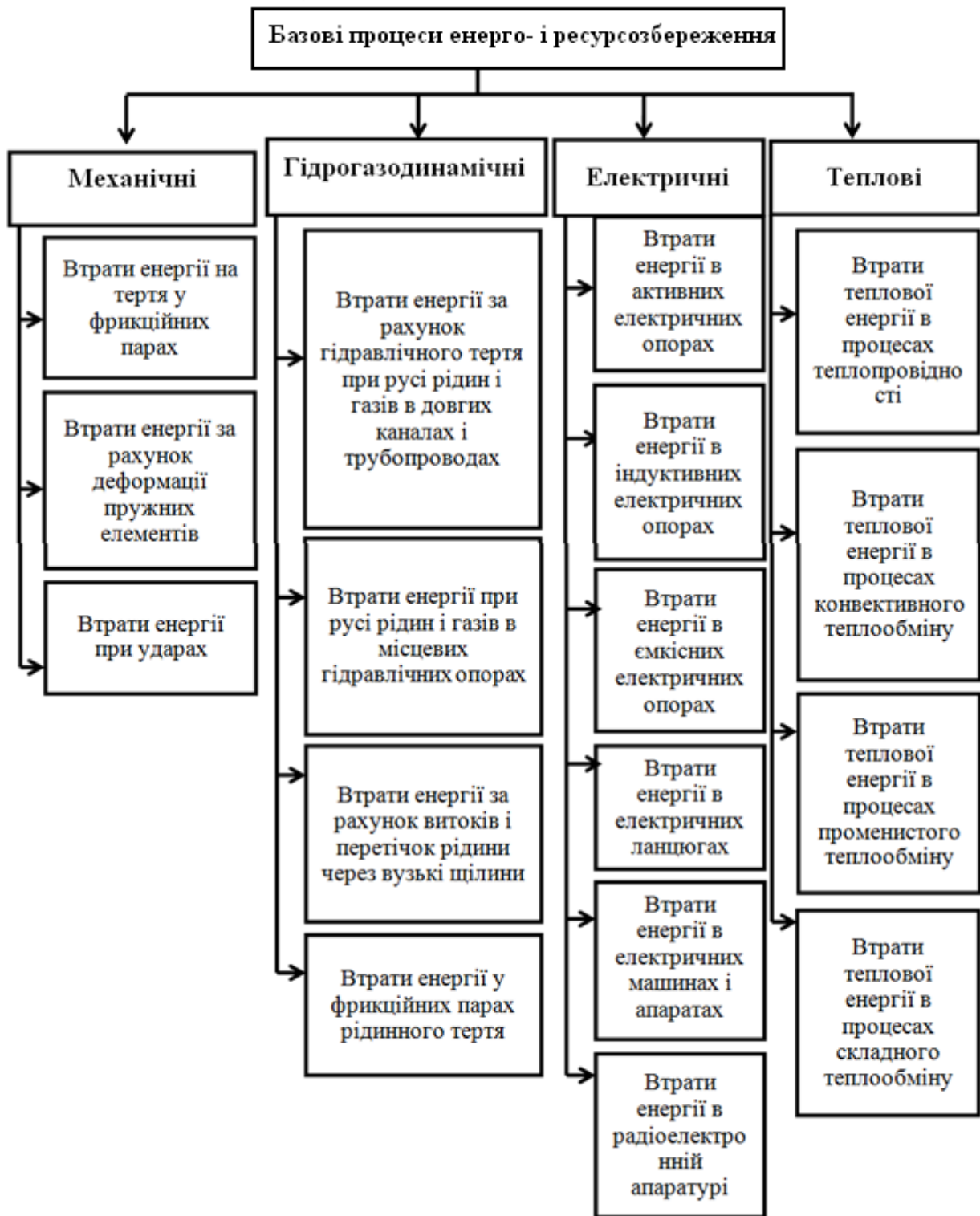


Рис. 2.5. Втрати енергії в базових процесах енерго- і ресурсозбереження

Приведені на рис. 2.5. і 2.6. схеми класифікації і систематизації використовуються під час формування структур і робочих програм дисципліни «Основи енерго- і ресурсозбереження».



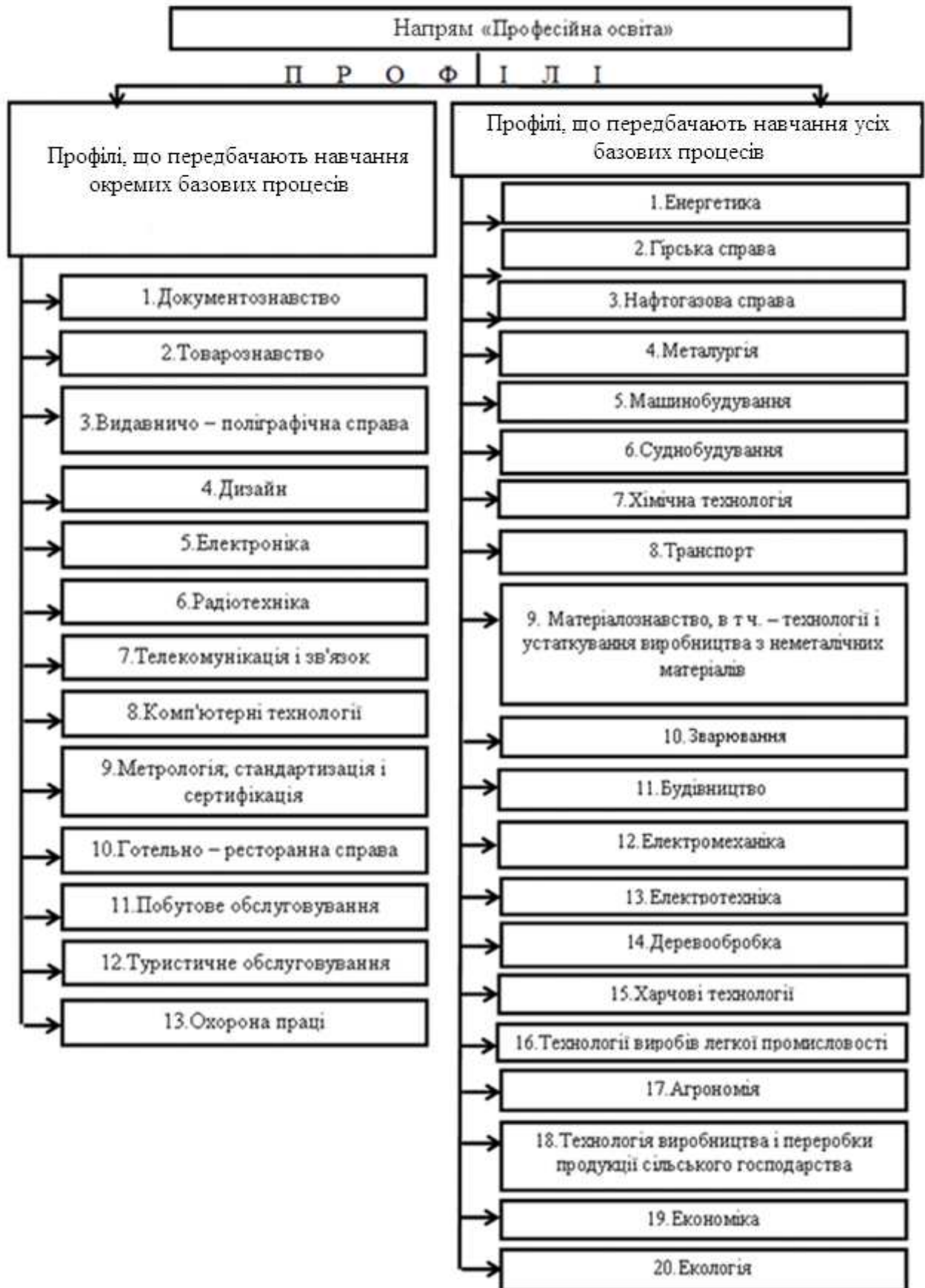


Рис. 2.6. Схема угруповання профілів напрямку «Професійна освіта» за використовуваними процесами в технологічному устаткуванні

Перша частина 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 базових процесів енерго- і ресурсозбереження, 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 навчання і практичного закріплення дидактичних матеріалів першого модуля (перше дидактичне узагальнення), на його основі представляється друга частина (другий модуль) «Основні способи забезпечення енерго- і ресурсозбереження в різних сферах господарської діяльності». Ця частина представляється варіативно, з урахуванням особливостей кожного профілю за основними напрямками господарської діяльності. При цьому загальними сегментами модуля для всіх профілів є розділи «Енергозбереження за рахунок використання альтернативних джерел енергії та вторинних енергетичних ресурсів» та «Напрями енерго- та ресурсозбереження в житлово-комунальному господарстві», інші сегменти передбачаються диференційовано, залежно від профілю підготовки. Наприкінці навчання, а саме на заключній лекції, інтегрально розглядаються можливості і способи зниження енергетичних та ресурсних втрат в розглянутих вище чотирьох базових процесах в конкретних технічних системах, що складає предмет 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- і ресурсозбереження»).

Зміст навчання основи енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, що побудований на основі розробленої моделі (рис. 1.5), представлено на рис. 2.7 та 2.10 (Лб – лабораторні роботи, Пз – практичні заняття). Переліки, зміст і послідовність практичних і лабораторних занять, відповідних запропонованій моделі, наведено на рис. 2.8 та 2.9.

Приклад розроблених індивідуальних завдань до практичних робіт представлено у додатку А, зміст лабораторних занять розглянуто у п. 2.4.

Використовуючи модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, розроблену на засадах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження (механічних, гідрогазодинамічних, теплових та електричних), технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення, навчання яких детермінується галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів (механічним, електричним, хімічним та технологічним), розроблено програми підготовки майбутніх інженерів-педагогів, що включають теоретичні відомості з чинного галузевого законодавства, видів енергії, основних понять енерго- та ресурсозбереження, основних видів економії енергії і енергетичних ресурсів, основних видів втрат енергії та їх мінімізації, методів і засобів енерго- і ресурсозбереження й технологічних енергетичних процесів, характерних кожному галузевому напрямку підготовки майбутніх інженерів-педагогів, перспективних технічних рішень в галузі енерго- та ресурсозбереження відповідно до галузевих напрямів підготовки майбутніх інженерів-педагогів.

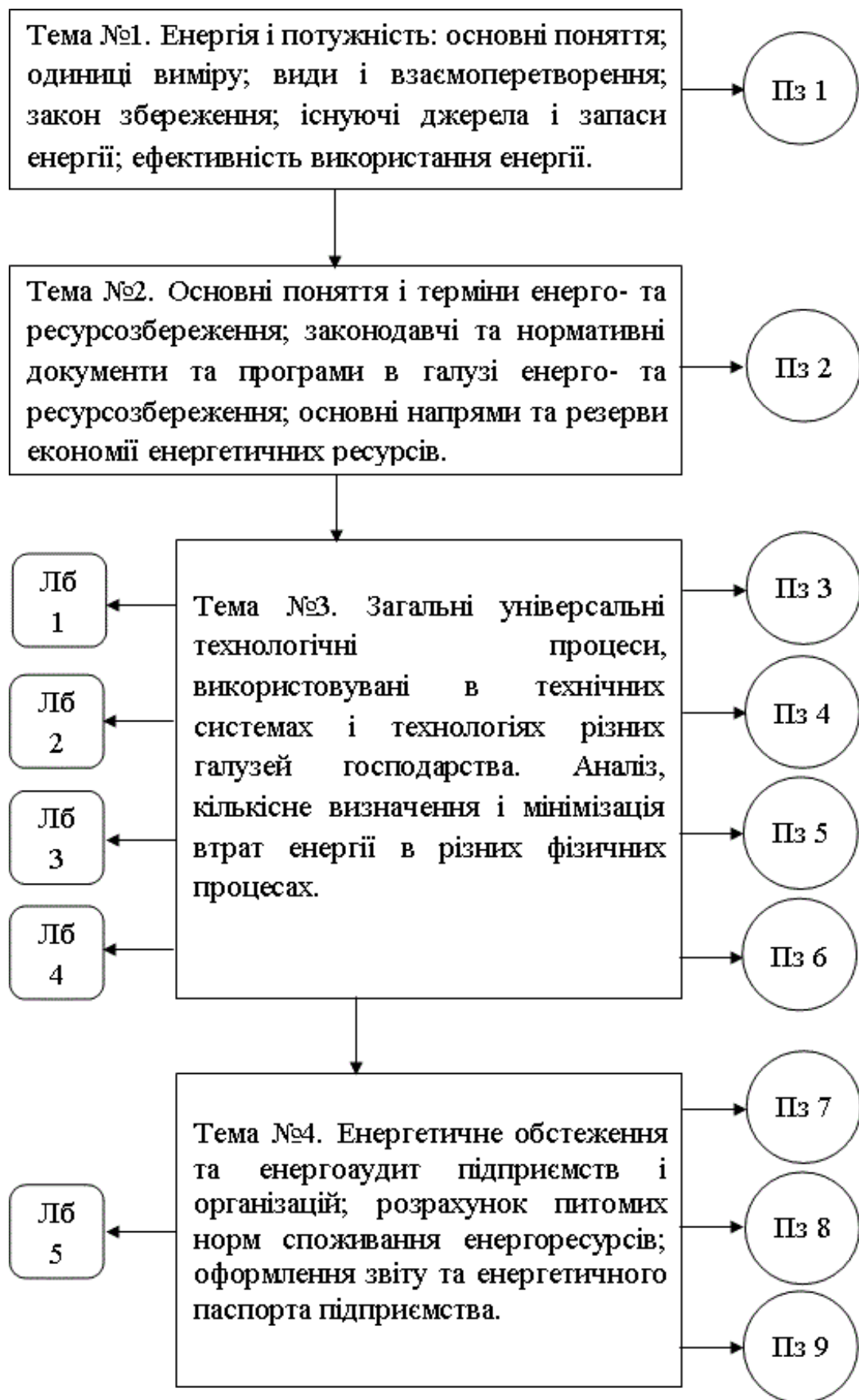


Рис. 2.7. Структура модуля №1

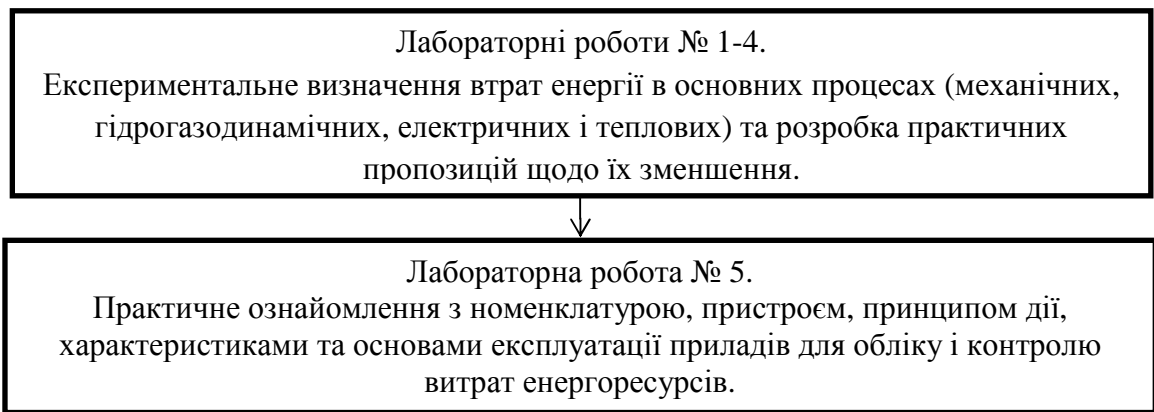


Рис. 2.8. Перелік, зміст і послідовність лабораторних робіт модуля №1



Рис. 2.9. Перелік, зміст і послідовність практичних занять модуля №1



Рис. 2.10. Структура модуля №2

Далі розглянемо перелік, зміст і послідовність практичних занять модуля №2, що представлено у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

**Перелік, зміст і послідовність практичних занять модуля №2 дисципліни  
«Основи енерго- і ресурсозбереження» для інженерів-педагогів**

Практичне заняття	Тема
1	2
Практичне заняття №1	Рішення задач на визначення економії палива від використання вторинних енергетичних ресурсів
Практичне заняття № 2	Рішення задач на визначення економії при експлуатації енергетичного обладнання
Практичне заняття № 3	Рішення задач на визначення економії при транспортуванні нафти і газу
Практичне заняття № 4	Розробка технічних рішень щодо забезпечення енерго- і ресурсозбереження в металургійному виробництві
Практичне заняття № 5	Рішення задач на визначення режимів роботи металорізального та зварювального обладнання
Практичне заняття № 6	Рішення задач на визначення режимів експлуатації транспортних засобів (включаючи транспортну логістику)
Практичне заняття № 7	Розробка технічних рішень щодо забезпечення енерго- і ресурсозбереження у хімічній промисловості
Практичне заняття № 8	Розробка технічних рішень щодо забезпечення енерго- і ресурсозбереження в легкій і харчовій промисловості
Практичне заняття № 9	Розробка технічних рішень щодо забезпечення енерго- і ресурсозбереження в будівництві
Практичне заняття № 10	Розробка технічних рішень щодо забезпечення

Продовж. табл.2.1

1	2
	енерго- і ресурсозбереження в сільськогосподарському виробництві
Практичне заняття № 11	Рішення задач на визначення порівняльної ефективності теплової ізоляції будівельних матеріалів
Практичне заняття № 12	Розробка технічних рішень щодо забезпечення енерго- і ресурсозбереження в житловому будинку (квартирі)
Практичне заняття № 13	Рішення задач на визначення порівняльної ефективності різних варіантів систем опалення в житловому будинку (квартирі)

Перелік, зміст і послідовність лабораторних робіт того ж модуля дисципліни представлено в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

**Перелік, зміст і послідовність лабораторних робіт модуля №2 дисципліни «Основи енерго- і ресурсозбереження» для інженерів-педагогів**

Лабораторна робота	Тема
1	2
Лабораторна робота №1	Дослідження характеристик та енергоефективності вітроенергетичної установки
Лабораторна робота № 2	Дослідження характеристик та енергоефективності безнасосної системи подачі рідини (гідравлічні тарани)
Лабораторна робота № 3	Забезпечення енергозбереження при



1	2
	теплопостачанні промислових підприємств
Лабораторна робота № 4	Засоби забезпечення енергозбереження при електропостачанні промислових підприємств
Лабораторна робота № 5	Енергоефективне управління режимами роботи насосних і вентиляторних установок
Лабораторна робота № 6	Експериментальне визначення теплових втрат на різних ділянках фасадів будівель за допомогою тепловізора
Лабораторна робота № 7	Експериментальне визначення енергоефективних характеристик теплового насоса типу «повітря - повітря»
Лабораторна робота № 8	Експериментальне визначення енергоефективних характеристик теплового насоса типу «вода - повітря»
Лабораторна робота № 9	Дослідження енергоефективності системи енергозабезпечення житлового будинку з автономним опаленням та використанням сонячної енергії
Лабораторна робота № 10	Експериментальне дослідження енергоефективності системи опалення з автоматичним регулятором
Лабораторна робота № 11	Експериментальне дослідження засобів обліку електричної енергії, моделювання типових схем її розкрадання і способів боротьби з ними

Розглянемо розроблений зміст навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів більш детально.

У загальному вигляді зміст дисципліни «Основи енерго- і ресурсозбереження» відбито в розробленій навчальній програмі, яка містить два змістових модулі.

Перший змістовий модуль присвячено основним поняттям і положенням енергозбереження а саме:

- Вступ: Коротка історія, сучасні проблеми та перспективи розвитку енергетики. Глобальні взаємозв'язки енергетичних, економічних, екологічних і соціальних проблем.

- Енергія і потужність. Одиниці вимірювання енергії і потужності. Види енергії і їх взаємозв'язок. Існуючі джерела і запаси енергії.

- Ефективність використання енергії. Коефіцієнт корисної дії (ККД) і коефіцієнт корисного використання (ККВ) енергії.

- Вихідні поняття енерго- та ресурсозбереження: основні визначення і терміни. Основні види економії енергії й енергетичних ресурсів, їх загальна характеристика. Законодавчі і нормативні документи й програми в галузі енерго- та ресурсозбереження. Галузеві і міжгалузеві технологічні напрями і резерви енергозбереження.

- Вторинні енергетичні ресурси і можливості їх ефективного використання в цілях забезпечення енерго- і ресурсозбереження.

- Основні види витрат енергії і ресурсів та їх мінімізація.

У другому змістовому модулі розглянуто основні засоби забезпечення енергозбереження, а саме:

- Енергетичні обстеження і енергоаудити енергоспоживаючих об'єктів. Облік, контроль і ефективне управління енергоресурсами.

- Перспективні технічні рішення в області енерго- та ресурсозбереження: забезпечення ефективності теплової ізоляції; ефективне використання енергоресурсів в енергетиці (теплофікація, парогазові установки, нетрадиційні і комбіновані джерела енергії і ін.); регенерація і утилізація теплової енергії.

- Перспективні технічні рішення в галузі енерго- та ресурсозбереження: когенерація; теплові насоси; досвід раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів у промисловості.

- Перспективні технічні рішення в галузі енерго- та ресурсозбереження: енергозберігаючі технології в теплопостачанні промислових підприємств; енергозбереження в системах опалювання, водопостачання, вентиляції і кондиціонування; автоматизоване енергозберігаюче управління технологічними об'єктами і процесами.

- Напрями, методи і засоби енерго- та ресурсозбереження в основних галузях народного господарства (по спеціальностях): у паливно-енергетичному комплексі; у нафтогазовій промисловості; у машинобудуванні; у металургії; у хімічній і нафтохімічній промисловості.

- Напрями, методи і засоби енерго- та ресурсозбереження в основних галузях народного господарства (по спеціальностях): у радіоелектроніці; у виробництві будівельних матеріалів; у легкій промисловості; у харчовій промисловості; на транспорті і в зв'язку; у комунальному господарстві.

До тематики практичних занять входять такі питання:

- визначення взаємозв'язку одиниць вимірювання енергії і потужності;
- кількісна оцінка і мінімізація енергетичних та ресурсних втрат в механічних, гідрогазодинамічних, теплових і електричних процесах;
- складання оптимальних добових графіків вжитку електроенергії на підприємствах (з врахуванням змінних тарифів за часом доби);
- оцінка економічної ефективності від впровадження енерго- і ресурсозберігаючих заходів;
- розробка пропозицій з енерго- та ресурсозбереження на різних підприємствах.

До тематики лабораторних входять такі питання, як дослідження режимів роботи насоса з метою забезпечення максимального ККД, дослідження ефективності теплової ізоляції трубопроводу і мінімізації теплових втрат, дослідження енергозбереження житлового будинку з автономним опаленням і

використанням сонячної енергії тощо. Більш детально тематику лабораторних робіт розглянуто в п. 2.4.

Отже, зміст навчання основ енерго- і ресурсозбереження за відповідною моделлю буде сприяти формуванню у студентів – майбутніх викладачів професійно-орієнтованих, професійних дисциплін та виробничого навчання – професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Відповідні знання, уміння та професійно важливі якості в подальшому закріплюються та удосконалюються на освітньо-кваліфікаційному рівні магістра під час навчання професійних дисциплін за механічним, електричним, хімічним та технологічним напрямками, у робочі навчальні програми яких обов'язково включаються питання з енерго- та ресурсозбереження.

### **2.3. Методи навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів**

Розглянемо практичну реалізацію методів навчання основ енерго- і ресурсозбереження.

Найкращою гарантією глибокого і міцного формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження є зацікавленість студентів у цьому. Тому для підтримки інтересу студентів необхідно використовувати різні методи навчання, освітні технології та задіяти всі атрибути процесу наукового пізнання.

Під час підготовки до занять викладач повинен [174]:

- на підставі нормативної документації чітко визначити перелік питань, які повинні бути розкритими на конкретному занятті, тобто скласти власний план;
- згідно робочої програми здійснити ретельний відбір наукового і фактичного матеріалу з теми;
- розробити текст лекції, практичного або лабораторного заняття, дотримуючись чіткої і логічної побудови матеріалу;

- виділити об'єктивно складний теоретичний матеріал та приділити йому найбільшій увазі;
- змодельовати зрозумілі приклади, додаткові аргументи, які роблять навчання зрозумілим;
- вибрати засоби наочності;
- передбачити можливі питання студентів та підготувати зрозумілі відповіді.

Враховуючи значну заплановану кількість лабораторних робіт в межах курсу, необхідно звернути увагу на специфіку їх проведення.

Попередня підготовка викладача до проведення лабораторних робіт включає ряд етапів [175, с. 403–404]:

- визначення необхідних умінь, виходячи з тактичних цілей навчання дисципліни;
- аналіз наявного обладнання та визначення можливого переліку проведених дослідів на ньому;
- визначення співвідношення мети і переліку можливих лабораторних робіт і вибір з їх числа необхідних для досягнення мети навчання;
- визначення тематики лабораторних робіт і їх змісту;
- вибір методу проведення лабораторних робіт (фронтальні дослідження, лабораторний практикум, цикловий метод);
- підготовка необхідного числа робочих місць, складання графіка проведення робіт учнями;
- проведення дослідів і складання зразкових звітів;
- складання інструкції з техніки безпеки, інструкції для проведення лабораторних робіт.

У зміст інструкції обов'язково включаються такі розділи:

- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості;
- необхідне обладнання та прилади;
- питання для вступного контролю та підготовки до проведення

роботи;

- порядок виконання роботи у вигляді плану або програми і загальні рекомендації;
- приклад таблиці для заповнення отриманих даних;
- вказівку по виконанню звіту;
- список рекомендованої літератури;
- контрольні питання.

Проведення роботи включає наступні етапи [175, с. 403–404].

Першим етапом є вступне заняття. Основна його задача полягає у проведенні інструктажу з техніки безпеки і ознайомлення учнів з лабораторним обладнанням, порядком проведення робіт в лабораторії.

Перевірка підготовки тих, хто навчається, до роботи. До кожної роботи вони повинні готуватися заздалегідь. Для цього необхідно роздати інструкції з відповідними поясненнями до проведення лабораторної роботи. На початку заняття проводиться перевірка знань тих, хто навчається, теоретичного матеріалу, обладнання та лабораторної установки. Вступні питання, як правило, складаються з двох частин, кожна з яких перевіряє перераховані знання і вміння. Для успішного вирішення завдання вступного контролю (проведення контролю в стислі терміни і визначення підготовленості кожного студента до роботи) можна використовувати цілий ряд прийомів:

- необхідно з'ясувати, які питання виникли у тих, хто навчається, при підготовці до роботи;
- слід вимагати наявності в конспектах замальованих схем, установок, обладнання, таблиць;
- опитування або співбесіду слід проводити з окремими групами тих, хто навчається, безпосередньо на робочих місцях, щоб зрозуміти, наскільки вони засвоїли обладнання та установки;
- слід використовувати відомий раніше навчальний матеріал.

Роботу ті, хто навчається, виконують самостійно. Викладач лише перевіряє схеми, консультує, перевіряє отримані результати. Слід своєчасно

помічати помилки при виконанні роботи або під час запису досвідчених даних. Серйозні помилки слід усувати всією групою.

На етапі оформлення звіту є особливо важливим те, що він формує вміння представляти отримані дані і робити висновки. При цьому треба стежити за тим, щоб схеми виконувалися грамотно, з урахуванням відповідних державних стандартів.

Зазначені вимоги дотримано в процесі реалізації методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Актуальним з точки зору практичної реалізації методів навчання основ енерго- і ресурсозбереження є впровадження досвіду іноземних вчених, мова про які йшла в попередніх розділах.

Так, відомим є підхід американських вчених із застосуванням інтерактивного моделювання (рис. 2.14), особистісно-орієнтованих самостійних методів, що дозволяє студентам контролювати темп свого навчання [170]. Цей підхід ґрунтується на 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. Учені пропонують трансформацію змісту в проекції поєднання учення про енергію з ознайомленням студентів із енергозберігаючими властивостями будівель на конструкцій (рис. 2.11 та 2.12), тобто технологічних процесів. Автори також підкреслюють ключове значення матеріально-технічної бази, тобто засобів, що гармонійно включаються в метод навчання.

В контексті цієї розробки ми вбачаємо використання методу проектів, мова про який йшла у п. 1.4.

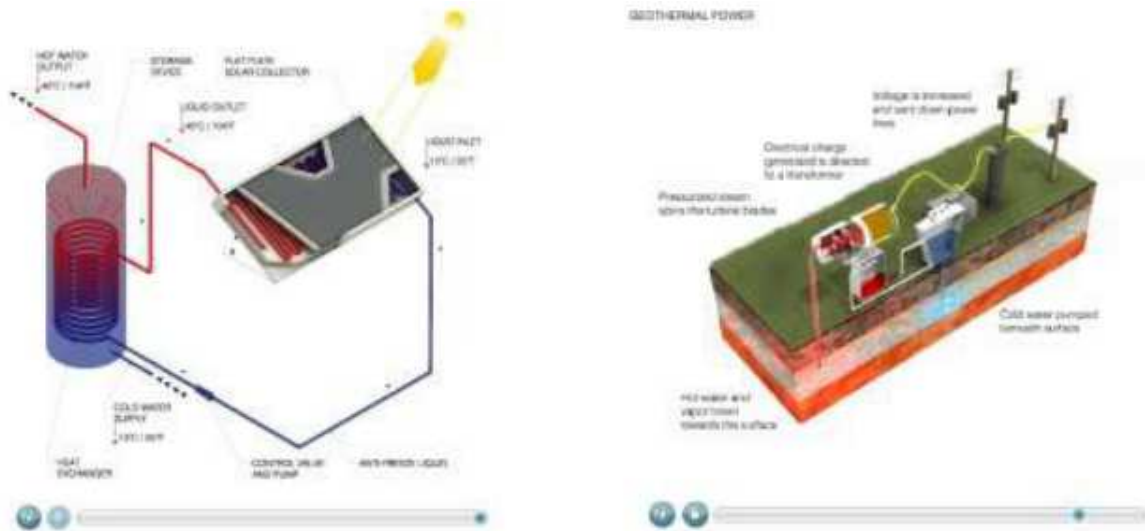


Рис. 2.11. Моделювання перетворення сонячної енергії та процесу генерації енергії на геотермальній електростанції

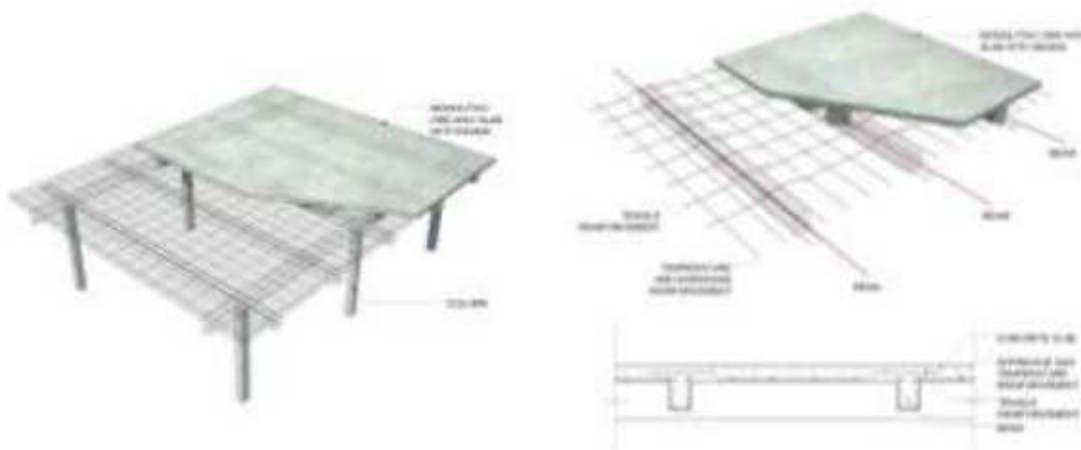


Рис. 2.12. Моделювання односторонньої системи бетонної підлоги

Литовські учені пропонують застосування поведінкових моделей під час розробки методики навчання [171]. 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 методи навчання повинні враховувати ці складові тих, на кого їх спрямовано.

Італійські дослідники вказують на те, що ефективність класичних методів навчання може забезпечитись через формулювання змісту максимально наближеного до повсякденного життя студентів [179], що підтверджує положення, обґрунтовані у п. 1.4, відповідно до яких у методиці навчання основ енерго- і ресурсозбереження доцільно застосовувати відомі методи (пояснювально-ілюстративні, репродуктивні, частково-пошукові, дослідницькі методи та проблемне навчання).

Актуальними також є розробки німецьких вчених, що пропонують застосування ігрових методів, кейс-методів та тренінгів до навчання енерго- і ресурсозбереження [172]. Авторами запропоновано моделювання навчальних заводів (рис. 2.13) з елементами енерго- і ресурсозбереження як у їх конструкції, так і в технологічних процесах виробництва.

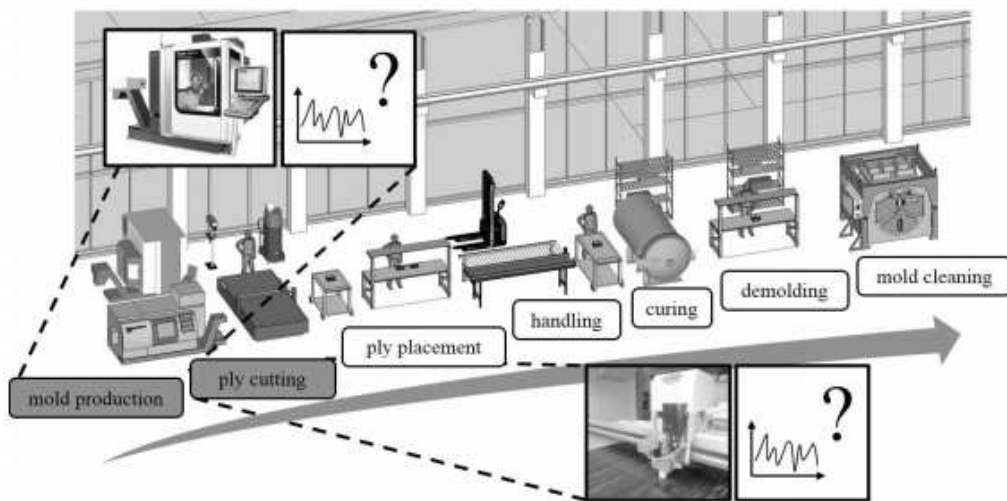


Рис. 2.13. Модель навчального заводу

З наведеної інформації необхідно зробити висновок, що на противагу пропозиціям вітчизняних учених та вчених країн колишнього СНД з питань проектування методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, які ставлять на меті розробку методів навчання підпорядкованих розумінню теорії в галузі, західні учені пропонують методи

навчання, підпорядковані практиці в галузі, і підкріплюють їх всеохоплюючою комп'ютеризацією навчального процесу (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

**Порівняння відомих підходів до навчання основ енерго- і  
ресурсозбереження**

Критерій	Вітчизняні розробники	Західні розробники
Цілі	Розробка цілей навчання у відповідності із компетентністю з основ енерго- і ресурсозбереження.	
Зміст	Розробка змісту у відповідності з актуальними знаннями в галузі.	
Методи	Класичні методи.	Класичні методи, узгоджені із комп'ютеризацією навчального процесу. Спрямованість на поєднання теорії з практикою.
Форми	Класичні форми.	
Засоби	Класичні засоби. Інформатизація дистанційного навчання.	Інноваційні комп'ютеризовані засоби. Інформатизація дистанційного навчання.

Застосування відомих методів в дослідженні, що представляється, було здійснено з акцентом на застосуванні комп'ютеризованих засобів навчання з огляду на актуальні педагогічні розробки [170–172].

Необхідно також зазначити, що в процесі реалізації методів навчання основ енерго- і ресурсозбереження під час виконання лабораторних робіт використовується така технологія інтерактивного навчання, як «Кейс-метод» – завдання студентам для підготовки до виконання лабораторної роботи імітувало реальну подію.

За класифікацією, наведеною у п. 1.4, визначимо види кейсів, які доцільно застосовувати під час навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

За видом представлення це можуть бути паперові, відео та мультимедіа-кейси. За типом і спрямованістю – навчальні, аналітичні, дослідницькі, систематизуючі, прогностичні. За структурою – структурований кейс(містить мінімум інформації, завжди має оптимальне рішення). За обсягом – стислі та міні-кейси. За змістом – практичні, навчальні та науково-дослідницькі кейси. За складністю. За складністю – проблемні з алгоритмом, проблемні без алгоритму та проблемні без формулювання проблеми. За наявністю сюжету – сюжетні та безсюжетні. Виходячи із цілей і задач процесу навчання – кейси, що навчають аналізу й оцінювання; кейси, що навчають рішення проблем і прийняттю рішень; кейси, що ілюструють проблему, рішення або концепцію в цілому. За суб'єктом кейсу – особистісні та багатосуб'єктні кейси.

Відомою також є типологія European Case Clearing House [152], відповідно до якої визначено теми кейсів, що можуть бути застосовані у методиці навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, а саме:

- кейси-випадки;
- допоміжні кейси;
- кейси-вправи;
- кейси-приклади;
- комплексні кейси;
- кейси-рішення.

У практичній реалізації методики студентам було запропоновано наступні теми кейсів із урахуванням галузевого напрямку їх підготовки:

- оцінка енергоефективності технічного обладнання і виробничої діяльності підприємства;
- розробка основних рекомендацій і заходів з енергозбереження;
- оформлення звіту і енергетичного паспорта об'єкту.

Розглянемо зміст кейсу з оцінки енергоефективності технічного обладнання і виробничої діяльності підприємства

При проведенні аналізу студенти вирішують такі основні завдання:

- визначають об'єкти і чинники, які найбільш суттєво впливають на енергоспоживання;

- обчислюють фактичне питомих споживання енергоресурсів з урахуванням обсягів випуску продукції, порівнюють це з нормативними значеннями і роблять висновки про ефективність енергоспоживання;

- оцінюють прямі втрати енергоносіїв за рахунок витоків, недозавантаження, простоїв, неправильної експлуатації, невідповідності необхідним технологічним параметрам;

- приймають рішення про проведення (або не проведення) додаткового енергоаудиту та дають рекомендації з енергозбереження.

Кейс з розробки основних рекомендацій і заходів з енергозбереження на умовному підприємстві включає в себе наступні основні етапи:

- 1) формулювання технологічних рішень з енергозбереження та оцінку потенційних обсягів зекономлених енергоресурсів;

- 2) визначення технічних засобів та обладнання, необхідних для реалізації намічених заходів, оцінку їх вартості;

- 3) визначення сумарних фінансових витрат на впровадження заходів з енергозбереження, потенційної річної економії енергоресурсів (в натуральному і грошовому вираженні), терміну окупності витрат;

- 4) розподілення запропонованих рекомендацій за трьома критеріями:

- безвитратні та маловитратні (можуть виконуватися підприємствами самостійно в процесі поточної діяльності);

- середньовитратні (можуть бути реалізовані підприємствами за рахунок власних коштів);

- високовитратні (виконуються із залученням додаткових зовнішніх інвестицій).

- 5) формування підсумкового переліку енергозберігаючих заходів та подання їх на розгляд керівництву умовного підприємства.

Кейс зі складання звіту про проведення енергетичного обстеження включає описову та аналітичну частини.

В описовій частині наводиться інформація по енергоспоживанню обстежуваного умовного підприємства і його характеристика.

В аналітичній частині наводиться наступне:

- аналіз технічних і фінансово-економічних аспектів ефективності використання енергії;
- опис запропонованих енергозберігаючих заходів та порядок їх впровадження;
- перелік необхідного обладнання та технічних засобів;
- розрахунки економії і термінів окупності проектів.

Енергетичний паспорт розробляється відповідно до державних стандартів за єдиною формою (додаток Б). Він є нормативно-господарським документом. Кейс полягає у заповненні розрахунково-пояснювальної записки до енергопаспорта. У ній студенти наводять такі дані:

- коротка характеристика об'єкта і структурний взаємозв'язок його основних виробництв;
- енергоємність виробництв за видами споживаних енергоресурсів;
- динаміка питомого енергоспоживання за видами енергоресурсів і основними видам продукції, порівняння їх з відповідними характеристиками енергоефективних об'єктів-аналогів;
- фонд фактичного робочого часу технологічних агрегатів і машин з оцінкою використання встановлених потужностей і коефіцієнтів їх завантаження;
- структура розподілу та обліку споживання енергоносіїв з оцінкою точності їх надходження і розподілу;
- розподіл витрат усіх видів енергоносіїв за технологічними процесами, основними, ремонтними і допоміжними службам;
- нормативні та фактичні втрати енергоносіїв в розподільних мережах і системах.

Роботу над кейсами проведено в 5 відомих етапів [180]:

- 1) знайомство із ситуацією, її особливостями;

- 2) виділення основної проблеми (основних проблем), виділення чинників і персоналій, які можуть реально впливати на ситуацію;
- 3) пропозиція концепцій або тема для „мозкового штурму”;
- 4) аналіз наслідків ухвалення того або іншого рішення;
- 5) вирішення кейса – пропозиція одного або декількох варіантів (послідовності дій), вказівка на можливе виникнення проблем, механізми їх запобігання й вирішення.

В цілому доцільним є застосування пояснювально-ілюстративних (інформаційно-рецептивних) методів, за умови застосування яких викладач повідомляє готову інформацію різними засобами, а ті, хто навчаються, сприймають, усвідомлюють і фіксують у пам'яті цю інформацію. Узгоджуються зі змістом навчання основ енерго- і ресурсозбереження і репродуктивні методи, головною ознакою яких є відтворення і повторення способу діяльності за завданнями викладача. Крім того, можливим є застосування поєднання попередніх методів із проблемним навчанням у межах діяльнісного підходу [115–121; 181; 182], що забезпечує поетапне оволодіння студентами знаннями на ознайомчо-орієнтовному, понятійно-аналітичному та продуктивно-синтетичному рівнях відповідно. Також можливим є застосування частково-пошукових (евристичних) методів, які полягають в організації викладачем участі тих, хто навчається, у виконанні окремих етапів пошуку, конструюванні завдань, розчленуванні його на допоміжні, намічанні кроків пошуку, а вони здійснюють його самостійно, актуалізуючи наявні знання, мотивуючи свої дії.

Розглянутий підхід є не досить поширеною практикою застосування цілого спектру відомих методів, що вважають проблемою деякі науковці [182], але він обумовлений не лише формуванням у майбутніх інженерів-педагогів умінь, знань та професійно важливих якостей з проектування методик навчання електроенергетичних дисциплін. Очевидною є необхідність формування у майбутнього інженера-педагога професійних знань від орієнтовно-ознайомлювального до продуктивно-синтетичного рівня з метою реалізації вимог держстандартів вищої освіти.

Так, наприклад, під час проведення лекцій з основ енерго- і ресурсозбереження може використовуватись метод проблемного навчання, де перед опануванням модуля позначається проблема, на вирішення якої буде направлений весь наступний матеріал модуля.

При проведенні практичних занять, а також в поєднанні з кейс-методами можливим є використання мозкового штурму, що буде спрямовано на залучення всіх студентів у вирішенні конкретних завдань відповідно до метода А. Осборна, який активізує творчість групи за умови виконання чотирьох правил:

- виключається критика, можна висловлювати без побоювання будь-яку думку;
- заохочується будь-яке вільне асоціювання: чим більш дикою здається ідея, тим краще;
- кількість ідей, які висувають, повинна бути якомога більшою;
- дозволяється як завгодно комбінувати висловлені ідеї, видозмінювати їх, тобто «покращувати» ідеї, що висунуті іншими членами групи.

Така методика навчання сприятиме розвитку аналітичних навичок через уміння класифікувати, виділяти важливу та неважливу інформацію, аналізувати та представляти її, набуття практичних навичок через застосування на практиці теоретичних знань та умінь з основ енерго- і ресурсозбереження, формування відповідних соціально спрямованих та особистісних професійно важливих якостей тощо.

Отже, застосування поєднання відомих методів навчання, узгоджених із цілями та змістом навчання основи енерго- і ресурсозбереження, забезпечує їх відповідність розробленій методиці.

## **2.4. Засоби та форми навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів**

Формами навчання основи енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів є лекції, практичні та лабораторні роботи. Підґрунтям до формування їх змісту є наскрізне проникнення базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення.

В процесі практичної реалізації засобів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів спроектовано та розроблено навчальні тренажери до наступних робіт: «Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок», «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії», «Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії», «Дослідження ефективності роботи теплових насосів», «Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора».

Розглянемо розроблене лабораторне забезпечення із застосуванням інформаційних технологій, що інтегровано моделює механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси.

Технічну реалізацію комп'ютеризованих навчальних тренажерів здійснено спільно з центром технічної творчості студентів «Учтехника», що постійно діє в рамках енергетичного факультету Української інженерно-педагогічної академії [183]. Реалізація концепції розвитку лабораторної бази основи енерго- і ресурсозбереження за участю студентів дозволило значно підсилити їх професійну підготовку і оптимізувати організаційні і матеріальні витрати на створення спеціалізованої міждисциплінарної лабораторії.

Створення комп'ютеризованих навчальних тренажерів складне як технічне, так і методико-педагогічне завдання. Робота над такого роду засобами вимагає від їх творців вичерпних знань предмету лабораторного моделювання,



умінь складання методики проведення лабораторної роботи, планування експерименту, а також знання основ технічної естетики і дизайну.

Особливу увагу слід приділяти технології виготовлення комп'ютеризованих навчальних тренажерів і досягати їх промислової якості. Цьому сприяє наявність виробничої бази і системи підготовки робочих спеціальностей в рамках виробничого навчання і факультативних курсів. Технологія виготовлення засобів повинна передбачати подальше дрібносерійне виробництво, що продиктоване необхідністю оснащення великого числа профільних учбових лабораторій різних учбових закладів України. Це можливо за умови використання стандартних комплектуючих і уніфікованих вузлів.

У межах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення можливою є постановка десяти комплексних лабораторних робіт по характерних енергооб'єктах:

- Система освітлення, що передбачає наступні складові змісту навчання:

- Енергоспоживання і енергозбереження в системах штучного освітлення:

- дослідження енергетичних характеристик джерел світла;
- ефективне управління в системах освітлення.

- Системи опалювання і водопостачання:

- Тепловізійна діагностика і визначення величини тепловтрат будівель і споруд:

- основи теплобачення;
- визначення теплоізолюючих характеристик будівельних матеріалів;
- визначення джерел тепловтрат будівель і споруд.

- Енергопостачання житлового будинку з використанням енергії сонця:

- дослідження роботи сонячного колектора;
- дослідження роботи сонячної батареї;

- дослідження режимів роботи системи автономного опалювання з двома альтернативними джерелами тепла;
- облік теплової енергії в системі опалювання житлового будинку.
- Ефективне управління режимом роботи насосів в системах водопостачання і опалювання житлового комунального комплексу (частотний перетворювач):
  - регулювання частоти обертання асинхронного двигуна частотним перетворювачем;
  - управління режимом роботи мережевого насоса.
- Тепловий насос:
  - дослідження роботи теплового насоса;
  - дослідження принципу дії геотермальної електростанції (на базі теплового насоса).
- Системи електропостачання:
  - Облік електричної енергії і моделювання типових схем її розкрадання
    - підключення приладів обліку електроенергії;
    - моделювання схем розкрадання електроенергії та методів боротьби з ними.
  - Якість електроенергії
    - компенсація реактивній потужності;
    - дослідження впливу вищих гармонік;
    - дослідження впливу відхилень напруги і частоти на роботу електроустаткування.
  - Автономна електроенергетична система
    - дослідження автономної енергетичної установки із змішаним навантаженням;
    - визначення до- і під час втрат напруги енергетичної установки;
    - вивчення способів синхронізації енергетичних установок між собою і з мережею;

- дослідження трифазної енергетичної установки, включеної на паралельну роботу з мережею;
- дослідження паралельної роботи двох енергетичних установок.
- Ефективне управління режимом роботи насосів в системах водопостачання і опалювання житлово-комунального комплексу:
  - регулювання частоти обертання і споживаної електроенергії асинхронного двигуна частотним перетворювачем;
  - управління режимом роботи мережевого насоса.
- Система підготовки персоналу:
  - Розробка інтерактивних учбово-виробничих комплексів:
    - робоче місце електрика;
    - робоче місце сантехніка, теплотехніка;
    - робоче місце майстра систем вентиляції і кондиціонування.

У наведеному переліку робіт та їх змісту відображено усі основні процеси енерго- і ресурсозбереження, що є характерними для змісту галузі, а саме – механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні.

У лабораторній базі передбачено впровадження сучасних систем отримання, відображення і обробки інформації. Передбачена комп'ютеризація системи розрахунків і оформлення звітів по лабораторних роботах. Для окремих робіт передбачено використання спеціалізованого програмного забезпечення, що дозволяє ефективно обробляти отримані дані і проводити їх порівняльний аналіз.

Також можливим є створення мультимедійного забезпечення курсу у вигляді базових комплектів плакатів, презентацій, програмного забезпечення для інтерактивних дощок, формування організаційно-технічної бази і насичення контентом курсу дистанційного навчання дисципліни.

Кінцевим результатом будь-якої лабораторної роботи з напряму енерго- і ресурсозбереження, окрім іншого, повинні бути сформовані вміння студента визначати енергетичну і економічну ефективність від впровадження як окремих

заходів так і їх комплексів, уміння отримувати кількісні показники цієї ефективності, уміння застосовувати положення чинного законодавства тощо.

Для дистанційного навчання пропонується проведення вебінарів, наприклад, Adobe Connect Pro, що максимально наближає дистанційне навчання до навчання очного [166]. Така технологія дозволяє імітувати реальну присутність «віддаленого» слухача в навчальному класі, забезпечуючи наступні можливості:

- спільної роботи з дошкою, електронними документами;
- «живого» відео і звуку;
- обміну файлами;
- відеозапису занять;
- колективного обговорення;
- проведення опитувань і голосування.

Використання технології дає можливість здійснити на практиці гнучке поєднання самостійної пізнавальної діяльності студентів з різними джерелами інформації, групову роботу, оперативну і систематичну взаємодію з викладачами, що забезпечує максимальний ефект при реалізації освітніх програм та сприяє набуттю майбутніми фахівцями практичних навичок у вирішенні конкретних завдань, що відповідають основним напрямам державної політики в галузі енерго- і ресурсозбереження та підвищення енергетичної ефективності [166].

Розглянемо методику проведення найбільш загальних робіт, а саме «Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок», «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії», «Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії», «Дослідження ефективності роботи теплових насосів», «Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора».

Розробимо дидактичні засоби до лабораторної роботи «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії».

Одним з найбільш перспективних напрямів в області енерго- і ресурсозбереження є використання сонячної енергії з мінімальною кількістю ступенів її перетворення. На сучасному етапі розвитку енергозберігаючих технологій найбільш перспективним в цій галузі є використання теплових сонячних колекторів принцип дії яких заснований на перетворенні випромінювання видимого спектру сонячного світла безпосередньо в теплову енергію, яка передається теплоносієм до споживача.

У міжгалузевій учбовій лабораторії був змодельований процес роботи теплового сонячного колектора, створений комп'ютеризований навчальний тренажер «Енергопостачання житлового будинку з використанням енергії сонця» і поставлена на ньому лабораторна робота.

Конструкцію колектору сонячної енергії (КСЕ) показано на рис. 2.14. Потік променистої енергії сонця крізь прозору фронтальну панель потрапляє на зачорнений абсорбент, 4, і поглинається їм. Абсорбент складається з металевого листа і приварених до нього трубок, 3, зігнутих в змійовик. В трубках, 3, відбувається нагрів теплоносія (води або антифризу). Бічні і нижня сторони КСЕ покриті шаром теплоізоляційного матеріалу, 6.

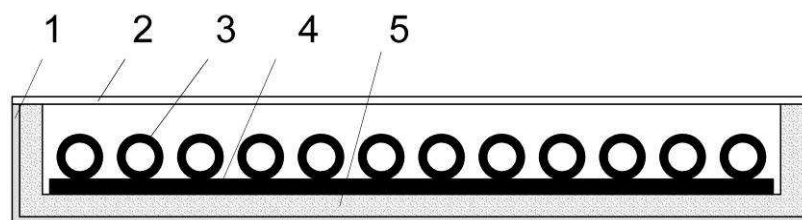


Рис. 2.14. Конструкція колектора сонячної енергії:

1 – корпус; 2 – скління; 3 – трубки змійовика; 4 – абсорбер сонячної енергії; 5 – тепла ізоляція

Основним елементом сонячної нагрівальної системи є приймач, в якому відбувається поглинання сонячного випромінювання і передача енергії рідини. Найпростіші приймачі містять весь об'єм рідини, яку необхідно нагрівати.

Приймачі складнішої конструкції нагрівають за певний час тільки невелику кількість рідини, яка, як правило, потім накопичується в окремому резервуарі (баку-акумуляторі).

Потік променистої енергії поверхнею приймача, що поглинається, складається з наступного [185; 186]:

- коефіцієнту пропускання сонячного випромінювання прозорим покриттям, приймається рівним 0,9 для одинарного скляного покриття, 0,8 – для подвійного скляного покриття, 0,81 – для селективного скла;

- коефіцієнт поглинання приймальною поверхнею колектора сонячного випромінювання, приймається рівним 0,9 для одинарного скляного покриття, 0,9 – для подвійного скляного покриття, 0,81 – для селективного скла;

- площі освітлюваної поверхні колектора;

- опроміненості поверхні сонячного колектора.

В процесі поглинання енергії, температура поверхні приймача підвищується і стає істотно вищою за температуру навколишнього повітря. Це призводить до виникнення зворотного теплового потоку в навколишнє середовище.

Проте не вся енергія, що отримується колектором, передається рідині-теплоносію, а тільки її частина, що характеризується коефіцієнтом переходу сонячної енергії, що показує частку теплового потоку, який передається рідині і приймається рівним 0,85. Це враховують студенти під час відповідних розрахунків.

Визначення кількості тепла, потрібного для нагріву рідини на певну різницю температур, відбувається із врахуванням кінцевої і початкової температур води, її щільності, теплоємності та об'ємної витрати.

Після цього студенти з рівняння балансу сонячного колектора визначають всі основні характеристики [185; 186].

Продуктивність колектора залежить від параметрів потоку випромінювання сонячної енергії, площі теплоприймальної поверхні колектора, інтегрального показника оптичного коефіцієнта корисної дії, що характеризує

ефективність перетворення потоку сонячного випромінювання в теплову енергію і часу роботи установки. Вона може бути визначена за формулою:

Економія умовного палива в одиницю часу (година), кг/година складе:

$$\Delta B_{\text{год}} = Q / (Q_{\text{ум}} \eta_{\text{ку}}) \quad (2.1)$$

де  $Q_{\text{ум}}$  – теплота згоряння умовного палива Дж·кг ( $29330 \cdot 10^3$  Дж·кг);

$\eta_{\text{ку}}$  – коефіцієнт корисної дії котельної установки (0,75 – 0,85).

Звідси студенти визначають економічний ефект від впровадження в системах теплопостачання колекторів сонячної енергії, грн. рік

$$D = \Delta B_{\text{год}} Q_{\text{ум}} T E \quad (2.2)$$

де  $E$  – вартість теплової енергії, грн./Г Дж, у регіоні, для якого проектується установка;

$T$  – річне число годин ефективної роботи колектора при заданій щільності потоку сонячного випромінювання, год·рік.

Крім власне колектора сонячної енергії, до складу комп'ютеризованого навчального тренажеру входять універсальний регульований випромінювач, автономна система опалювання і гарячого водопостачання житлового будинку, традиційне джерело теплової енергії (електроказан), система автоматизації управління температурними режимами системи опалювання. Вказане устаткування змонтоване на каркасі у вигляді фрагмента скатної кривлі, на якому показаний спосіб енергоефективного утеплення каркасних будівельних конструкцій за допомогою сучасних теплоізоляційних матеріалів.

Склад лабораторної установки показано на рис. 2.15.

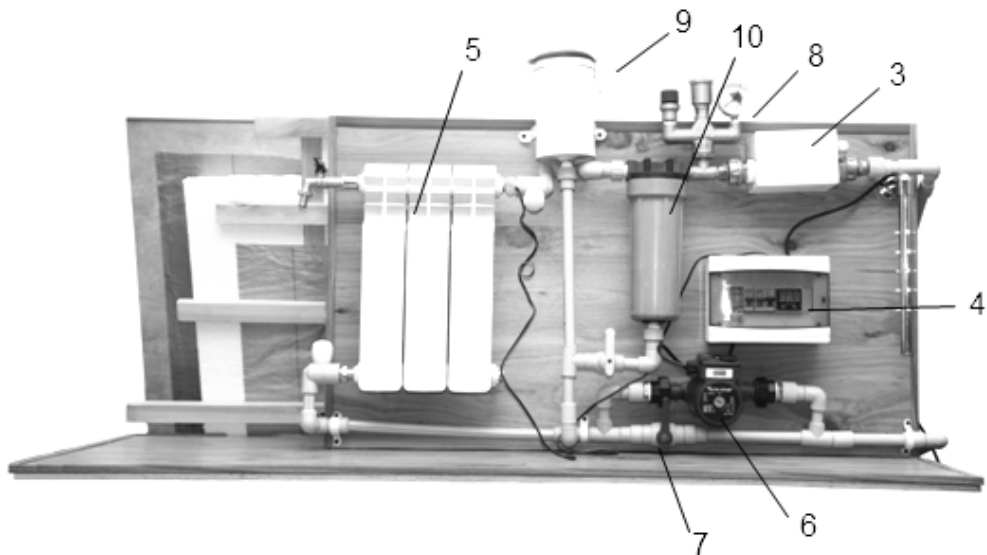
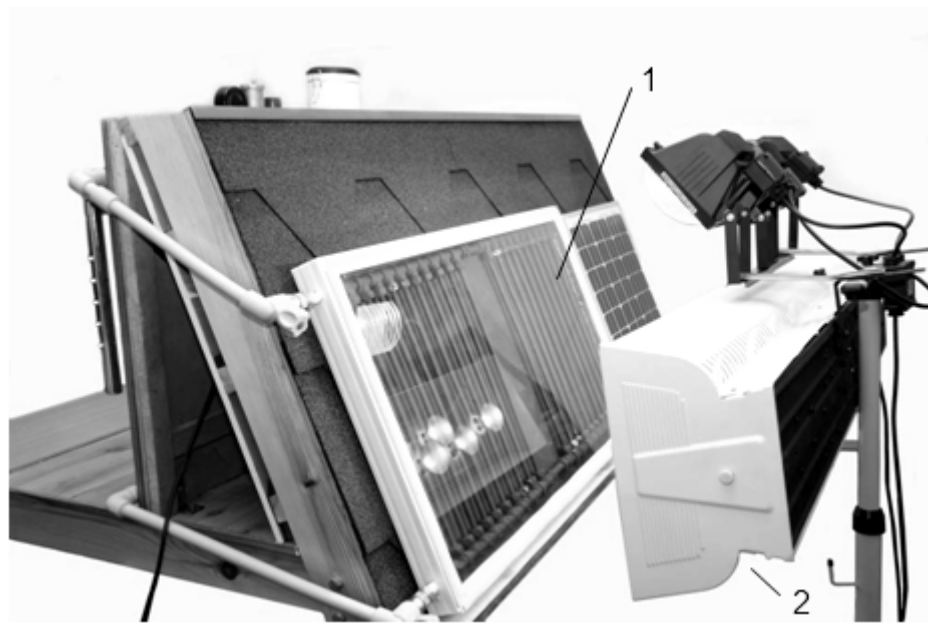


Рис. 2.15. Склад комп'ютеризованого навчального тренажера до лабораторної роботи «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії»:

1 – сонячний колектор; 2 – універсальний регульований випромінювач; 3 – електроказан; 4 – блок управління і автоматики; 5 – квартирний радіатор опалювання; 6 – циркуляційний насос; 7 – замочний кран байпаса; 8 – група безпеки; 9 – розширювальний бак; 10 – бойлер гарячого водопостачання.

У відповідності зі схемою тренажера (рис. 2.15, 2.16) система опалювання житлового будинку живиться від двох джерел теплової енергії – колектора



сонячної енергії (КСЕ), 1, і електроказана, 3. Терморегулятор блоку автоматики, 4, управляє роботою електроказана з метою підтримки температури теплоносія системи опалювання в заданих температурних межах. При цьому первинний нагрів теплоносія здійснюється електроказаном, а подальша підтримка температурного режиму здійснює КСЕ. Електроказан включається як резервне джерело тепла у випадку недостатньо високої температури на виході КСЕ.

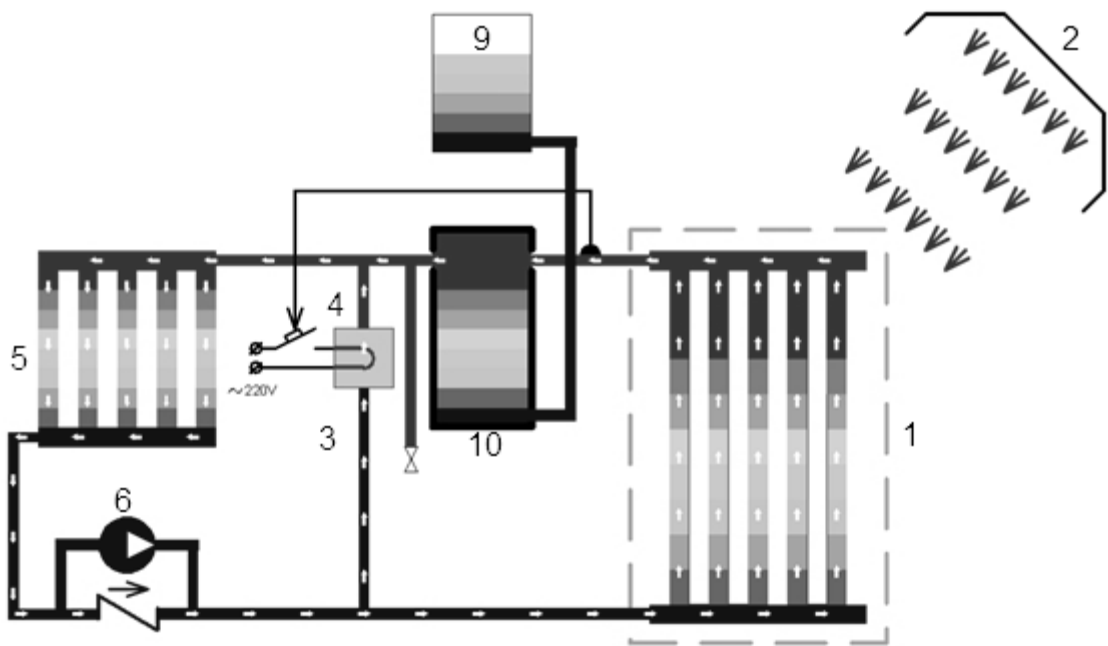


Рис. 2.16. Схема комп'ютеризованого навчального тренажеру до лабораторної роботи «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії»

У лабораторній роботі моделюється два режими роботи автономної системи опалювання житлового будинку (опалювання електроказаном і комбіноване опалювання з пріоритетним включенням колектора сонячної енергії). Порівняльна характеристика даних режимів покаже рівень економії енергоресурсів при використанні сонячної енергії для опалювання житлового будинку.

Різниця показів лічильника електроенергії встановленого на введенні живлення електроказана в першому і другому режимах визначає рівень економії первинних енергоресурсів (в даному випадку електроенергії), кВт·год.

$$\Delta W = W_1 - W_2, \quad (2.3)$$

де  $W_1, W_2$  – покази лічильника електроенергії в першому і другому режимах відповідно, кВт· год.

Економічний ефект від використання КСЕ в системі опалювання, грн.:

$$D = \Delta W T E \quad (2.4)$$

де  $E$  – вартість електроенергії, грн./кВт·год;

$T$  – час підтримки заданого температурного режиму системи опалювання, год.

Згідно з формулою теплового балансу, проведене КСЕ тепло передається споживачеві і врівноважується тепловтратами з його поверхні. У випадку аудиторної лабораторної роботи споживачем теплової енергії є малогабаритний квартирний радіатор опалювання, 5, з відомими геометричними параметрами. Тому корисно спожиту теплову енергію можна визначити як розрахунковим шляхом, так і за наслідками безпосередніх вимірювань за показами квартирного лічильника теплової енергії, встановленого на подавальній трубі радіатора.

Результати обробляються засобом електронних таблиць Excel.

Проведення даної лабораторної роботи сформувати у студентів практичні знання та уміння з визначення кількісних показників економії енергії що витрачається на опалювання і гаряче водопостачання житлового будинку, вплине на формування таких професійно важливих якостей, як гуманне

ставлення до природи, ощадливість, логічне мислення, педантичність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження.

Таким чином, в роботі моделюються теплові та електричні базові процеси енерго- і ресурсозбереження.

Розробимо дидактичні засоби до лабораторної роботи «Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора».

Теплові втрати будівель і споруд складаються з декількох складових і можуть бути визначені за формулою:

$$\Delta E = E_{\text{в}} + E_{\text{кон}} + E_{\text{тп}} \quad (2.5)$$

де  $E_{\text{в}}$  – втрати енергії через випромінювання з захисних поверхонь конструкції, кВт;

$E_{\text{кон}}$  – конвекційні втрати, кВт

$E_{\text{тп}}$  – втрати енергії за рахунок теплопровідності через ґрунт, кВт.

Втрати енергії через ґрунт зазвичай у край незначні (за винятком районів вічної мерзлоти де слід застосовувати особливу технологію проектування і будівництва будівель і споруд).

Основну ж частину теплових втрат складають конвективні втрати, які у свою чергу залежать від температури повітря, форми будівлі, швидкості і напрямку вітру, який постійно змінюється і є величиною, багато в чому, випадковою. Тому точно визначити цей вид втрат на реальному і конкретному будівельному об'єкті часто або просто не представляється можливим або є у край складним інженерним завданням, що вимагає великої статистичної інформації на підставі багаторічних спостережень. При цьому очевидно, що зниження даного виду втрат цілком можливо за рахунок зниження небажаних конвективних потоків і повторної утилізації теплової енергії штатних конвективних потоків (наприклад застосування систем вентиляції з рекуперацією тепла). Визначення шляхів нештатних конвективних потоків є

діагностичним завданням, яке може бути вирішено або безпосередньою перевіркою на герметичність приміщень із застосуванням спеціального діагностичного комплексу (рис. 2.17), або виявленням їх по вторинних ознаках за допомогою тепловізійної діагностики.



Рис. 2.17. Діагностика приміщення на герметичність

Тепловізійна діагностика заснована на визначенні втрат випромінювання з поверхні. Тепловізор дозволяє виявити і фіксувати невидиме оком випромінювання з довжиною хвилі від 2 до 15 мкм, що дає дані про температуру поверхні випромінювання. Тепловізійна діагностика відноситься до неруйнівних методів контролю і діагностики і дозволяє діагностувати об'єкт дистанційно на великих відстанях. Знаючи температуру поверхні випромінювання, можна зробити коректні висновки про технічний стан об'єкту, що діагностується, і параметри його режиму роботи, стає можливим визначити невидимі оку дефекти (зокрема шляхи конвективних втрат теплової енергії). Такий спосіб діагностики відрізняється малими трудовими і фінансовими

витратами, дає широкий спектр даних і дозволяє проводити діагностику об'єкту безпосередньо в процесі його роботи.

Перелічені переваги даного методу визначають його перспективність та, відповідно, необхідність підготовки фахівців з даного виду робіт. Таким чином може бути вирішено актуальне завдання лабораторного моделювання теплових процесів енерго- і ресурсозбереження засобами тепловізійної діагностики з метою формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Завданнями лабораторного моделювання процесів тепловізійної діагностики є наступне:

- формування знань методик теплового неруйнівного контролю будівель, приміщень та конструкцій;
- формування умінь навичок роботи з тепловізором;
- формування умінь навичок розшифровки термограмм за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення Smar View;
- формування умінь оцінювати енергоефективність теплоізоляції;
- формування умінь виявляти джерела тепловтрат реальних будівель і споруд;
- формування таких професійно важливих якостей, як гуманне ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження.

Виходячи з поставлених завдань, розроблено методику проведення лабораторної роботи і спосіб її технічної реалізації, принциповий і робочий проекти комп'ютеризованого навчального тренажеру.

У теплових методах неруйнівного контролю використовується тепла енергія, що розповсюджується в об'єкті контролю. Температурне поле поверхні об'єкту є джерелом інформації про особливості процесу теплопередачі, які, у свою чергу, залежать від наявності внутрішніх або зовнішніх дефектів, а також від навколишніх умов в яких проводиться термографія. Під дефектом при

цьому розуміється наявність пар тертя з підвищеною температурою, неоднорідність матеріалу, прихованих раковин, корозії, порожнин, тріщин, непроварів, чужорідних включень, поганих контактів електричних ланцюгів, дефекти захищаючих конструкцій і так далі, всіляких відхилень фізичних властивостей об'єкту контролю від норми, наявність місць локального перегріву (охолюдження) і тому подібне. Іноді місця перегріву і охолодження називають «температурними плямами». Розрізняють пасивну і активну термографію [187]. При пасивній термографії аналіз теплових полів виробів проводять реєстрацією їх власного теплового випромінювання. Активна термографія припускає нагрів об'єкту зовнішнім джерелом енергії

Відомим є метод навчання [188] основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів, що включає застосування щонайменше одного теплового приймача для вибраного джерела променевої енергії в обраних умовах, а саме в контейнері, виготовленому з відносно низькотеплопровідного матеріалу і виконаного з можливістю бути розділеним на щонайменше дві ідентичні камери (рис. 2.18).

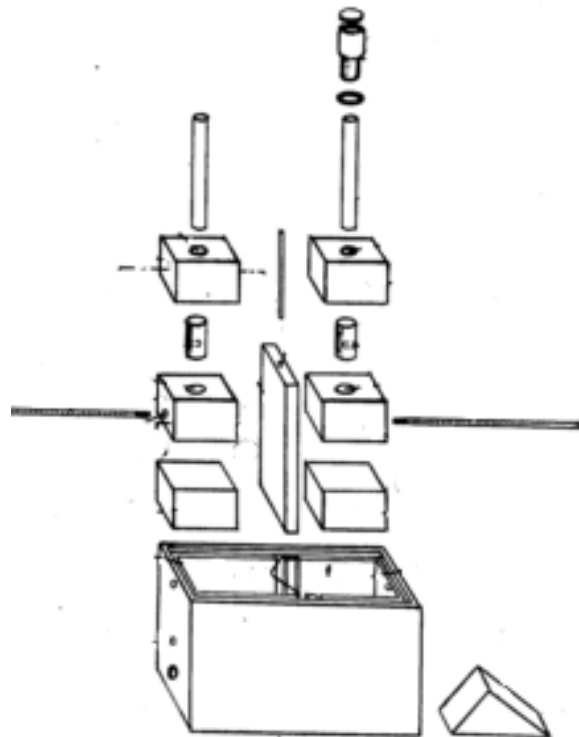


Рис. 2.18. Установа до реалізації методу вивчення теплового струму

Недоліком такого методу є не досить висока точність вимірювань, що досягається за визначених умов та із застосуванням обладнання, що пропонується, та не досить висока технологічність способу.

Для модельних випробувань теплопровідності різних видів захищаючих конструкцій будівель і споруд виготовлено навчальний тренажер у вигляді теплоізовованого короба з джерелом тепла усередині і набірною панеллю для монтажу зразків будівельних і теплоізоляційних матеріалів (рис. 2.19). Набірна панель з натурними зразками закривається знімним фасадом, що робить невидимим оку вміст окремих комірок.

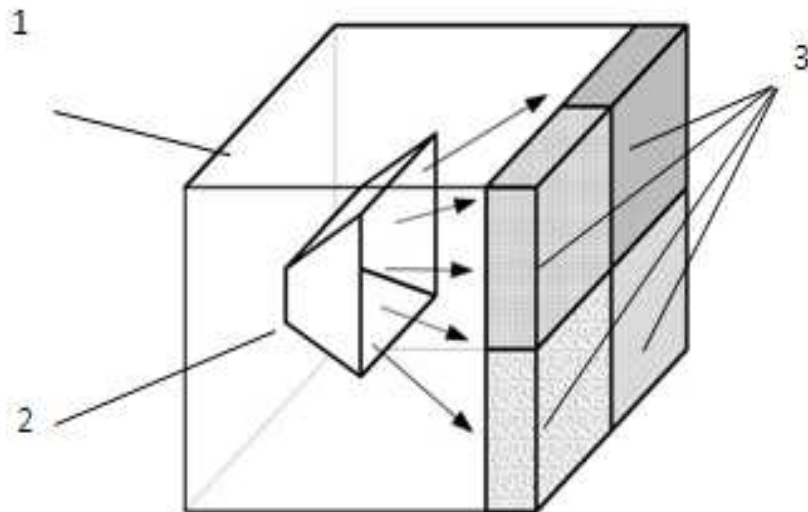


Рис. 2.19. Навчальний тренажер до лабораторної роботи «Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора»:

1 – теплоізовований короб, 2 – джерело теплового випромінювання, 3 – зразки будівельних і утеплювачів матеріалів

Суть модельних випробувань полягає в наступному: включається джерело тепла, прогрівається внутрішня частина випробувального короба, фіксується температура усередині короба і зовні, за допомогою тепловізійної діагностики визначається температура секторів поверхні, що дозволяє

визначати теплопровідні властивості будівельних матеріалів і утеплювачів без безпосереднього вимірювання температури на їх поверхні і з урахуванням загального обробного шару. Отримані термограми відображають теплоізолюючі властивості матеріалів, а їх розшифровка і інтерпретація дозволяє студентам отримати чисельні значення параметрів, що характеризують дані властивості.

Таким чином, в результаті проведення лабораторної роботи із застосуванням активної термографії студенти набувають знань та умінь щодо визначення теплоізоляційних властивостей матеріалів захищаючих конструкцій будівель і споруд.

Придбання умінь розшифровки отриманих термограм здійснюється в комп'ютерному класі на базі програмного забезпечення Smart View. Завдання розшифровки термограм є достатньо складним і вимагає розуміння особливостей побудови тепловізором температурного поля випробовуваного об'єкту, що у свою чергу повинно забезпечуватись достатнім рівнем сформованості компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у викладача.

Основною характеристикою температурного поля, дефектності, що є індикатором, слугує величина локального температурного перепаду. Координати місця перепаду температур, його рельєф або, іншими словами, топологія температурного поля і його величина в градусах є функцією великої кількості чинників. Ці чинники при термографії можна розділити на внутрішні та зовнішні. Внутрішні чинники визначаються теплофізичними властивостями контрольованого об'єкту і дефекту, а також їх геометричними параметрами. Ці ж чинники визначають тимчасові параметри процесу теплопередачі, в основному, процесу розвитку температурного перепаду. Зовнішніми чинниками є характеристики процесу теплообміну на поверхні об'єкту контролю (найчастіше – величина коефіцієнта конвективної тепловіддачі), потужність джерела нагрівання і швидкість його переміщення уздовж об'єкту контролю.



Основним інформаційним параметром при проведенні термографії є локальна різниця температур між дефектною і бездефектною областями об'єкту. Знак перепаду залежить від співвідношення теплофізичних властивостей дефекту і виробу і досліджуваної поверхні. При нагріванні виробів, що містять дефекти, що погано проводять тепло (типу газових включень), перепад позитивний для поверхні, підданої нагріву (тобто місце дефекту характеризується локальним підвищенням температури), і негативний для протилежної сторони.

Часовий хід перепаду характеризується кривою з максимумом. Це примушує у кожному конкретному випадку оптимальним чином вибрати момент реєстрації температурного перепаду.

Момент настання максимального перепаду і глибина залягання дефекту зазвичай зв'язані лінійною залежністю, причому кут нахилу відповідної прямої залежить від теплофізичних властивостей виробу і дефекту.

У основі навчального вирішення завдань активного теплового контролю (термографії) лежить рівняння теплопровідності. Процес перенесення тепла в середовищі за рахунок теплопровідності і конвекції характеризується відомим диференціальним рівнянням.

В результаті студенти можуть визначити розподіл температур на об'єкті контролю залежно від його форми, розмірів, наявності дефектів. Зазвичай при термографії швидкість об'єкту контролю мала і конвекцією можна нехтувати.

Рішення спрощується, якщо прийняти деякі допущення. Наприклад, в стаціонарному режимі. У разі швидких змін температури, коли об'єкт контролю не встигає повністю прогріватися, аналіз рівняння виконують з урахуванням похідної за часом.

Існують наступні способи активної термографії і теплового контролю виробів [187]:

- Короткочасний локальний нагрів виробу з подальшою реєстрацією температури тій же (при односторонньому контролі) або протилежній області (при двосторонньому контролі). Після закінчення деякого часу (щоб виріб встиг

охолонуті) переходять до наступної точки і так далі. Так буде пройдена вся поверхня виробу, причому зміряна температура дефектних областей істотно відрізнятиметься від температури бездефектних ділянок при термографії.

- Термографія з використанням скануючої системи, що складається з жорстко закріплених один щодо одного джерела нагріву і реєструючого приладу, що переміщаються з постійною швидкістю уздовж поверхні зразка.

- Одночасний нагрів поверхні зразка уздовж деякої лінії з подальшою реєстрацією температури уздовж тієї ж лінії (при одночасному контролі) або уздовж аналогічної лінії з протилежної поверхні зразка (при двосторонньому контролі). Цей метод називають подовжньою термографією.

- Одночасний нагрів всієї поверхні зразка і подальша одночасна реєстрація температурного розподілу на цій же або на протилежній поверхні. Подібний спосіб термографії може бути здійснений за допомогою будь-якої моделі тепловізора.

Ефективність виявлення дефектів кожним з описаних способів теплового контролю (термографії) зменшується від першого до четвертого, а продуктивність – зростає.

Отже, ґрунтуючись на фізичних принципах фіксації теплового випромінювання інфрачервоного спектру і основних законах теплотехніки в лабораторних умовах був змодельований процес тепловізійної діагностики захищаючих конструкцій будівель і споруд. У натурних випробуваннях студентами визначаються можливі шляхи конвективних втрат теплової енергії в учбових корпусах, складаються рекомендації по їх усуненню.

Реалізація ідеї дозволяє визначати теплопровідні властивості будівельних матеріалів і утеплювачів без безпосереднього вимірювання температури на їх поверхні і з урахуванням загального обробного шару, що збільшує його технологічність, порівняно із відомою розробкою.

Проведення розглянутої лабораторної роботи (за наявності тепловізора) може бути успішно реалізована в учбових закладах нашої країни і зарубіжжя.

Розробимо дидактичні засоби до лабораторної роботи «Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії».

Завданнями лабораторного моделювання процесів обліку електроенергії є наступне:

- опанування законодавчою базою в галузі;
- формування практичних навичок підключення приладів обліку спожитої електроенергії в споживчій мережі;
- формування практичних навичок обліку спожитої енергії лічильниками різної конструкції і принципу дії в споживчих мережах різної провідності;
- формування умінь аналізу штатних і позаштатних режимів роботи приладів обліку і контролю спожитої електроенергії;
- формування умінь виявлення можливих схем розкрадання електроенергії в споживчих мережах;
- формування таких професійно важливих якостей, як відповідальність, принциповість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження.

Виходячи з поставлених завдань розроблено комп'ютеризовані навчальні тренажери для проведення лабораторної роботи та способів їх технічної реалізації.

Тренажер моделює механічні та електричні базові процеси енерго- і ресурсозбереження, що відповідає розробленим у п. 2.4 теоретичним засадам проектування комп'ютеризованих навчальних тренажерів з основ енерго- і ресурсозбереження.

Можливі схеми включення лічильників активної енергії для вимірювання як активної, так і реактивної енергії приведено на рис. 2.20.

Можливість вимірювання реактивної енергії ланцюга трифазного струму лічильником активної енергії витікає з наступних міркувань (рис. 2.21).

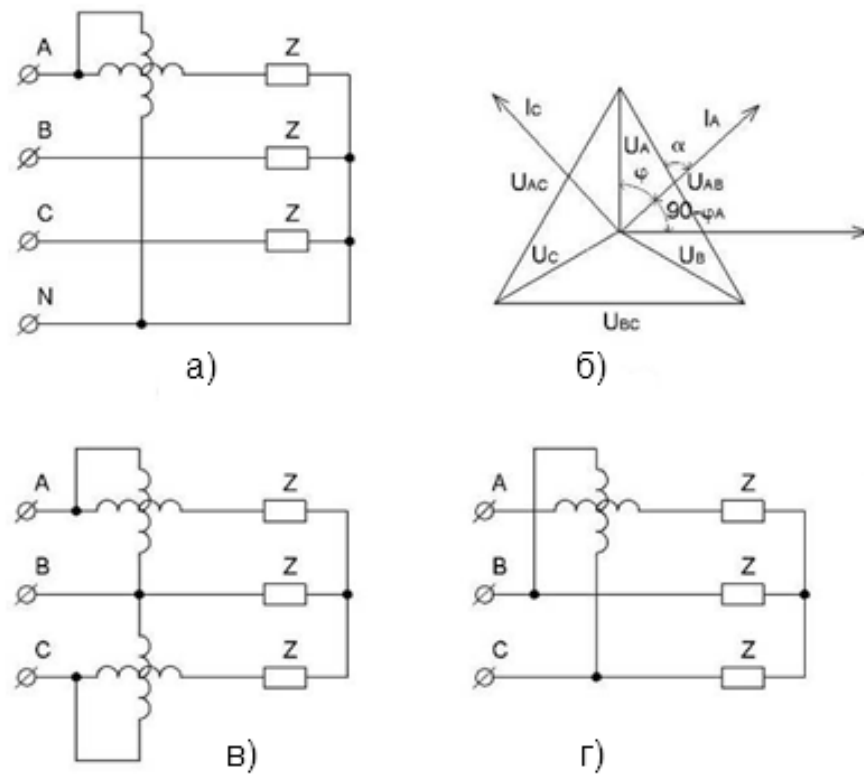


Рис. 2.20. Схеми включення лічильників електроенергії:

а) включення однофазного лічильника активної енергії в чотирьохпровідникову мережу, б) векторна діаграма струму і напруги, в) включення двох однофазних лічильників активної енергії в чотирьохпровідникову мережу, г) включення однофазного лічильника активної енергії для вимірювання реактивної енергії в трьохпровідникову мережу.

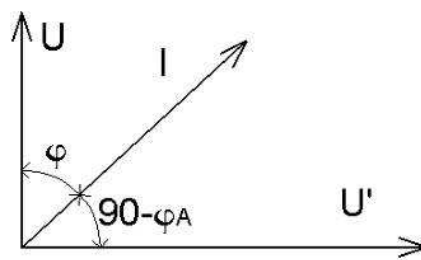


Рис. 2.21. Векторна діаграма струму і напруги на лічильнику активної енергії, який включений для вимірювання реактивної енергії

Енергія,  $W_a$ , реєструється однофазним лічильником активної енергії за час,  $t$ , визначається струмом,  $I$ , його послідовної котушки, напругою,  $U$ , що

додається до його паралельного ланцюга і косинусом кута зрушення між струмом,  $I$ , і напругою,  $U$ .

$$W_a = P \cdot t = I \cdot U \cdot \cos\varphi \cdot t \quad (2.6)$$

Якщо лічильник включити так, щоб між струмом,  $I$ , його послідовно виконавчої котушки і напругою,  $U$ , на його паралельному ланцюзі був кут зрушення,  $90^\circ - \varphi$ , то лічильник вимірюватиме реактивну енергію:

$$W_p = Q \cdot t = I \cdot U' \cdot \cos(90 - \varphi) \cdot t = I \cdot U' \cdot \sin\varphi \cdot t \quad (2.7)$$

У чотирьохпровідних мережах трифазного струму вимірювання енергії може здійснюватися трьома однофазними лічильниками, покази яких сумуються. При симетричному навантаженні досить вимірювати енергію в одній фазі і покази лічильника помножити на відповідний множник (рис. 3.8).

При вимірюванні активної енергії,  $W_{\text{ліч}}$ , в чотирьохпровідниковій мережі однофазним лічильником:

$$W_{\text{ліч}} = I_A \cdot U_A \cdot \cos\varphi_a \cdot t \quad (2.8)$$

Вимірювання активної енергії в трьохпровідниковій мережі, як правило, здійснюється за допомогою двох лічильників.

Якщо при зміні активної енергії використовувати тільки один лічильник рахуючи  $U_{AB} = U_{CB}$ ,  $I_A = I_C$ , його показники подвоюються

При вимірюванні реактивної енергії в трьох провідниковому ланцюзі лічильником активної енергії:

$$W_{\text{ліч}} = I_A \cdot U_{BC} \cdot \cos(90 - \varphi) \cdot t = 3 \cdot I_\Phi \cdot U_\Phi \cdot \sin\varphi \cdot t = 3 \cdot Q_\Phi \cdot t = 3 \cdot W_{\Phi P} \quad (2.9)$$

Тут  $W_{\text{ліч}}$  – покази лічильника;

$W_a, W_P$  – активна і реактивна енергія в трифазному ланцюзі;

$W_{\Phi A}$  і  $W_{\Phi P}$  – активна і реактивна енергія в одній фазі.

При включенні лічильників через вимірювальні трансформатори повинні бути враховані коефіцієнти вимірювальних трансформаторів трансформацій.

Навантаження на навчальному тренажері є малопотужним, тому витрачену енергію за показами лічильників визначати важко через те, що це займає багато часу.

Доцільно визначати енергію за постійною лічильника і його обертів за час вимірювання енергії.

Постійна лічильника чисельно дорівнює енергії, витраченій за час одного оберту диска.

У лабораторній роботі технічно реалізовано комп'ютеризований навчальний тренажер, розроблений за вище вказаних принципів вимірювання спожитої електроенергії. Тренажер виконано за стендовою модульною технологією (рис. 2.22) із загальною монтажною рамою і характерними модулями миттєвого навісного монтажу, що дозволяє залежно від тієї або іншої схеми обліку електроенергії складати відповідні модельні схеми (рис. 2.23).



Рис. 2.22. Зовнішній вигляд навчального тренажеру до лабораторної роботи «Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії»

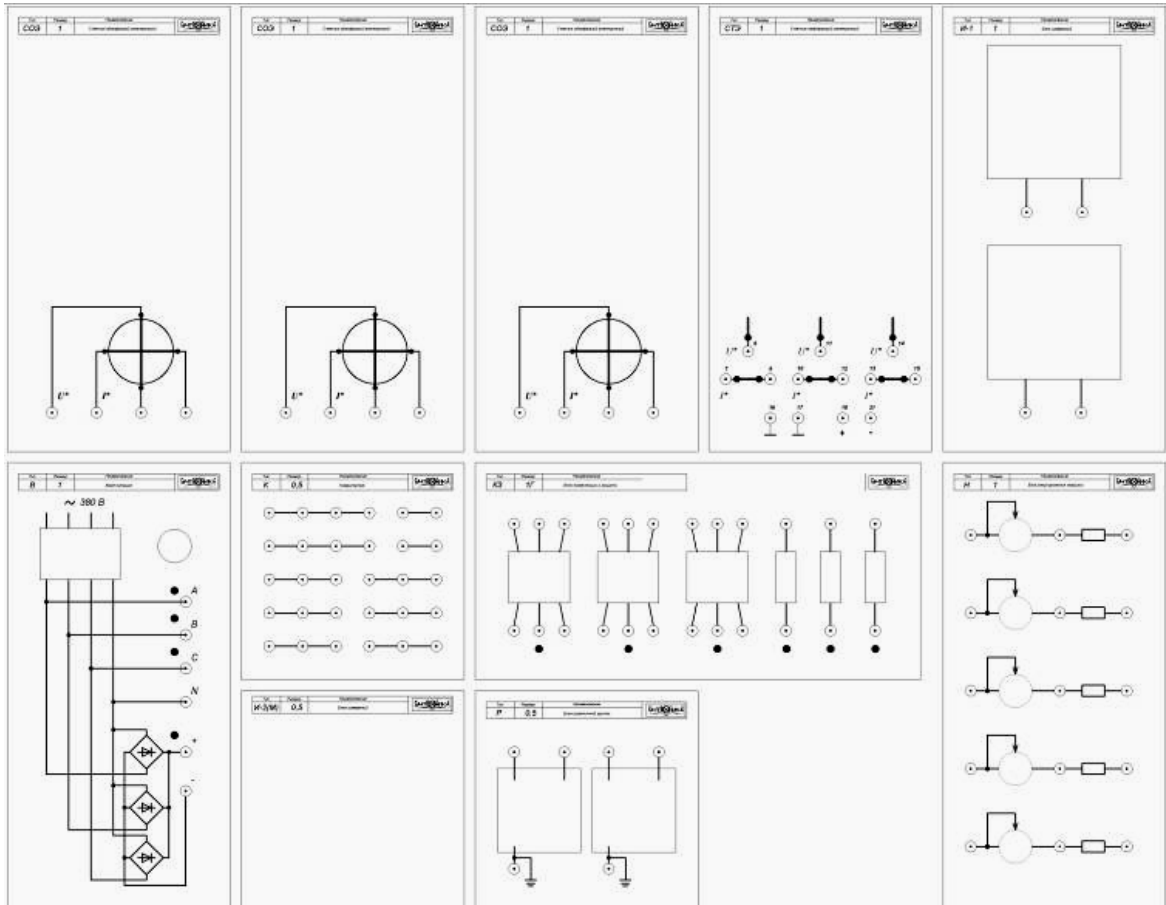


Рис. 2.23. Комп'ютерний варіант модельної схеми тренажеру

Модельні схеми, побудовані із застосуванням таких програмних продуктів, як sPlan, Microsoft Office Visio, AutoCAD Electrical тощо, можуть відображати як штатні режими роботи системи обліку електроенергії, так і можливі схеми ненормального включення, що приводять до випадкових (а найчастіше навмисних) помилок обліку.

Економічна ефективність боротьби з розкраданнями електроенергії визначається об'ємом виявлених розкрадань і вартістю викраденої у мережевих енергозабезпечуючих організацій енергії. Ці показники визначаються студентами в ході проведення лабораторних робіт шляхом прямих вимірювань і перерахунку за добовий, місячний і річний періоди.

При лабораторному моделюванні процесів обліку електроенергії використовуються лічильники різної конструкції і принципів дії.

Таким чином, ґрунтуючись на фізичних принципах роботи засобів і систем обліку спожитої електроенергії були змодельовані можливі схеми включення лічильників різної конструкції в багатопровідні споживчі мережі. Тренажер імітує базові механічні та електричні процеси енерго- і ресурсозбереження. У натурних випробуваннях визначено значення можливих навмисно створених похибок обліку електроенергії, що дозволило надалі оцінити відповідний економічний збиток.

Створений тренажер має промислову якість виготовлення, що дозволяє запропонувати його на ринок учбової техніки України.

Далі розробимо дидактичні засоби до лабораторної роботи «Дослідження ефективності роботи теплових насосів».

Одним з перспективних напрямів в розвитку систем теплопостачання промислових підприємств і об'єктів житлово-комунальної сфери є застосування теплових насосів, що транспортують теплову енергію землі, ґрунтових вод, повітря в систему опалювання. Компанії виробники теплових насосів запевняють в економічній ефективності роботи таких установок і приводять порівняльні дані спожитої насосом електроенергії і транспортованої теплової енергії. При цьому зв'язок цих складових співвідноситься як 1 до 3–5 [11], що говорить про доцільність масового використання установок такого типу. Це визначило необхідність лабораторного моделювання роботи теплових насосів і дослідження її ефективності.

Теоретичні основи роботи [11] (принцип дії якого заснований на зворотному циклі Карно) достатньо детально викладені в науковій і навчальній літературі з основ теплотехніки і трансформації тепла, а практична конструкція даного виду енергетичного устаткування залежно від робочого середовища і компанії виробника має цілий ряд особливостей і відмінностей, що і визначає галузь його використання, умови роботи і енергетичну і економічну ефективність. Тепловим насосам останнім часом приділяється значна увага провідними фахівцями, як проектувальниками, виробниками, так і експлуатаційним персоналом, що визначило необхідність формування



відповідної компетентності у широкого кола фахівців, що працюють в області енергопостачання, енергозбереження і суміжних з ними галузей.

Завданнями лабораторного моделювання технологічної системи теплового насоса є:

- формування практичних умінь роботи з тепловим насосом;
- формування вміння оцінювати енергетичну економічну ефективність роботи теплового насоса;
- закріплення знань в області теплотехнічного устаткування, робота якого заснована на зміні агрегатного стану теплоносія;
- формування таких професійно важливих якостей, як відповідальність, ощадливість, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження.

На рис. 2.24 представлено принципову схему створеного навчального тренажера такою, що реалізовує принцип дії теплового насоса. Відповідно до неї, тепловий насос бере теплову енергію з одного місця, переносить (перекачує) її і віддає в інше місце.

Принцип опалювання пристрою заснований на зборі тепла з середовища, що оточує будівлю, і передачі зібраного тепла в систему опалювання (або гарячого водопостачання) будівлі.

Схема роботи теплового насоса включає три замкнуті контури.

У першому, зовнішньому, циркулює тепловіддатчик, С1 (середовище джерела тепла безпосередньо або теплоносій, який його акумулює).

У другому контурі циркулює хладагент (речовина, яка випаровується, забираючи теплоту віддатчика, і конденсується, віддаючи теплоту теплоприймачу). У цьому контурі знаходяться випарник, 1, конденсатор, 2, що представляють теплообмінники з середовищами, С1 і С2 відповідно, компресор, К, призначений для створення циркуляції хладагента в другому контурі, дросельний клапан, ДК, в якому відбувається зміна агрегатного стану хладагента.

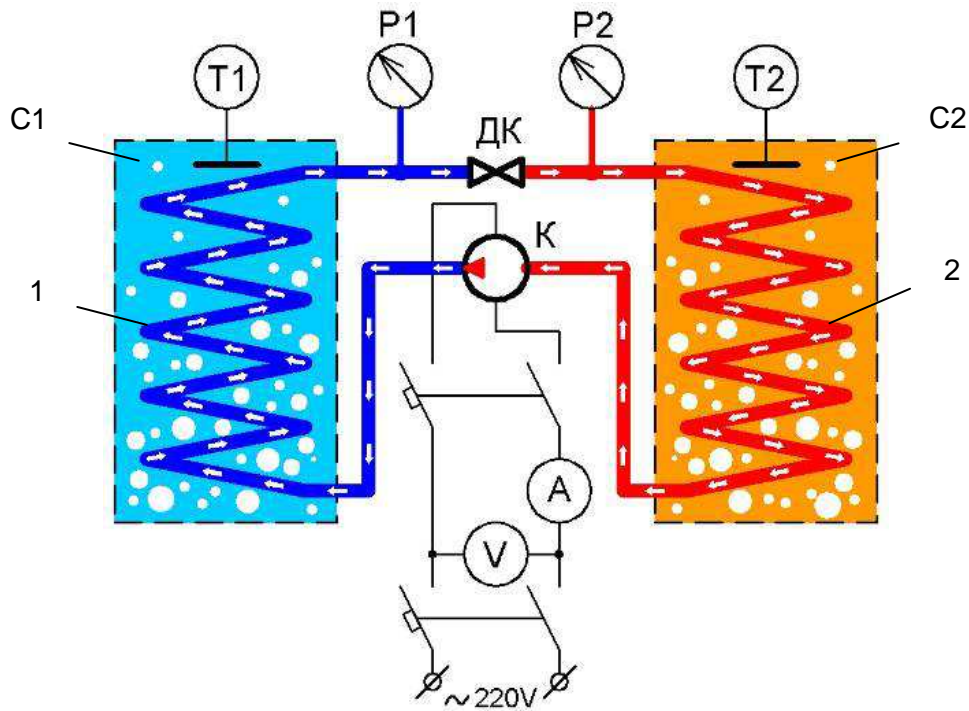


Рис. 2.24. Принципова схема навчального тренажера до лабораторної роботи «Дослідження ефективності роботи теплового насоса»:  
 1 – випарник, 2 – конденсатор, С1 – середовище, джерело тепла, С2 – середовище опалювання, К – компресор, ДК – дросельний клапан, Т1,Т2 – термометри, Р1, Р2 – манометри надмірного тиску, А – амперметр, V – вольтметр

У третьому – теплоприймач (як правило вода в системах опалювання і гарячого водопостачання промислового або комунально-побутового об'єкту тепlopостачання).

У реальних технологічних системах геотермальних теплових насосів зовнішній контур виконаний найчастіше у вигляді укладеного в землю або у воду горизонтального або вертикально трубопроводу, в якому циркулює незамерзаюча рідина – антифриз.

Другий контур є складовою частиною технологічної установки теплового насоса що містить, крім двох теплообмінників, компресора і дросельного клапана систему управління і протиаварійної автоматики, систему електроживлення, прилади обліку і контролю.

Третій контур – це внутрішній контур, тобто сама система опалювання будівлі або система гарячого водопостачання.

Робочий цикл теплового насоса повторює цикл Карно в зворотному порядку. Рідкий хладагент продавлюється через дросель, його тиск падає, і він поступає у випарник, де закипає, відбираючи теплоту, що поставляється колектором з навколишнього середовища. Газ, на який перетворився хладагент, всмоктується в компресор, стискується і, нагрітий, виштовхується в конденсатор. Конденсатор є вузлом тепло насоса, що віддає тепло: тут теплота приймається водою в системі опалювального контура.

При цьому газ охолоджується і конденсується, щоб знов піддатися розрядці в розширювальному вентилі і повернутися у випарник. Після цього робочий цикл починається знову.

Системою за цикл від термостата з нижчою температурою,  $T_2$ , віднімається кількість теплоти,  $Q_2$ , і віддається термостату з вищою температурою,  $T_1$ , кількість теплоти,  $Q_1$ . Для кругового процесу,  $Q=A$ , але, за умовою,  $Q = Q_2 - Q_1 < 0$ , тому  $A < 0$  і  $Q_2 - Q_1 = -A$ , або  $Q_1 = Q_2 + A$ , тобто кількість теплоти,  $Q_1$ , віддана системою джерелу теплоти при вищій температурі,  $T_1$ , більше кількості теплоти  $Q_2$ , отриманої від джерела теплоти при нижчій температурі,  $T_2$ , на величину роботи, здійсненої над системою. Отже, без здійснення роботи не можна відбирати теплоту від менш нагрітого тіла і віддавати її більш нагрітому. Це твердження є другим початком термодинаміки у формулюванні Клаузіуса. Виходячи з цього можна стверджувати, що ефективність роботи теплового насоса безпосередньо залежить від коефіцієнта корисної дії циклу Карно конкретної теплотехнічної установки. Інакше кажучи, від КПД циклу роботи теплового насоса залежить співвідношення підведеної енергії, що витрачається на перекачування хладагента і зміну його агрегатного стану і перекачаної теплової енергії, що і визначає ефективність роботи теплового насоса.

Дане співвідношення ніяк не можна назвати коефіцієнтом корисної дії, тому часто його називають «коефіцієнтом трансформації» теплового насоса і може бути визначений за формулою:

$$K_{\text{ТН}} = W_{\text{Т}} / W_{\text{ел}} = Q_{\text{Т}} / Q_{\text{ел}} \quad (2.10)$$

де  $Q_{\text{ел}}, W_{\text{ел}}$  – теплова або активна електрична енергія відповідно, що витрачається на роботу компресора, кВт\*год

$Q_{\text{Т}}, W_{\text{Т}}$  – теплова або еквівалентна теплова енергія, приведена в одиниці вимірювання електроенергії відповідно, отримана на виході конденсатора, Дж

Для більшої частини промислових теплових насосів, що випускаються, даний коефіцієнт має значення від 3 до 5 в енергетичному еквіваленті. Проте, під час лабораторної оцінки економічної ефективності роботи теплового насоса слід враховувати різницю у величині ринкових тарифів на еквівалентні об'єми електричної і теплової енергії, оскільки на роботу теплового насоса витрачається електроенергія, а корисно спожитою енергією є теплова. І розрахувавши енергетичну ефективність роботи одного і того ж теплового насоса в електричному і тепловому еквівалентах, і помноживши на відповідні ринкові тарифи на ці види енергії, студенти отримають різні показники. Тому економічну ефективність слід визначати з урахуванням існуючих тарифів на теплову і електричну енергію в конкретному регіоні.

Моделювання процесів в контурах теплового насоса проводилося з використанням типових елементів холодильної техніки. Навчальний тренажер дозволяє повторювати цикл роботи теплового насоса і отримувати основні показники його роботи. Зовнішній вигляд тренажеру в металі представлено на рис. 2.25.

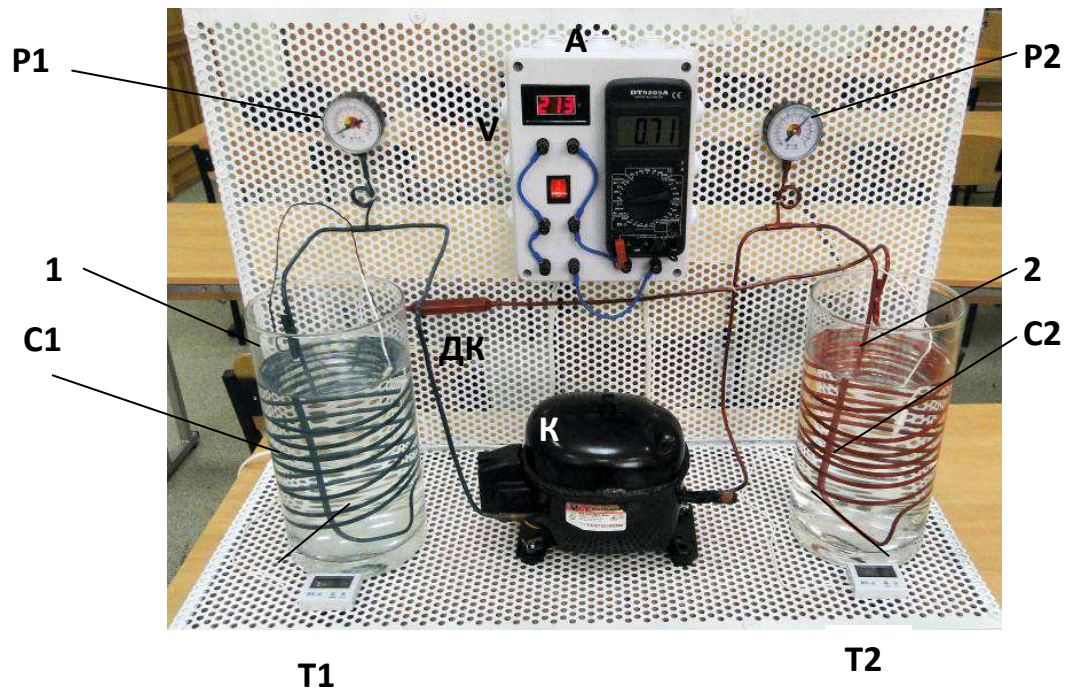


Рис. 2.25. Навчальний тренажер до лабораторної роботи «Дослідження ефективності роботи теплового насоса»:

1 – випарник, 2 – конденсатор, С1 – середовище джерела тепла, С2 – середовище опалювання, К – компресор, ДК – дросельний клапан, Т1,Т2 – термометри, Р1, Р2 – манометри надмірного тиску, А – амперметр, V – вольтметр

Зміст лабораторних випробувань полягає в наступному. На початку роботи в ємкості, С<sub>1</sub> і С<sub>2</sub>, заливається вода однакової температури. Потім включається компресор, який перекачує хладагент другого контура, що приводить до охолодження випарника, 1, і нагріванню конденсатора, 2. Внаслідок цього температура води в ємкостях змінюватиметься пропорційно кількості перекачаної теплової енергії від середовища, С<sub>1</sub> (вода ємкості випарника) до середовища, С<sub>2</sub> (вода ємкості конденсатора). Знаючи величину зміни температури кожного з середовищ,  $\Delta t$ , можна визначити кількість теплоти, Q, транспортованої з середовища, 1 в середовище, 2, за формулою:

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta t, \quad (2.11)$$

де  $m$  – маса теплоносія, кг;

$C$  – теплоємність теплоносія (для води 4170 Дж/кг К);

$\Delta t$  – величина зміни температури середовища, К.

Вимірювання проводять з певним тимчасовим інтервалом (при випробуваннях стенду інтервал приймався рівним 2 хв.). Це дозволить мати дані про динаміку зміни температур середовищ, тиск хладагента у випарнику і конденсаторі, спожитій компресором електроенергії і розрахувати економічну ефективність роботи теплового насоса за формулою:

$$E = Q_k \cdot K_{\text{те}} - W_k \cdot K_{\text{еє}}, \quad (2.12)$$

де  $Q_k$  – теплова енергія передана від конденсатора до середовища, 2, кДж;

$K_{\text{те}}$  – комерційний тариф на теплову енергію в конкретному регіоні для конкретного споживача, грн. кДж;

$W_k$  – кількість електроенергії витрачена на роботу компресора теплового насоса, кВт год.;

$K_{\text{еє}}$  – комерційний тариф на електроенергію в конкретному регіоні для конкретного споживача, грн. кВт год.

Графіки динаміки зміни температур середовищ, тиск хладагента у випарнику і конденсаторі, спожитій компресором електроенергії студенти будують із застосуванням таких програмних продуктів, як Advanced Grapher або Microsoft Excel.

При випробуваннях на розглянутому навчальному тренажері була досягнута економічна ефективність у розмірі 0,46 грн. протягом 20 хвилин, що в перерахунку на добовий часовий інтервал складе 33,54 грн., а в перерахунку на час річного опалювального сезону складе 6036,6 грн.

Тобто окрім навчальних цілей, тренажер може застосовуватись у відповідних наукових дослідженнях

Графіки зміни основних величин за 20-хвилинний цикл роботи стенду наведено на рис. 2.26.

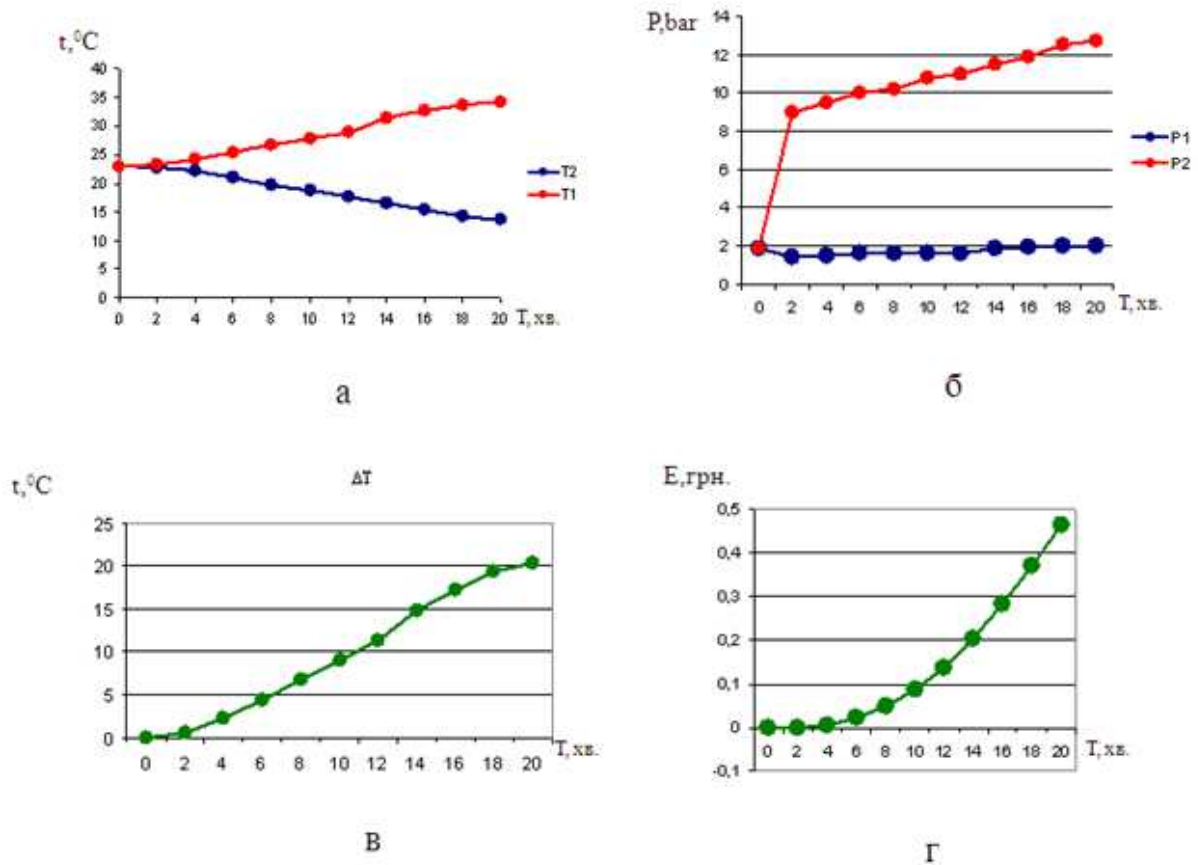


Рис 2.26. Зміна основних параметрів теплового насоса при його роботі:  
 а – температури середовищ; б – тиск хладагента у випарнику і конденсаторі; в – динаміка зміни температури середовища системи опалювання, С2; г – економічна ефективність роботи теплового насоса

Розглянутий навчальний тренажер, що моделює теплові, електричні та гідрогазодинамічні процеси енерго- і ресурсозбереження, є універсальним і може бути надалі використаний для роботи в імітаційних моделях складних систем енергопостачання і енергозбереження, реалізованих в міжгалузевій лабораторії з основ енерго- і ресурсозбереження.

Розробимо дидактичні засоби до лабораторної роботи «Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок». Приклад її здійснення представлено у додатку В.

Мета роботи полягає у формуванні у майбутніх інженерів-педагогів відповідних знань та вмінь щодо принципу роботи та побудови робочих характеристик насоса за результатами його випробувань та порівнянні способів регулювання подачі насоса з точки зору енерговитрат. До професійно важливих якостей, формування яких відбувається із застосуванням навчального тренажеру, необхідно віднести ощадливість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість з енерго- і ресурсозбереження.

Основними показниками роботи насосів є подача, створюваний напір, частота обертання валу, коефіцієнт корисної дії, споживана потужність та допустима висота всмоктування.

При експлуатації насосів важливо встановити діапазон режимів роботи, в якому можливо їх ефективне використання. З цією метою виконують стендові випробування насоса. В результаті яких отримують робочу характеристику насоса.

Схему розробленого комп'ютеризованого навчального тренажеру представлено на рис. 2.27.

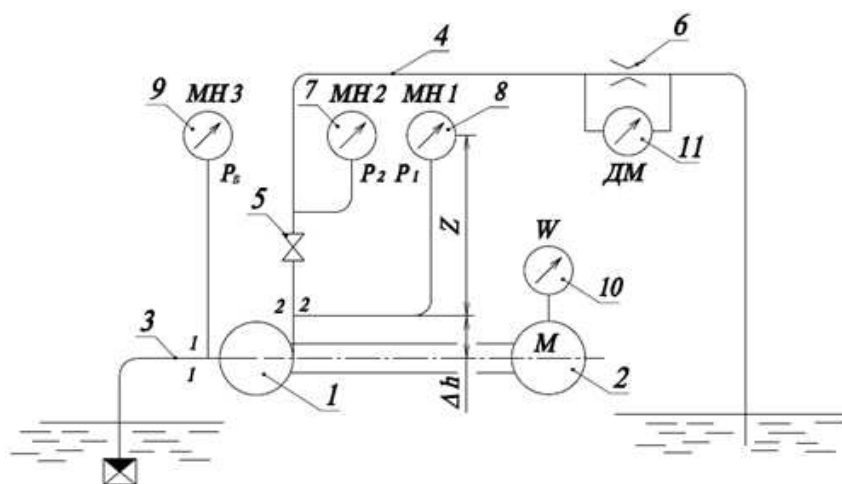


Рис. 2.27. Схема навчального тренажеру до лабораторної роботи «Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок»



Насос, 1, приводиться в дію електромотором, 2, типу АТ-42-2. Вода надходить в насос по всмоктуючому трубопроводу, 3, оснащеному всмоктуючою п'ятою (фільтр і зворотний клапан). Напірний трубопровід насоса, 4, обладнаний засувкою, 5, для зміни подачі насоса в процесі випробувань і діафрагмою, 6 ( $d = 35$  мм), для вимірювання подачі насоса. Вода повертається в приймальний резервуар. Цифровий вакуумметр, 9 (МНЗ), вимірює розрідження у всмоктуючому трубопроводі. Цифровий манометр, 8 (МН1), вимірює тиск на початку напірного трубопроводу. Цифровий дифманометр, 11 (ДМ типу Сафір М), вимірює перепад тиску на діафрагмі.

Активну потужність студенти вимірюють цифровим ватметром.

Відцентровий насос 2К-6 виконано з одностороннім всмоктуванням, горизонтально, консольно зі спіральним відводом круглого перетину. Зовнішній діаметр робочого колеса,  $D = 150$  мм, діаметри всмоктувального і напірного трубопроводів,  $d_{\text{вс}} = d_{\text{н}} = 50$  мм.

Всі згадані вище прилади (датчики) мають стандартний вихідний сигнал (4–20 mA), що дозволяє автоматизувати процес вимірювання параметрів роботи насосної установки і використовувати в кінцевому підсумку персональний комп'ютер (ПК) для виводу на друк цих параметрів.

Сигнали від датчиків приладів надходять в багатофункціональний вимірювач аналоговий модуль вводу типу ОВЕН МВА8 (вісьмиканальний), призначений для побудови автоматичних систем контролю технологічних процесів, здійснює передачу до комп'ютера інформації про значення вимірюваних датчиками величин (інтерфейс зв'язку з комп'ютером RS-485). Інформація про вимірювані параметри надходить в модуль збору даних типу МСД-100, призначений для збору, зберігання і передачі даних. Для формування архіву отриманих даних на змінній карті пам'яті у вигляді файлів, для передачі сформованого архіву в ЕОМ, а також для вимірювання на двох входах модуля уніфікованих струмових сигналів від 4 до 20 mA і перерахунок значень струму в одиниці фізичної величини.

Для взаємного електричного перетворення сигналів інтерфейсів RS-485 призначений перетворювач інтерфейсів типу ОВЕН АС-4, який автоматично визначає напрям передачі даних і дозволяє підключати до промислової мережі RS-485 персональний комп'ютер.

Дані записуються у файл у форматі .xls з можливістю вибірки необхідних даних для побудови графіків характеристик.

Насосну установку заповнюють водою, перевіряють заповнення водою імпульсних трубок, що підключають манометри до точок вимірювання тиску.

Пуск насоса проводиться при закритій засувці, 5. Подача насоса при цьому дорівнює нулю. У цьому режимі автоматично відбувається реєстрація показань всіх приладів, для чого включається тумблер, насичуються всі прилади в схемі вимірювань. Після закінчення (10–15с.) тумблером студенти відключають тренажер. Всі виміряні параметри виявляються зареєстрованими на змінній карті пам'яті модуля збору даних МСД-100.

Потім студенти плавно відкриваючи засувку 5 фіксують її на новому рівні подачі насоса. Після чого процедура вимірювань повторюється. Студенти виконують 8–10 вимірювань. Потім протокол вимірювань виводиться на монітор ПК і роздруковується на принтері у відповідному вигляді.

Для побудови робочої характеристики насоса студенти обчислюють подачу, напір та коефіцієнт корисної дії насосної установки для кожного режиму роботи.

Подачу насоса обчислюють за формулою:

$$Q = c\sqrt{\Delta p} \quad (2.13)$$

де  $Q$  – подача насоса, л/с;

$c = 0.966$  – постійна діафрагми;

$\Delta p$  – перепад тиску на діафрагмі, кПа.

Напір, створюваний насосом дорівнює:

$$H = H_n - H_{вс} \quad (2.14)$$

де  $H_n$  – напір на нагнітанні насоса щодо осі насоса, м;

$H_{вс}$  – напір на всмоктуванні насоса в перерізі 1-1, м; (див. схему тренажера);

$\Delta p$  – перепад тиску на діафрагмі, кПа.

Абсолютний тиск в нагнітальному трубопроводі визначають із урахуванням атмосферного тиску та показів манометра. Після чого майбутні інженери-педагоги розраховують напір насоса, та коефіцієнт його корисної дії.

За даними вимірювань і розрахунків, внесених до протоколу випробувань, студентами беруться робочі характеристики насоса.

Основним завданням регулювання насоса є регулювання його подачі при роботі на задану мережу (задається характеристикою мережі):

$$H_{мер} = H_r + KQ^2, \quad (2.15)$$

де  $H_{мер}$  – наявний напір,

$H_r$  – геометричний напір (висота подачі),

$K$  – коефіцієнт опору мереж).

Найбільш поширеними способами регулювання подачі насоса, що працює на мережу, є дросельне регулювання при  $n = \text{const}$  ( $n$  – частота обертання валу насоса) та зміна частоти обертання валу насоса.

Загальною вимогою при регулюванні подачі є підтримання ККД установки на рівні не нижче 0,93 від  $\eta_{\text{max}}$  – максимальне значення ККД на характеристики насоса.

Враховуючи цю обставину, на напірній характеристиці насоса студенти позначають точку А – відповідну  $\eta_{\max}$  (оптимальний режим).

У цій точці натиск і подача будуть відповідно  $H_A$  і  $Q_A$ .

Рівняння мережі буде мати наступний вигляд:

$$H_A = H_r + K_A Q_A^2. \quad (2.16)$$

Вважаючи на визначеності  $H_r = 14\text{м}$  (наприклад), студенти можуть знайти коефіцієнт опору мережі  $K$ :

$$K_A = \frac{H_A - H_r}{(Q_A^2)}, \quad (2.17)$$

Враховуючи послідовно значеннями,  $Q$ , в рамках характеристики насоса, наприклад, майбутні інженери-педагоги знаходять потрібні напори мережі, після чого будують характеристику мережі на тому ж графіку, де побудована характеристика насоса,  $H_{\text{мер}A}$ , що пройде через точку А.

На напірній характеристиці насоса студенти знаходять точку В, відповідну значенню ККД установки, рівному  $0,93 \cdot \eta_{\max}$ . У точці В натиск і подача насоса будуть відповідно –  $H_B$  і  $Q_B$ . Поступаючи аналогічно діям для точки А, вони обчислюють коефіцієнт опору мережі.

На тому ж графіку будують характеристику мережі, що проходить через точку В (всі дії аналогічні точці А),  $H_{\text{мер}B}$ .

Таким чином, збільшуючи коефіцієнт опору мережі прикриттям засувки (тобто дроселюванням), отримується новий режим роботи насосної установки, яка характеризується відповідними параметрами, що дозволяє обчислити споживану насосною установкою потужність при дросельному регулюванні.

Для оцінки другого способу регулювання подачі насоса – зміною частоти обертання валу насоса, будують напірну характеристику насоса при новому значенні частоти обертання.

Враховуючи значення, що лежать на напірній характеристиці насоса, студенти обчислюють відповідні їм напори для напірної характеристики насоса і будують цю характеристику на тому ж графіку.

Далі розраховують споживану насосною установкою потужність при регулюванні зміною частоти обертання валу насоса та порівнюють її з дросельною частотою, після чого визначається обсяг коштів, що можливо зекономити за відповідних тарифів підприємства.

Отже, розроблені комп'ютеризовані навчальні тренажери моделюють механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси для вирішення практичних завдань енерго- і ресурсозбереження (табл. 2.4).

*Таблиця 2.4*

**Відповідність розроблених навчальних тренажерів моделі змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів**

Назва лабораторної роботи	Базові процеси енерго- і ресурсозбереження			
	Механічні	Гідрогазодинамічні	Теплові	Електричні
Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії	-	-	+	+
Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії	+	-	-	+
Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора	+	-	+	-
Дослідження ефективності роботи теплових насосів	-	+	+	+
Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок	+	+	+	-

Таким чином, розроблені засоби навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів сприяють формуванню професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Представлені засоби навчання повністю відповідають предметній галузі, часу що відводиться на навчання, цілям, змісту, методам та формам навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

## **Висновки до розділу 2**

В результаті практичної реалізації методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів можливо зробити наступні висновки:

1. Сформульовано цілі навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів відповідно до мети навчання, що полягає у формуванні компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

2. Розроблено зміст навчання майбутніх інженерів-педагогів за механічним (машинобудування, транспорт, металургія, будівництво), електричним (зварювальне виробництво, електротехніка та електромеханіка), хімічним (технології виробництва і переробки сільськогосподарської та харчової продукції, нафтогазова справа) та технологічним (енергетика, житлово-комунальне-господарство та побутове обслуговування населення) галузевими напрямками підготовки.

Розроблено програми підготовки майбутніх інженерів-педагогів, що включають теоретичні відомості з чинного галузевого законодавства, видів енергії, основних понять енерго- та ресурсозбереження, основних видів економії енергії і енергетичних ресурсів, основних видів втрат енергії та їх мінімізації, методів і засобів енерго- і ресурсозбереження й технологічних енергетичних процесів, характерних кожному галузевому напрямку підготовки майбутніх інженерів-педагогів, перспективних технічних рішень в галузі

енерго- та ресурсозбереження відповідно до галузевих напрямів підготовки майбутніх інженерів-педагогів.

3. На засадах діяльнісного підходу (Т. Браже, Н. Брюханова, А. Вербицький, І. Гетьманська, С. Гончаренко, В. Сластьонін, В. Чошанов та інші) здійснено застосування відомих методів навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, узгоджених із цілями та моделлю інтегрованого змісту навчання, що забезпечує їх відповідність розробленій методиці навчання.

4 У результаті реалізації засобів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів удосконалено комп'ютеризовані навчальні тренажери, що інтегровано моделюють механічні, гідрогазодинамічні, теплові та електричні процеси для вирішення практичних завдань енерго- і ресурсозбереження до наступних лабораторних робіт: «Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок», «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії», «Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії», «Дослідження ефективності роботи теплових насосів», «Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора».

Основні результати другого розділу опубліковано в монографії [1], посібнику [2], статтях [3–5; 7; 8; 11], патентах [13; 14] та тезах [15].

### РОЗДІЛ 3

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ ОСНОВ ЕНЕРГО- І РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ- ПЕДАГОГІВ

### 3.1. Програма експериментального дослідження

Грунтовне вивчення будь-якого педагогічного явища, зокрема будь-якої дидактичної технології чи методики, вимагає проведення педагогічного експерименту. Експеримент є головним методом збирання інформації у науці. Його проведення пов'язане з пошуком причинно-наслідкових зв'язків досліджуваних і дійсності. Цей метод є розвитком методу спостереження та логічного аналізу. Але якщо спостереження – це пасивний метод збирання інформації, то експеримент передбачає активний вплив на об'єкт дослідження кількох контрольованих чинників. Проведення експерименту завжди пов'язане з активним впливом на об'єкт, який веде до його переструктурування, тому планувати експеримент у педагогічному дослідженні можна тільки тоді, коли є впевненість, що цей вплив буде враховувати учасників експерименту. Цінність інформації, отриманої у результаті проведення експерименту, полягає в тому, що вона не просто описує об'єкт, але й дозволяє пояснити існування й розвиток певних зв'язків, відносин, процесів [189].

Експеримент дає можливість робити спостереження в такій кількості й протягом такого часу, як це потрібно для досконалого вивчення явища. В експерименті є змога розкласти явище на його складові елементи і вивчати кожен з них зокрема [190].

Для проведення експерименту необхідно створити певні параметри. Сукупність умов, в яких відбувається експеримент, має назву експериментальної ситуації. Експериментальна ситуація має гарантувати, що саме досліджуваний у цьому експерименті чинник, а не будь-який інший, є причиною зафіксованих у ході експерименту змін в об'єкті.



Експеримент ґрунтується на розробці певної гіпотетичної моделі розглядуваного явища. На підставі цієї моделі явище описують як систему змінних, серед яких виокремлюють незалежні та залежні змінні. Незалежна змінна – це той новий чинник, що його вводять у діяльність експериментальної групи. Він повинен мати такі якості, як усталеність, самостійність, можливість справляти вплив на стан об'єкта дослідження. Залежною змінною називають такий чинник, який змінюється під впливом незалежної змінної.

Царина використання експериментального методу в педагогічних дослідженнях останнім часом розширюється, але ефективність його використання безпосередньо пов'язана як з глибиною теоретичних знань про об'єкт експериментування, так і з розвитком методів і технічних засобів проведення експерименту [191].

Педагогічний експеримент передбачає активний вплив на педагогічне явище чи процес шляхом створення нових умов, що відповідають меті дослідження. Експеримент як самостійний метод характеризується такими ознаками [192]:

- діяльність, що організована на основі наукових даних у відповідності з теоретично обґрунтованою гіпотезою;
- запланований вплив на досліджуваний об'єкт, створення нових явищ тощо;
- глибокий аналіз та теоретичне узагальнення одержаних результатів;
- можливість багаторазового повторення;
- дотримання точно врахованих і змінюваних умов.

Педагогічний експеримент, на відміну від інших методів, створює умови для:

- 1) перевірки ефективності запроваджень у навчально-виховний процес;
- 2) порівняння ролі та впливу різних чинників на педагогічний процес;
- 3) вибору оптимальних чинників для організації певних ситуацій навчання та виховання;
- 4) виявлення умов реалізації певних педагогічних задач;

5) виявлення специфіки та закономірностей протікання педагогічного процесу в конкретних, в тому числі й заданих, умовах [192].

Педагогічний експеримент – своєрідний навчальний процес, організований так, щоб можна було спостерігати педагогічні явища в контрольованих умовах. Основними ознаками педагогічного експерименту, які одночасно становлять і його сутність, є:

- внесення в навчальний процес певних змін у відповідності з планом і гіпотезою дослідження;
- створення умов, у яких можна найбільш яскраво бачити зв'язки між різними сторонами навчального процесу;
- розрахунок результатів навчального процесу і формулювання остаточних висновків.

Сутнісний зміст експерименту полягає в розкладанні цілісного педагогічного явища на складові елементи; внесенні змін до умов, в яких ці елементи функціонують; відслідковуванні окремих досліджуваних сторін і явищ; фіксуванні результатів навчально-виховного процесу в умовах експерименту.

Отже, експеримент у загальній системі методів дослідження допомагає встановити наукові факти, пояснити та узагальнити нові дані з позицій більш загальних теорій; будувати на базі одержаних результатів нові гіпотези та теорії.

Експериментальна робота в навчальних закладах повинна передбачати щонайменше:

- чітку фіксацію початкових умов;
- точне та зрозуміле формулювання гіпотез й очікуваних результатів;
- фіксування незалежних змінних, тобто того, що спеціально впроваджується в експериментальну ситуацію;
- фіксування умов експерименту;
- виявлення реальних результатів і їх відповідності гіпотезі [191].

Як правило, розрізняють такі етапи педагогічного експерименту (рис. 3.1):

– Констатувальний етап експерименту полягає в тому, що дослідник експериментальним шляхом встановлює лише стан системи, що вивчається: констатує наявність зв'язків, залежностей між явищами, визначає вихідні дані для подальшого дослідження.

– Формувальний етап експерименту супроводжується застосуванням спеціально розробленої системи заходів, спрямованих на формування у студентів певних якостей, на покращення результатів їх навчання, виховання, трудової діяльності тощо.

– Контрольний етап експерименту визначає рівень знань, умінь та навичок за матеріалами формувального експерименту.

У залежності від логічної структури доведення гіпотези виокремлюють паралельний та послідовний експерименти. При паралельному експерименті створюється експериментальна група, на яку впливають незалежною змінною, а відтак, порівнюють стан цієї групи з контрольною групою, яка такого впливу не зазнавала. При послідовному експерименті вивчають стан тієї самої групи до й після введення незалежної змінної. Відбір контрольної групи найчастіше здійснюють або за частотою розподілу ознак, або попарним способом. При частотному розподілі відбір до контрольної групи здійснюють шляхом наближення частот розподілу ознак, які цікавлять дослідника, у контрольній та експериментальній групах. Попарний відбір полягає в тому, що експериментальну й контрольну групу добирають з пар учасників на підставі схожості ознак – один учасник потрапляє до експериментальної групи, а інший – до контрольної [167].

За рівнем вимог до ситуації експерименти поділяють на лабораторні, природні та чисті. Природний експеримент проводиться у звичних умовах навчання і виховання при їх збереженні, що дає можливість враховувати та багаторазово відтворювати досліджувані явища. Лабораторний експеримент проводиться в спеціально створюваних умовах, що дає можливість більш точно

їх враховувати, а також ізолювати досліджувані зв'язки від інших впливів. Чистим експеримент називають тоді, коли учасники не знають про його проведення [193].

Існують певні рівні педагогічного експерименту. Міністерством освіти і науки України визначено такі рівні педагогічного експерименту [194]:

- всеукраїнський,
- регіональний,
- рівень вищого навчального закладу.

Рівень експериментальної діяльності визначається її змістом та масштабністю змін, що вноситимуться у систему освіти внаслідок успішної експериментальної перевірки та застосування запропонованої інновації.

Експериментальна діяльність всеукраїнського рівня стосується перевірки продуктивності й можливості застосування у системі освіти:

- освітніх, дидактичних систем;
- державних стандартів освіти, базового компонента змісту дошкільної освіти, інваріантної складової змісту загальної середньої освіти, змісту професійно-технічної освіти, нормативної частини змісту вищої, післядипломної освіти.

Експериментальна діяльність регіонального рівня може здійснюватись у системі освіти області й передбачає експериментальну перевірку продуктивності й можливості застосування інновацій. Рішення про організацію та проведення експерименту приймає управління освіти і науки обласної державної адміністрації.

Першим етапом в здійсненні експериментальних досліджень є розроблення програми експерименту. Підготовка програми експерименту передбачає:

- визначення мети та завдань експерименту;
- місце, час проведення експерименту та його об'єм;
- характеристику вибірки та задіяних в експерименті груп;
- опис використовуваних для проведення експерименту матеріалів;

- опис методики проведення експерименту;
- опис додаткових змінних, що впливають на результати експерименту;
- опис методики фіксування, обробки та інтерпретації результатів експериментального дослідження.

Для одержання достовірної інформації важливим є виокремлення з об'єкту дослідження тої сукупності, яка буде підлягати вивченню, тобто формування вибіркової сукупності.

Вибіркова сукупність – частина генеральної сукупності, що виступає в якості основних об'єктів спостереження. Вибіркова сукупність повинна відображати властивості та ознаки генеральної сукупності.

Генеральна сукупність – це та сукупність об'єктів, на яку експериментатор поширює висновки дослідження, тобто та множина об'єктів, яка має спільну характеристику і вивчається в рамках дослідження на територіально-часових границях.

Процес формування вибіркової сукупності характеризується такими ознаками:

- числом ступенів відбору;
- типом виділення об'єктів репрезентації на проміжних етапах відбору;
- способом районування, виділених на проміжних етапах відбору, об'єктів репрезентації;
- способом відбору об'єктів репрезентації та одиниць спостереження на кожному етапі;
- об'ємом вибіркової сукупності (кількість одиниць спостереження).

Перші чотири ознаки описують тип вибірки, тобто особливості процесу відбору одиниць спостереження, п'ята – об'єм вибіркової сукупності, що дозволяє розрізняти вибірку в рамках вибраного типу за кількістю одиниць спостереження [193].

Для забезпечення рівності умов в експериментальних і контрольних групах слід:

- залучити до проведення занять у групі одного викладача;

- визначити експериментальною більш слабку групу;
- обміняти місцями у кожній наступній серії дослідів експериментальні та контрольні групи;
- розділити склад досліджуваних на кількісно однакові (співрозмірні) групи за рівнем успішності чи іншими важливими для експерименту ознаками [193].

Іншим важливим питанням є визначення одиниць аналізу. Згідно з однією традицією в гуманітарних науках вважається, що тільки люди дійсно існують (онтологічний індивідуалізм), або, що тільки люди можуть діяти і, отже, гуманітарні науки є вивчення того, що люди роблять (методологічний індивідуалізм) [195], тобто певні досягнення або характеристики цих людей. Інші підходи, однак, використовують більш широкі одиниці аналізу, в тому числі аналіз спільнот та інститутів, таких як класи, етнічні групи або держави. У зв'язку з цим постає питання про рівень аналізу: аналіз на мікрорівні і виведення більш широких висновків про процеси або аналіз на макрорівні. У літературі [195] пропонуються приклади застосування обох рівнів, але у сучасних українських педагогічних дослідженнях [93; 94] подібних до представленої проблем здебільшого аналізується мікрорівень з подальшим розповсюдженням результатів на ширші масштаби. Тому за аналогією до відомих вітчизняних підходів в процесі представленого педагогічного дослідження було охоплено рівень навчання майбутніх інженерів-педагогів у вищому навчальному закладі.

Суть експерименту як методу дослідження полягає у спеціальній організації педагогічної діяльності педагогів і студентів з метою перевірки й обґрунтування наперед розроблених теоретичних припущень або гіпотез. Якщо гіпотеза знаходить своє підтвердження в педагогічній практиці, дослідник робить відповідні теоретичні узагальнення і висновки [175].

Педагогічний експеримент направлений на виявлення змін в поведінці людини (студента) при планомірній зміні чинників, що визначають цю поведінку. Проведення педагогічного експерименту пов'язане з рішенням задач,

які виконуються за трьома етапами. Перший етап називається організаційно-прогностичним і включає наступні операції:

- визначення проблеми і мети дослідження;
- вибір предмету експериментальної роботи;
- формулювання її гіпотези;
- визначення способів та методів проведення експерименту.

Другий, змістовно-процесуальний етап включає:

- відбір змісту експерименту;
- проведення експерименту;
- збір інформації.

Третій етап має назву аналітико-корегуючим і включає:

- аналіз отриманих експериментальних даних;
- статистичну обробку результатів експерименту, складання графіків, таблиць, моделей;
- осмислення результатів і зв'язка їх з гіпотезою дослідження;
- висновки за результатами експерименту.

Розглянемо організаційно-прогностичний етап експерименту в контексті обраної теми дослідження.

Метою дослідження є визначення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів шляхом теоретичного обґрунтування, розробки і експериментальної перевірки відповідної методики навчання.

В якості предмету експериментального дослідження є сформованість базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Слід зазначити, що дані компетентності формуються шляхом реалізації розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження. Методика включає такі складові як, цілі, зміст, методи, засоби, форми навчання основ енерго- і ресурсозбереження, що були визначені у ході проведення наукових досліджень.

Гіпотеза експерименту, відповідно до гіпотези дослідження, полягає у тому, що рівень сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів підвищиться за умови розробки та використання методики навчання, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання (інтеграція базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення) та комп'ютеризованих навчальних тренажерів.

Програма експериментального дослідження складається із констатувального, формувального та контрольного етапів.

Розглянемо деякі етапи дослідження та загальну програму проведення.

Експеримент проводився в Українській інженерно-педагогічній академії протягом 2013/2014 та 2014/2015 навчальних років на базі підготовки інженерів-педагогів за відповідними спеціальностями. В процесі наукового дослідження було спроектовано та розроблено методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Дана методика включає декілька складових – мету та цілі навчання, модель змісту навчання, методи, форми та засоби навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Маючи на увазі, що мета навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів полягає в формуванні відповідної компетентності в цій галузі, визначено певне місце даної дисципліни в навчальному плані підготовки бакалаврів у напрямку «Професійна освіта». Дисципліна «Основи енерго- і ресурсозбереження» належить до циклу дисциплін за вибором ВНЗ та вивчається на 3-му курсі.

Зазвичай питання збереження енергетичних та інших видів ресурсів розглядалось у навчанні суто професійних інженерних дисциплін на 4-му курсі для бакалаврів та на 5-му для рівнів спеціаліста і магістра. Але обмеженість навчального часу, включення у зміст професійних дисциплін лише окремих питань ресурсозбереження, не давало змоги сформувати знання, уміння та



професійно важливі якості з питань енерго- і ресурсозбереження як цілісну компетентність. Зокрема уміння у цій галузі студенти демонструють при проведенні занять під час проходження педагогічних практик та в курсовому і дипломному проектуванні. До змісту курсових та дипломних проектів обов'язково включені питання зі збереження ресурсів. Але студенти, не маючи повних та системних знань у галузі, показують обізнаність лише в окремих питаннях.

Під час навчання основ енерго- і ресурсозбереження на третьому курсі у студентів формуються базова енерго- і ресурсозберігаюча, технологічна енергетична та галузева нормативно-правова компетентності як складові професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, які поглиблюються та закріплюються при подальшому оволодінні знаннями та уміннями та формуванні професійно важливих якостей.

Маючи сформовану компетентність, студенти цілком свідомо в курсових та дипломних проектах з професійних дисциплін обирають оптимальні варіанти рішень з точки зору економії енергії та ресурсів.

### **3.2. Методика проведення експериментального дослідження**

На констатувальному етапі на основі створеної теоретичної та емпіричної бази сформульовані проблема, тема, мета, завдання, об'єкт, предмет, гіпотеза дослідження; обґрунтовано методологічне забезпечення дослідження та його методи; розроблено програму експериментальної роботи з формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження; визначено базу для проведення експерименту, його науково-методичне та діагностичне забезпечення. Визначено ефективність традиційної методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів в умовах вищого навчального закладу, а саме Української інженерно-педагогічної академії.

Під час проведення експерименту використано такі методи:

– емпіричні: педагогічне спостереження за навчальною діяльністю студентів з метою удосконалення навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів; анкетування майбутніх інженерів-педагогів з метою оцінки методик формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження;

– методи математичної статистики (дисперсійний аналіз, критерій Стьюдента) для визначення кількісних залежностей між показниками експериментального дослідження ефективності розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Для проведення експерименту щодо визначення сформованості базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової компетентностей було обрано групи студентів напряму підготовки «Професійне освіта», випускаючою кафедрою яких є кафедра металоріжучого обладнання і транспортних систем Української інженерно-педагогічної академії. Групи є близькими за змістом навчання, з відмінностями у суто професійних дисциплінах, які вміщують питання щодо певних інженерних об'єктів. Згідно з програмою експерименту утворено дві групи: контрольну (49 осіб) та експериментальну (54 особи).

Для визначення мінімального значення вибірки використано наступне співвідношення [195]:

$$n \geq \frac{t_{\alpha}^2}{q_x^2}, \quad (3.1)$$

де  $t_{\alpha}$  – табличний параметр, що визначається з використанням табульованої функції Лапласа за умови задавання коефіцієнту ризику  $\alpha$ ;

$q_x$  – табличний параметр, що визначає точність розрахунку.

За обраного коефіцієнту ризику ( $\alpha \leq 0,05$ ), параметр  $t_{\alpha} = 1,96$ , значення точності  $q_x = 0,95$ . Звідси:

$$n \geq \frac{1,96^2}{0,95^2} \geq 43$$

Обсяг контрольної та експериментальної вибірок забезпечив ці умови, що відповідає класичній формулі:

$$n = \frac{1}{0,0025 + \frac{1}{N}}, \quad (3.2)$$

де  $N$  – обсяг генеральної сукупності;

$n$  – обсяг вибіркової сукупності.

Оцінку сформованості професійних знань до відповідних професійних компетентностей проведено за результатами тестування (додаток Д), яке містило питання, що стосувались базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення. Сформованість знань визначено за коефіцієнтом,  $K_z$ , який у відповідності з методикою В. П. Беспалько [125] визначають зі співвідношення:

$$K_z = \frac{n_z}{N_z}, \quad (3.3)$$

де  $n_z$  – кількість правильно розв'язаних тестових завдань;

$N_z$  – загальна кількість запропонованих тестових завдань.

Оцінку сформованості професійних умінь визначено із наступного співвідношення [241]:

$$K_y = \frac{n_y}{N_y}, \quad (3.4)$$

де  $n_y$  – кількість вірно розв’язаних завдань під час лабораторних занять;  
 $N_y$  – загальна кількість запропонованих завдань під час лабораторних занять.

Сформованість професійно важливих якостей визначено за результатами самоаналізу студентами результатів навчання основ енерго- і ресурсозбереження. Так, студентам було запропоновано заповнити анкету, що містить перелік з розповсюджених професійно важливих якостей майбутніх інженерів-педагогів (додаток Ж). Студенти обирали від двох до п’яти якостей та розставляли їх за ступенем сформованості, тобто надавали ваги. Умова щодо мінімальної кількості якостей зумовлена необхідністю надання їм чисельного значення (ваги), максимальної кількості – запобіганням надання безвідповідальних відповідей.

З літератури [155–169] відомо, що компетентність з основ енерго- і ресурсозбереження забезпечується такими якостями, як гуманне ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, принциповість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність, системність та ерудованість у галузі. При цьому ерудованість з основ енерго- і ресурсозбереження є більш притаманною базовій енерго- і ресурсозберігаючої професійної компетентності, системність – технологічної енергетичної, принциповість – галузевої нормативно-правової професійної компетентності. Інші якості є характерними в рівному ступені для всіх професійних компетентностей, що складають компетентність з основ енерго- і ресурсозбереження (табл. 3.1).

Визначено максимальну кількість вагових балів, що могли набрати професійно важливі якості за результатами самоаналізу студентів відповідно у контрольній та експериментальній групах. Значення сформованості професійно важливих якостей визначено за формулою:

$$K_{я} = \frac{C_{я}}{M_{я}}, \quad (3.5)$$

де  $C_{\text{я}}$  – кількість балів, наданих професійно важливим якостям відповідних компетентностей за результатами самоаналізу;

$M_{\text{я}}$  – максимальна кількість балів, що можна було надати професійно важливим якостям відповідних компетентностей за результатами самоаналізу.

Таблиця 3.1

**Найпоширеніші професійно важливі якості до компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження**

Професійно важливі якості до складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження		
Базової енерго- і ресурсозберігаючої, та галузевої	Технологічної енергетичної	Нормативно-правової
Ерудованість з енерго- і ресурсозбереження	Системність	Принциповість
Гуманне ставлення до природи, відповідальність, ощадливість, самоконтроль діяльності, логічне мислення, педантичність		

Розроблене анкетування забезпечено дотриманням стандартизованого коефіцієнту  $\alpha$ -Кронбаха, що показує внутрішню узгодженість характеристик, які описують об'єкт [195]:

$$\alpha = \frac{N \cdot \bar{r}}{1 + (N-1) \cdot \bar{r}} \quad (3.6)$$

де  $N$  – кількість досліджуваних компонентів;

$\bar{r}$  – середній коефіцієнт кореляції між компонентами.

Відповідно до теорії [195],  $\alpha$ -Кронбаха забезпечує наступні висновки:

- > 0.9 дуже висока внутрішня узгодженість характеристик;
- > 0.8 висока внутрішня узгодженість характеристик;

- > 0.7 достатня внутрішня узгодженість характеристик;
- > 0.6 низька внутрішня узгодженість характеристик;
- > 0.5 дуже низька внутрішня узгодженість характеристик;
- ≤ 0,5 недостатня внутрішня узгодженість характеристик.

Враховуючи те, що студентам було запропоновано 22 професійно важливі якості, а середній коефіцієнт кореляції між компонентами,  $\bar{r}$ , розрахований із застосуванням електронних таблиць Excel, склав 0,61, за формулою 3.5 розраховано значення  $\alpha$ -Кронбаха:

$$\alpha = \frac{22 * 0,61}{1 + (22 - 1) * 0,61} = 0,97$$

Отримане значення  $\alpha$ -Кронбаха, що свідчить про дуже високу внутрішню узгодженість характеристик, пропорованих в опитуванні, підтверджує можливість отримання достовірних результатів у відповідних анкетах і доцільність їх застосування у педагогічному експерименті.

Таким чином, сформованість базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, оцінено за середнім значенням,  $K_k$ , коефіцієнтів сформованості відповідних професійних знань,  $K_z$ , професійних умінь,  $K_y$ , та професійно важливих якостей,  $K_d$ , визначених за формулами 3.3 – 3.5 відповідно.

В якості нормативних значень сформованості професійних компетентностей прийнято наступні діапазони:

- низький рівень ( $0 \leq K_k < 0,37$ );
- середній рівень ( $0,37 \leq K_k < 0,63$ );
- високий рівень ( $0,63 \leq K_k \leq 1$ ).

Встановлено, що до впровадження розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів низький рівень

сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження є характерним у 41% – 46% досліджуваних, високий рівень – у 18% – 22% досліджуваних (табл. 3.2), що свідчить про недостатню ефективність відомих методик.

Таблиця 3.2

**Результати констатувального етапу експерименту (у %)**

№	Показники сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження		Рівні		
			Н	С	В
1	Сформованість базової ресурсозберігаючої професійної компетентності	КГ	41	39	20
		ЕГ	43	39	18
2	Сформованість технологічної енергетичної професійної компетентності	КГ	41	37	22
		ЕГ	45	33	22
3	Сформованість галузевої нормативно-правової професійної компетентності	КГ	43	39	18
		ЕГ	46	34	20

Примітка: Н – низький, С – середній, В – високий рівні сформованості відповідної компетентності; КГ – контрольна група, ЕГ – експериментальна група

Наведені результати свідчать про доцільність проведення формувального та порівняльного етапів педагогічного експерименту.

### **3.3. Результати проведення експериментального дослідження**

Метою проведення формувального етапу педагогічного дослідження є перевірка гіпотези яка полягає у тому, що рівень сформованості професійної

компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів підвищиться за умови розробки та використання методики навчання, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання (інтеграція базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення) та комп'ютеризованих навчальних тренажерів.

Основним завданням проведення формувального експерименту є впровадження розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів та визначення її ефективності.

На формувальному етапі педагогічного дослідження було визначено контрольні та експериментальні групи.

Для контрольних груп незалежною змінною є традиційні зміст та засоби навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Для експериментальних груп незалежною змінною визначено модель інтегрованого змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів та комп'ютеризовані навчальні тренажери.

Формувальний етап педагогічного експерименту проводився в реальних умовах навчального процесу підготовки студентів за напрямом «6.010104 Професійна освіта» на базі Української інженерно-педагогічної академії.

З метою встановлення збігів або відмінностей характеристик експериментальної і контрольної груп сформульовано наступні статистичні гіпотези: гіпотезу про відсутність відмінностей (нульова гіпотеза) і гіпотезу про значущість відмінностей (альтернативна гіпотеза). Сутність нульової гіпотези полягає в тому, що ефективність навчання (рівень сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження) контрольної та експериментальної груп до використання в навчальному процесі розробленої методики збігається. За альтернативною гіпотезою, після застосування методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання та



комп'ютеризованих навчальних тренажерів, формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у студентів контрольної та експериментальної груп розрізняється, причому успішність контрольної групи вища за успішність експериментальної.

В результаті проведеного дослідження встановлено, що із впровадженням розробленої методики навчання енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, а саме студентів експериментальної групи, зростають показники сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Значення приростів,  $\Delta$ , сформованості базової ресурсозберігаючої технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей наведено у табл. 3.3.

Результати дисперсійного аналізу отриманих результатів сформованості компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів, проведеного із застосуванням електронних таблиць Excel, засвідчили статистичну значущість різниць цих значень у студентів контрольних та експериментальних груп (значення критерію Фішера  $F = 16,67$ ; критичне значення критерію Фішера  $F_{кр} = 3,95$ ,  $F > F_{кр}$ ).

Так, у контрольній групі кількість студентів, що характеризуються сформованістю базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей на низькому рівні знаходиться в діапазоні від 39% до 41%, в експериментальній – в діапазоні від 30% до 31%. На середньому рівні компетентність з основ енерго- і ресурсозбереження сформовано за відповідними показниками у 35% – 43% студентів контрольної групи і 31% – 35% студентів експериментальної групи, на високому рівні цю компетентність сформовано у 18% – 24% студентів контрольної групи і 34% – 39% експериментальної групи.

Таблиця 3.3

**Приріст середніх значень показників сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів під час формувального етапу педагогічного експерименту (у %)**

№	Показники сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження	Після експерименту			
		Н	С	В	
1	Сформованість базової ресурсозберігаючої професійної компетентності	КГ	39	43	18
		ЕГ	31	35	34
		Δ	8	8	16
2	Сформованість технологічної енергетичної професійної компетентності	КГ	41	35	24
		ЕГ	31	35	34
		Δ	10	0	10
3	Сформованість галузевої нормативно-правової професійної компетентності	КГ	41	41	18
		ЕГ	30	31	39
		Δ	11	10	21

Результати порівняльного етапу експерименту представлено у табл. 3.4.

Приріст середніх значень показників сформованості професійних компетентностей на високому рівні в експериментальній групі склав від 12% до 19%, у контрольній – до 2%. Найбільший приріст в експериментальній групі (19%) зафіксовано за показником сформованості галузевої нормативно-правової професійної компетентності, найменший (12%) – за показником сформованості технологічної енергетичної професійної компетентності. В контрольній групі відбулися статистично незначущі зміни за показниками сформованості професійних компетентностей на всіх рівнях. В експериментальній групі відбулися статистично незначущі зміни за показниками сформованості професійних компетентностей на середньому рівні, а зменшення середніх значень низького рівня сформованості професійних компетентностей відбулося в діапазоні від 12% до 16%.

Таблиця 3.4

## Узагальнені результати експериментальної роботи (у %)

№	Показники сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження		До експерименту			Після експерименту			Приріст		
			Н	С	В	Н	С	В	Н	С	В
1	Сформованість базової ресурсозберігаючої професійної компетентності	КГ	41	39	20	39	43	18	-2	+4	-2
		ЕГ	43	39	18	31	35	34	-12	-4	+16
2	Сформованість технологічної енергетичної професійної компетентності	КГ	41	37	22	41	35	24	0	-2	+2
		ЕГ	45	33	22	31	35	34	-14	+2	+12
3	Сформованість галузевої нормативно-правової професійної компетентності	КГ	43	39	18	41	41	18	-2	+2	0
		ЕГ	46	34	20	30	31	39	-16	-3	+19

Відповідно до отриманих даних, необхідно зробити висновок про те, що в експериментальній групі знижується кількість студентів з низьким рівнем сформованості базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей (рис. 3.1). Ці показники у цілому свідчать про зниження рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів.

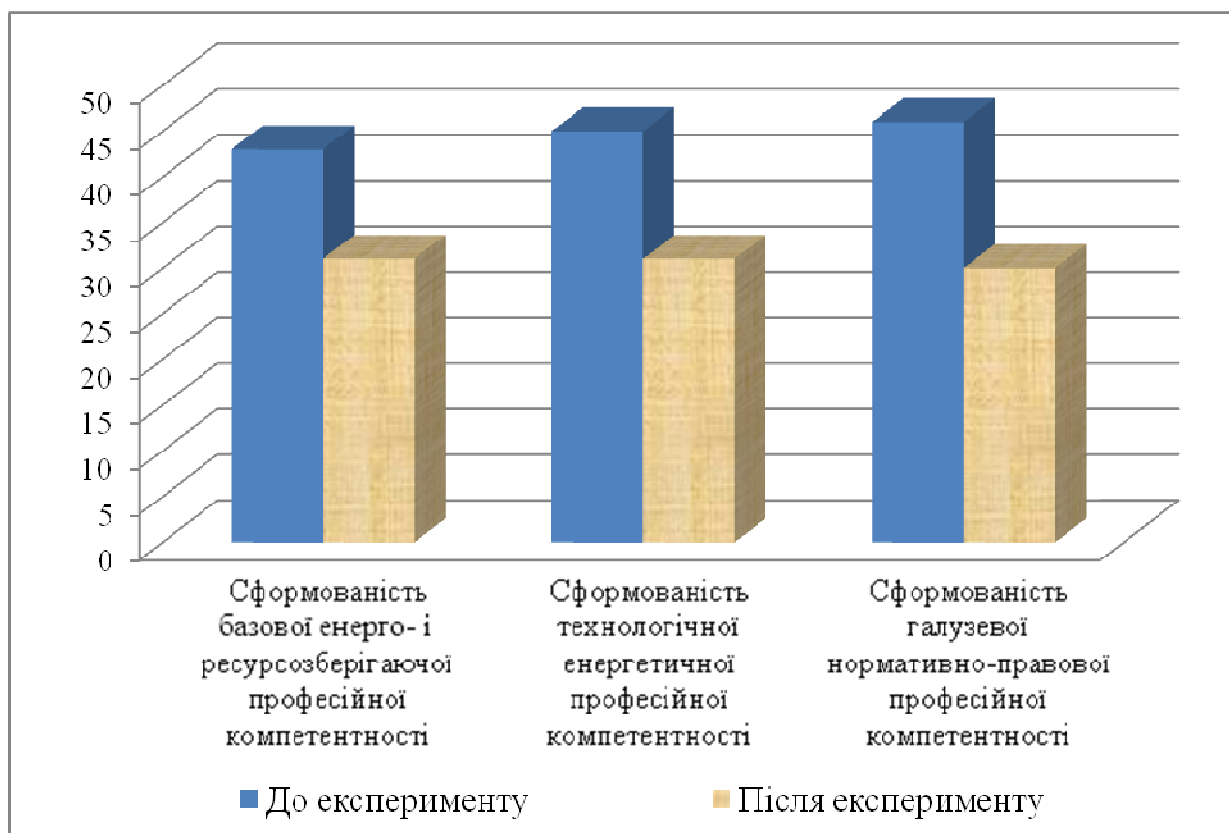


Рис. 3.1. Значення основних показників на низькому рівні їх сформованості

Розглянемо показники, що відображають сформованість компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів на середньому та високому рівнях.

Кількість студентів з середнім рівнем сформованості залишається на приблизно тому самому рівні (рис. 3.2).

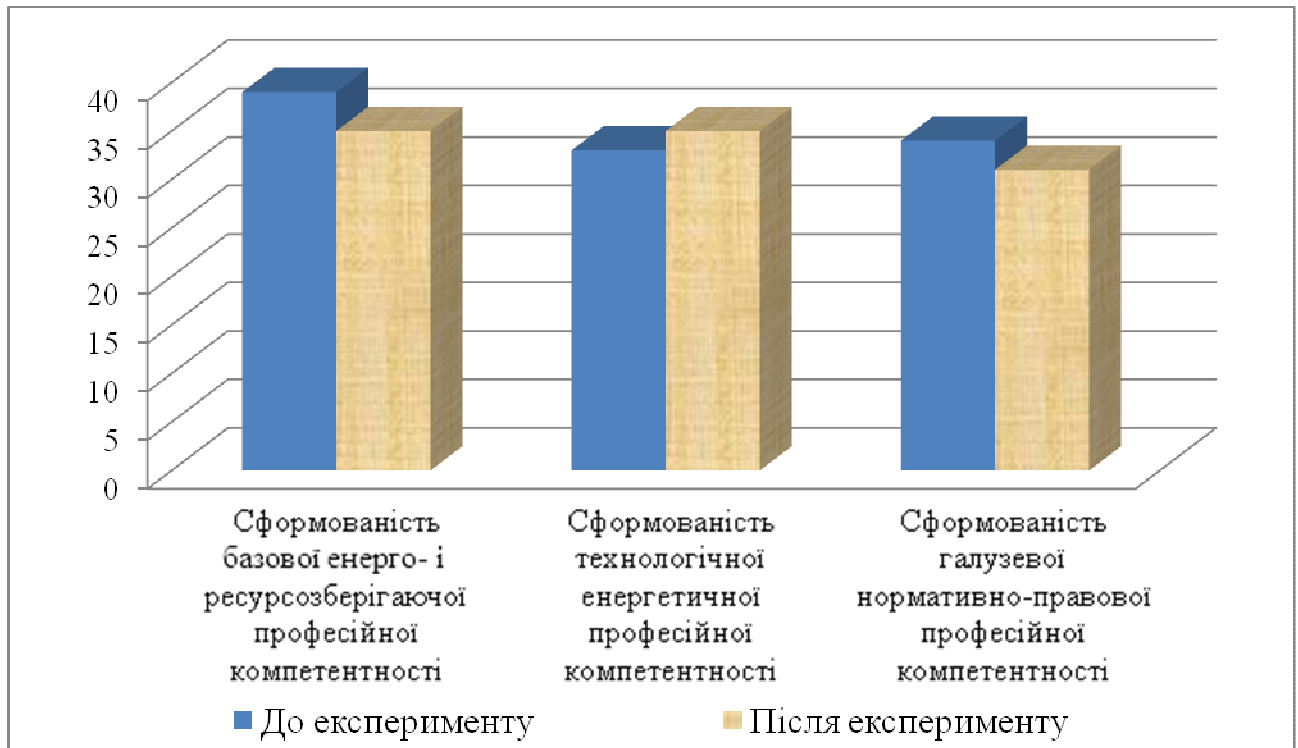


Рис. 3.2. Значення основних показників на середньому рівні їх сформованості

Спостерігається зростання кількості студентів з високим рівнем сформованості компетентностей (рис. 3.3).

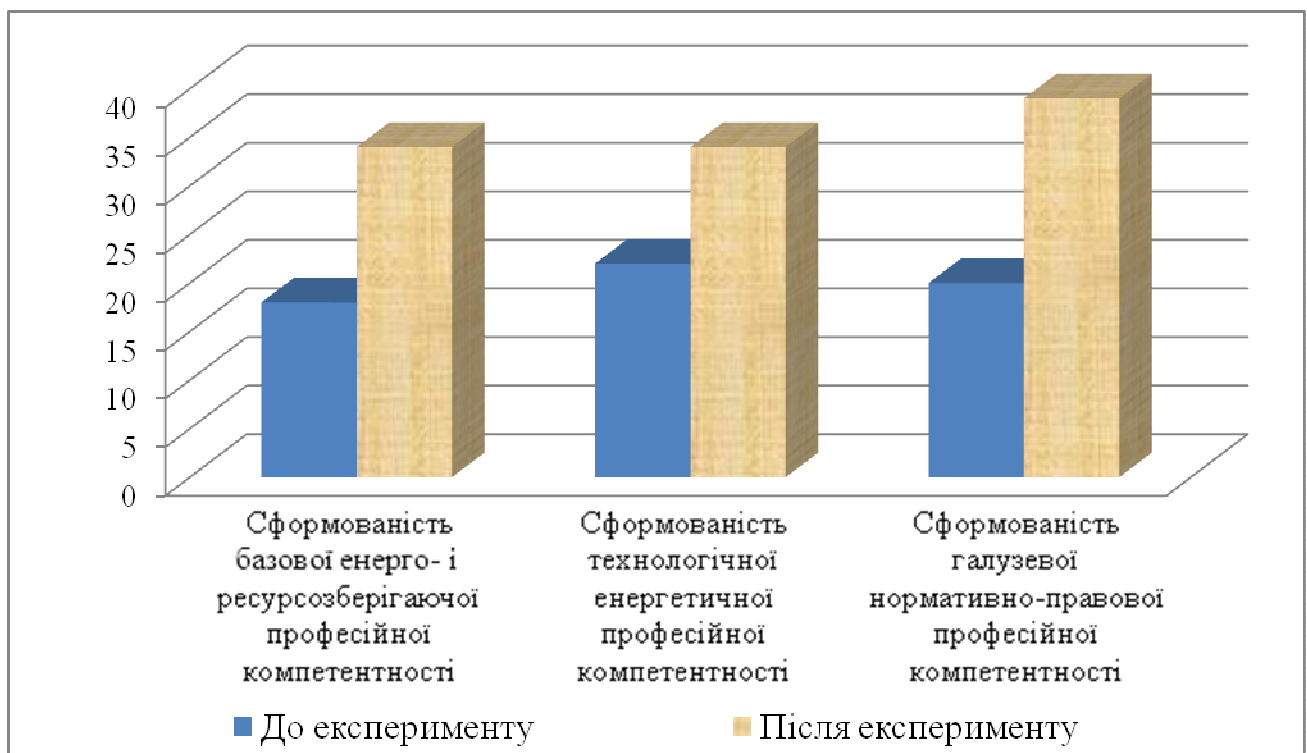


Рис. 3.3. Значення основних показників на високому рівні їх сформованості

Можемо спостерігати тенденцію одночасного переходу від низького рівня сформованості складових компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження до середнього та від середнього до високого за всіма показниками (рис. 3.4).

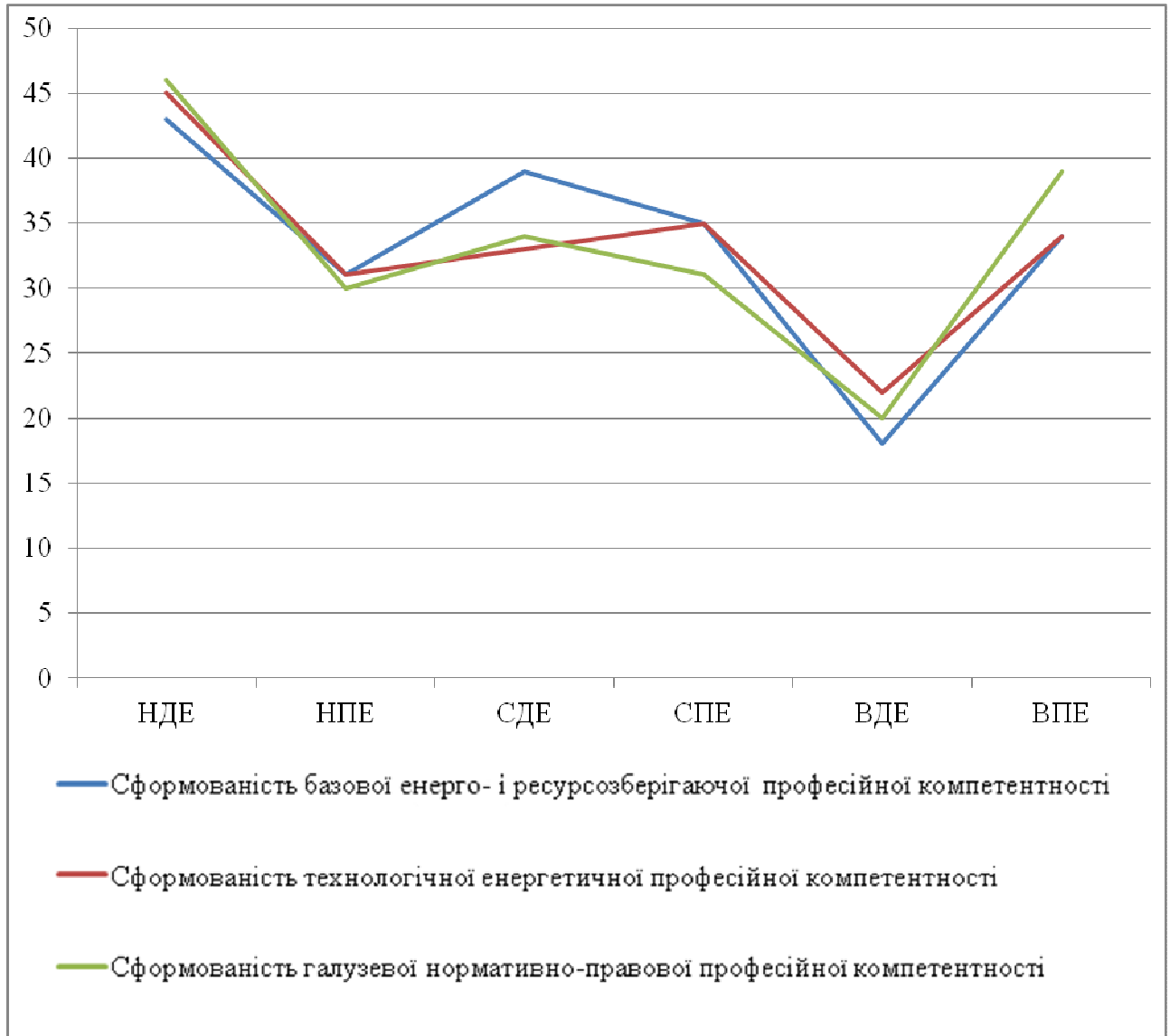


Рис. 3.4. Графік зміни рівня сформованості компетентностей до- та після експерименту в експериментальній групі:

НДЕ – низький рівень сформованості до експерименту; НПЕ – низький рівень сформованості після експерименту; СДЕ – середній рівень сформованості до експерименту;

СПЕ – середній рівень сформованості після експерименту; ВДЕ – високий рівень сформованості до експерименту; ВПЕ – високий рівень сформованості після експерименту.

У контрольній же групі статистично значущих змін в межах кожного рівня сформованості компетентностей до- та після експерименту не виявлено (рис. 3.5).

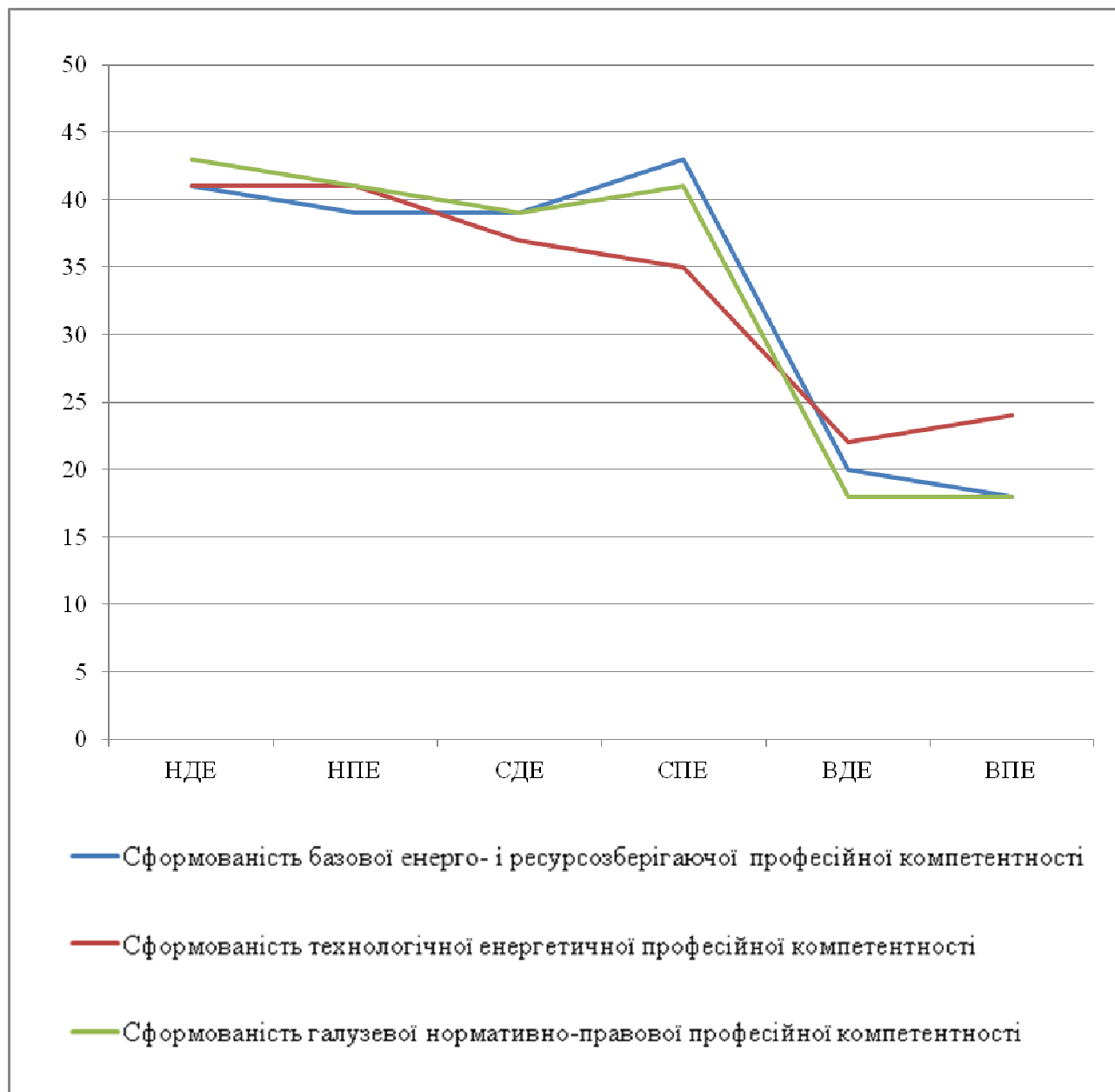


Рис. 3.5. Графік зміни рівня сформованості компетентностей до- та після експерименту в контрольній групі

Оцінка достовірності гіпотези про те, що отримані значення показників мають статистично значущу різницю та можуть бути використані для

оціночних суджень виконується за допомогою знаходження наступних значень [195]:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}}, \quad (3.7)$$

де  $\bar{x}_1$  та  $\bar{x}_2$  – цифрові показники (середні оцінки), що порівнюються за контрольною та експериментальною групами відповідно;

$\sigma_1$  та  $\sigma_2$  – дисперсії контрольної та експериментальної вибірок відповідно;

$n_1$  та  $n_2$  – кількість студентів у кожній вибірці.

З експерименту відомо, що:

$$\bar{x}_1 = 41,7;$$

$$\bar{x}_2 = 66,7;$$

$$\sigma_1 = 10,6;$$

$$\sigma_2 = 8,5;$$

$$n_1 = 54;$$

$$n_2 = 49.$$

Підставляючи у формулу 3.6 відомі значення, отримуємо емпіричне значення коефіцієнту Стьюдента,  $t_{\text{емп}}$ , що дорівнює:

$$t_{\text{емп}} = \frac{|41,7 - 66,7|}{\sqrt{\frac{10,6^2}{54} + \frac{8,5^2}{49}}} = 13,3$$

Із табличних значень для довірчої вірогідності,  $P(t) = 0,95$ , значення,  $t = 2,015$ .



Таким чином,  $t_{емп} > t$ , можливо стверджувати про те, що вихідна гіпотеза підтверджується, а отримана різниця є статистично значущою.

Отже, під час експерименту було визначено, що розроблена методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів дала змогу досягти високих результатів у формуванні у майбутніх інженерів-педагогів базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як показників сформованості компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження.

Отримані результати підтверджують значущість створюваних умов цілеспрямованого використання розробленої методики навчання основи енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів для вищої школи.

Достовірність та обґрунтованість результатів дослідження забезпечується методологічною і теоретичною обґрунтованістю його вихідних положень, системним підходом до вивчення об'єкта дослідження, адекватністю методів дослідження меті і завданням, поєднанням кількісного і якісного аналізу результатів дослідження та їх інтерпретацією.

За допомогою педагогічного експерименту доведено, що розроблена методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, має ефективність і потенціал. Кількісні і якісні показники, виявлені у ході формувального та порівняльного етапів експерименту, свідчать про ефективність розроблених моделі змісту та засобів навчання, а також обґрунтованих цілей, методів та форм навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Здійснене дослідження підтвердило основні положення сформульованої гіпотези обраної наукової проблеми і поставлених завдань. Запропонована методика навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів є ефективним засобом формування компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів.

### Висновки до розділу 3

Отже, у результаті експериментального дослідження розробленої методики навчання основи енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів можемо стверджувати про наступне.

1. Визначено наукові засади проведення педагогічного експерименту. Обґрунтовано доцільність проведення експерименту, що складається з констатувального, формувального та порівняльного етапів.

2. Експериментальне дослідження здійснювалось протягом 2013/2014 та 2014/2015 навчальних років на базі підготовки інженерів-педагогів, що навчалися в Українській інженерно-педагогічній академії. Згідно з програмою експерименту утворено дві групи: контрольну (49 осіб) та експериментальну (54 особи). Обґрунтовано мінімальне значення вибірки.

3. Розроблено систему показників сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження, що включає сформованість базової ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної компетентності та нормативно-правової професійних компетентностей.

4. Оцінку сформованості компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження здійснено за середнім значенням сформованості професійних знань, умінь та професійно важливих якостей.

Сформованість професійних знань проведено за результатами тестування, яке містило питання, що стосувались базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення.

Оцінку сформованості професійних умінь визначено за відношенням кількості вірно розв'язаних завдань під час лабораторних занять до загальної кількості запропонованих завдань.

Сформованість професійно важливих якостей визначено за результатами самоаналізу студентами результатів навчання основ енерго- і

ресурсозбереження. Самоаналіз проведено засобом анкетування, у якому кожній сформованій якості надано кількісну вагу. Анкетування забезпечено дотриманням стандартизованого коефіцієнту  $\alpha$ -Крорбаха, що показує внутрішню узгодженість характеристик, які описують об'єкт. Коефіцієнт  $\alpha$ -Крорбаха склав значення 0,97, що засвідчило дуже високу внутрішню узгодженість характеристик, запропонованих в опитуванні, та підтвердило можливість отримання достовірних результатів у відповідних анкетах.

5. Результати констатувального етапу експерименту показали недостатньо високий рівень сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів. Так, низький рівень сформованості професійної компетентності є характерним в середньому у 43% досліджуваних. Результати констатувального етапу експерименту підтвердили актуальність проблеми дослідження.

6. На формувальному етапі експерименту було впроваджено розроблену методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів. На контрольному етапі експерименту співставлено показники сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів контрольної та експериментальної груп.

7. На підставі отриманих результатів зроблено висновок, що із впровадженням розробленої методики навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів відбувся приріст показників сформованості базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей на високому рівні.

8. Приріст середніх значень показників сформованості професійних компетентностей на високому рівні в експериментальній групі склав від 12% до 19%, у контрольній – до 2%. Найбільший приріст в експериментальній групі (19%) зафіксовано за показником сформованості галузевої нормативно-правової професійної компетентності, найменший (12%) – за показником

сформованості технологічної енергетичної професійної компетентності. В контрольній групі відбулися статистично незначущі зміни за показниками сформованості професійних компетентностей на всіх рівнях. В експериментальній групі відбулися статистично незначущі зміни за показниками сформованості професійних компетентностей на середньому рівні, а зменшення середніх значень низького рівня сформованості професійних компетентностей відбулося в діапазоні від 12% до 16%.

9. Отримані статистично значущі дані із застосуванням дисперсійного аналізу та критерію t-Стюдента на рівні значущості 0,05 засвідчили підвищення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, що підтверджує гіпотезу дослідження.

Основні результати третього розділу опубліковано у статті [3] та патентах [13; 14].

## ВИСНОВКИ

У дисертації на основі теоретичного узагальнення запропоновано нове вирішення проблеми підвищення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів шляхом теоретичного обґрунтування, розробки і експериментальної перевірки методики навчання, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання (інтеграція базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення) та комп'ютеризованих навчальних тренажерів. Узагальнення результатів теоретичного пошуку й експериментальної діяльності надало можливість сформулювати такі висновки:

1. На підставі аналізу і систематизації ключових аспектів предметної галузі основ енерго- і ресурсозбереження виявлено інтеграцію техніко-технологічної складової та галузевого нормативно-правового забезпечення. Визначено передумови формування професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів, яка складається з базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей. Аналіз існуючих методик навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів виявив, що незважаючи на представлення науково обґрунтованих фактів, понять, ідей тощо у змісті навчання, їх наочність і актуальність, ці методики характеризуються дезінтегрованістю змісту навчання, недостатньою розробленістю механізмів адаптації змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів до галузевих напрямів їхньої підготовки, обмеженістю методик формування характерної професійної компетентності. Це обумовило проблему дослідження.

2. Теоретично обґрунтовано та розроблено модель змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, що забезпечує

досягнення мети навчання, яка полягає у формуванні базової енерго- і ресурсозберігаючої, технологічної енергетичної та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей як складових професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження. Модель побудовано на засадах інтеграції базових процесів енерго- і ресурсозбереження, технологічних енергетичних процесів та галузевого нормативно-правового забезпечення. Навчання складових інтегрованого змісту детермінується галузевими напрямками підготовки майбутніх інженерів-педагогів, а саме механічним (машинобудування, транспорт, металургія, будівництво), електричним (зварювальне виробництво, електротехніка та електромеханіка), хімічним (технології виробництва і переробки сільськогосподарської та харчової продукції, нафтогазова справа) та технологічним (енергетика, житлово-комунальне-господарство та побутове обслуговування населення).

3. Розроблено методику навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів, яку побудовано на основі моделі інтегрованого змісту навчання та застосуванні комп'ютеризованих навчальних тренажерів. Побудована методика навчання включає цілі, зміст, методи, засоби та форми навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів. Розроблено інтегрований зміст навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів за механічним, електричним, хімічним та технологічним напрямками їхньої підготовки. Представлено поєднання відомих класичних методів навчання, узгоджених із цілями та змістом навчання основ енерго- і ресурсозбереження. Розроблено комп'ютеризовані навчальні тренажери до наступних лабораторних робіт: «Дослідження енергоефективних режимів експлуатації насосних установок», «Енергопостачання житлового будинку з використанням автономних і альтернативних джерел енергії», «Вивчення і знешкодження схем крадіжки електроенергії», «Дослідження ефективності роботи теплових насосів», «Визначення втрат енергії через фасади будівель за допомогою тепловізора».

4. Результати експериментального педагогічного дослідження засвідчили підвищення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів. Приріст показників сформованості цієї компетентності відбувся на середньому та високому рівнях за показником сформованості технологічної енергетичної професійної компетентності, а також на високому рівні за показниками сформованості базової енерго- і ресурсозберігаючої та галузевої нормативно-правової професійних компетентностей. Приріст середніх значень в експериментальних групах по відношенню до контрольних груп за обраними показниками на високому рівні склав від 12% до 19%, зменшення середніх значень низького рівня відбулося у межах від 12% до 16%. Відповідно до отриманих статистично значущих даних на рівні значущості 0,05, підтверджено гіпотезу дослідження про підвищення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів-педагогів.

Виконане дослідження не вирішує усіх аспектів підвищення рівня сформованості професійної компетентності з основ енерго- і ресурсозбереження у майбутніх інженерів-педагогів. Потребує додаткового теоретичного обґрунтування дистанційне навчання основ енерго- і ресурсозбереження; розробка методичних засад формування енергозберігаючого стилю мислення у студентів; розробка методів дидактичної редукції змісту навчання основ енерго- і ресурсозбереження.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Створення системи професійної підготовки та підвищення кваліфікації викладачів у галузі енерго- та ресурсозбереження на виробництві, у комунальному господарстві, у сфері послуг та побуту : монографія / [Г. І. Канюк, Т. М. Пугачова, В. Ф. Без'язичний та ін.]. – Харків : «Друкарня Мадрид», 2015. – 190 с.

2. Основи енерго- і ресурсозбереження : навч. посібник для студентів вищих навч. закладів / [Г. І. Канюк, Т. М. Пугачова, В. Ф. Без'язичний, та ін.]. – Харків : «Друкарня Мадрид», 2016. – 230 с.

3. Без'язичний В. Ф. Розробка методики навчання дисципліни «Основи енерго- і ресурсозбереження» майбутніх інженерів-педагогів / В. Ф. Без'язичний // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2015. – Вип. 48–49. – С. 242–251.

4. Дидактико-методические основы разработки лабораторной работы «Тепловизионная диагностика ограждающих конструкций зданий и сооружений» / Г. И. Канюк, А. М. Чернюк, Т. Н. Пугачёва, В. Ф. Безъязычный // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2014. – Вип. 45. – С. 126–132.

5. Лабораторное моделирование работы теплового насоса и определение её эффективности / Г. И. Канюк, А. М. Чернюк, Т. Н. Пугачова, В. Ф. Безъязычный // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Бердянськ : БДПУ, 2015. – Вип. 1. – С. 73–81.

6. Модель универсальной структуры курса «Основы энерго- и ресурсосбережения» для будущих инженеров-педагогов / Г. И. Канюк, Т. Н. Пугачева, Л. Н. Омельченко, В. Ф. Безъязычный // Проблеми сучасної педагогічної освіти : Педагогіка і психологія : зб. наук. пр. – Ялта : РВВ КГУ, 2014. – Вип. 44, Ч. 3. – С. 121–129.



7. Постановка лабораторной работы «Способы учёта потреблённой электроэнергии и предотвращение её хищения» / Г. И. Канюк, А. М. Чернюк, Т. Н. Пугачёва, В. Ф. Безъязычный // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2015. – № 1. – С. 67–74.
8. Постановка лабораторной работы «Энергоснабжение жилого дома с использованием энергии солнца» / [Г. И. Канюк, А. М. Чернюк, В. Ф. Безъязычный и др.] // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2014. – Вип. 44. – С. 103–112.
9. Проблема структурирования содержания обучения энергосбережению будущих инженеров-педагогов / Г. И. Канюк, Т. Н. Пугачева, В. Ф. Безъязычный, Л. Н. Омельченко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2014. – Вип. 42-43. – С. 130–139.
10. Универсальная структурно-функциональная модель обучения основам энерго- и ресурсосбережения будущих инженеров-педагогов / Г. И. Канюк, Т. Н. Пугачева, В. Ф. Безъязычный, Л. Н. Омельченко // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Бердянськ : БДПУ, 2014. – Вип. 3. – С. 100–105.
11. Концепція створення лабораторної бази навчального курсу «Основи энерго- і ресурсозберігання» / [Г. І. Канюк, А. М. Чернюк, В. Ф. Без'язичний та ін.]. // Наукові записки Бердянського державного педагогічного університету. Педагогічні науки : зб. наук. пр. – Бердянськ : БДПУ, 2013. – Вип. 4. – С. 59–65.
12. Проект створення системи підготовки та підвищення кваліфікації викладачів курсів «Основи энерго- та ресурсозбереження на виробництві, у комунальному господарстві, у сфері послуг та побуту» / О. Е. Коваленко, Г. І. Канюк, В. Ф. Без'язичний, Т. М. Пугачова // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2013. – Вип. 38-39. – С. 13–23.
13. Пат. України за ріш. № 4519/ЗУ/17 від 24.02.2017. МПК G09B 9/00, G09B 23/12. Спосіб навчання основ энерго- і ресурсозбереження із застосуванням термографічного методу контролю / Г. І. Канюк, А. М. Чернюк, Д. І. Шматков, В. Ф. Без'язичний ; заявник і патентовласник Українська

інженерно-педагогічна академія. – З. № у 2016 11764; заявл. 21.11.2016.

14. Пат. України за ріш. № 4547/ЗУ/17 від 24.02.2017. МПК G09B 9/00, G09B 23/00. Спосіб навчання основ енерго- і ресурсозбереження / Г. І. Канюк, А. М. Чернюк, Д. І. Шматков, В. Ф. Без`язичний ; заявник і патентовласник Українська інженерно-педагогічна академія. – З. № у 2016 11763, заявл. 21.11.2016.

15. Без`язичний В. Ф. Метод навчання основ енерго- і ресурсозбереження із застосуванням засобів термографічного контролю / В. Ф. Без`язичний // Зб. тез доп. XLVII наук.-практ. конф. науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії (Харків, 17-20 грудня 2013 р.). – Харків : УІПА, 2013. – Ч. 1. – С. 30.

16. Без`язичний В. Ф. Методи навчання дисципліни «Основи енерго- і ресурсозбереження» майбутніх інженерів / В. Ф. Без`язичний // Актуальные научные исследования в современном мире : Сб. науч. тр. XIV Междунар. научн. конф. (Переяслав-Хмельницкий, 26–27 июня 2016 г.). – Переяслав-Хмельницкий, 2016. – Вып. 6 (14), ч. 1. – С. 30–35.

17. Канюк Г. И. Цели и задачи обучения основам энерго- и ресурсосбережения будущих инженеров-педагогов / Г. И. Канюк, В. Ф. Безъязычный // Зб. тез доп. XLVIII наук.-практ. конф. науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії (Харків, 17-20 грудня 2014 р.). – Харків : УІПА, 2014. – Ч. 1. – С. 18.

18. Шматков Д. І. До питання застосування дидактичної редукції у методиці навчання основ енерго- і ресурсозбереження майбутніх інженерів / Д. І. Шматков, В. Ф. Без`язичний // Мультидисциплінарні академічні дослідження і глобальні інновації: Гуманітарні та соціальні науки : матер. II Міжнар. наук.-практ. е-конф. (Київ, 28–29 липня 2016 р.). – Київ : КНЛУ, 2016. – С. 132–135.

19. Физическая энциклопедия / Гл. ред. А. М. Прохоров. – М. : Большая Российская энциклопедия. Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость, 1998. – 689 с.

20. Быстрицкий Г. Ф. Общая энергетика (Производство тепловой и электрической энергии) : учебник / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., стер. — М.: КНОРУС, 2014. — 408 с.
21. Фізика. Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміки. Ч. 1: Навч. посіб. / Н. В. Чулкова, Т. І. Ковальова, Л. С. Зайцева. — О. : Наука і техніка: 2008. — 152 с.
22. Демин А. И. Парадигма дуализма: Пространство – время, информация – энергия / А. И. Демин. – М. : Издательство ЛКИ, 2007. – 320 с.
23. Papadouris N. Distinctive Features and Underlying Rationale of a Philosophically-Informed Approach for Energy Teaching / N. Papadouris, C. P. Constantinou // Teaching and Learning of Energy in K – 12 Education: Part III. – Switzerland: Springer International Publishing, 2014. – P. 207–221.
24. Duit R. Ideas for a Teaching Sequence for the Concept of Energy / R. Duit, N. Knut // School Science Review. – 2014. – Vol. 96, No. 354. – P. 63–66.
25. Duit R. Teaching and Learning the Physics Energy Concept / R. Duit // Teaching and Learning of Energy in K – 12 Education: Part II. – Switzerland: Springer International Publishing, 2014. – P. 67–85.
26. Соціально-економічний стан України: наслідки для народу та держави [Текст] : національна доповідь / за заг. ред. В.М. Гейця та ін. – К. : НВЦ НБУВ, 2009. – 687 с.
27. Гізатулліна О. М. Організаційно-економічний механізм державного управління паливно-енергетичним комплексом України [Текст] : автореф. дис. канд. економ. наук: 08.00.03 / О. М. Гізатулліна. – Харків, 2009. – 20 с.
28. Directive 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings // Official Journal. – 2003. – L 001. – P. 65–71.
29. Commission Directive 93/116/EC of 17 December 1993 adapting to technical progress Council Directive 80/1268/EEC relating to the fuel consumption of motor vehicles // Official Journal. – 1993. – L 329. – P. 39–53.

30. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC // Official Journal of the European Union. – 2009. – Access mode : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1488204769633&uri=CELEX:32009L0028>.

31. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. – 2009. – Access mode : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1488205364159&uri=CELEX:32009L0028>.

32. Directive 2012/27/EU of the European Parliament and of the Council on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC. – 2012. – Access mode : <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1488205725276&uri=CELEX:32012L0027>.

33. Закон України «Про енергозбереження» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1994. – № 30. – Ст. 283. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>.

34. Закон України «Про електроенергетику» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1998. – № 1, ст.1. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80>.

35. Закон України «Про теплопостачання» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2005. – № 28. – Ст. 373. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2633-15>.

36. Закон України «Про альтернативні види рідкого та газового палива» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2000. – № 12. – Ст. 94. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.

37. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2003. – № 24. – Ст. 155. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/555-15>.

38. Закон України «Про нафту і газ» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2001. – № 50. – Ст. 262. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2665-14>.

39. Закон України «Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу» // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 2005. – № 20. – Ст. 278. – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/2509-15>.

40. Зеркалов Д. В. Правова основа енергозбереження [Текст] : довідник / Д. В. Зеркалов. – К. : Дакор, 2008. – 480 с.

41. Дзяна Г. О. Удосконалення механізмів реалізації державної політики у сфері енергозбереження України (соціально-екологічний аспект) [Текст]: автореф. дис. канд. наук з держ. управлін. : 25.00.02 / Г. О. Дзяна. – Львів, 2008. – 21 с.

42. Зеер Э. Ф. Структурно-содержательная модель формирования энергосберегающей компетентности учащихся профессиональной школы / Э. Ф. Зеер, Е. В. Лебедева, С. В. Федорова // Образование и наука. – 2014. – № 4. – С. 55–68.

43. Указ Президента України № 174/2008 від 28.02.2008 «Про невідкладні заходи щодо забезпечення ефективного використання паливно-енергетичних ресурсів». – Режим доступу : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/174/2008>.

44. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 436-р від 27.07.2006 «Про затвердження плану заходів на 2006-2030 роки». – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/436-2006-%D1%80>.

45. Наказ Національного агентства України з питань забезпечення ефективного використання енергетичних ресурсів № 33 від 17.03.2009 «Про затвердження Методики галузевих, регіональних програм енергоефективності та програм зменшення споживання енергоресурсів бюджетними установами шляхом їх раціонального використання». – Режим доступу : [http://search.ligazakon.ua/l\\_doc2.nsf/link1/FIN53661.html](http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN53661.html).

46. Millar R. Teaching about Energy: From Everyday to Scientific Understandings / R. Millar // *School Science Review*. – 2014. – Vol. 96, No. 354 – P. 45–50. – Access mode: <https://www.ase.org.uk/journals/school-science-review/2014/09/354/3672/ssr-september-2014-045-050-teaching-about-energy-from-everyday-scientific-understanding-millar.pdf>.
47. Lawrence I. Teaching energy: thoughts from the SPT 11–14 project / I. Lawrence // *Physics Education*, – 2007. – Vol. 42(4). – P. 402–409.
48. Reinders D. Learning and teaching energy. The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning / D. Reinders, P. Haeussler. – New York: Routledge, 2012 – P. 185–200.
49. Фролов В. В. О формировании структуры и региональной модели образовательного процесса по энергосбережению и энергоэффективности / В. В. Фролов, Н. Н. Нурахов, В. М. Степанов // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2014. – № 8. – С. 197–207.
50. Фролов В. В. Структура образовательного процесса по энергосбережению и энергоэффективности / В. В. Фролов, Н. Н. Нурахов, В. М. Степанов // *Известия Тульского государственного университета. Технические науки*. – 2014. – № 4. – С. 139–143.
51. Постанова Кабінету Міністрів України № 148 від 5 лютого 1997 р. «Про Комплексну державну програму енергозбереження України». – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/148-97-%D0%BF>.
52. Энергозбереження та пом'якшення змін клімату. Посібник з пом'якшення змін клімату і раціонального використання енергії та ресурсів для учнів загальноосвітніх навчальних закладів / [А. В. Праховнік, Є. М. Іншеков, В. І. Дешко та ін.]. – Київ, 2008. – 120 с.
53. Продан Н. М. Формування екологічної культури з дитячого віку – основа державної політики в сфері енергозбереження та відновлюваної енергетики / Н. М. Продан // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. – 2014. – № 1. – С. 75–76.

54. Добрянський П. А. Факультатив з фізики «Основи енергозбереження». 10-11 класи. Програма, задачі та методичні матеріали / П. А. Добрянський, В. С. Мазур. – Ярмолинці, 2009. – 176 с.

55. Наказ Міністерства освіти і науки України № 947 від 13.10.2010 «Про затвердження Типової базисної структури навчальних планів для підготовки кваліфікованих робітників у професійно-технічних навчальних закладах». – Режим доступу : <http://old.mon.gov.ua/ua/about-ministry/normative/367->.

56. Дудюк Д. Л. Нетрадиційна енергетика: основи теорії та задачі [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. реком. МОНУ / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, Я. М. Гнатишин. – Львів : Магнолія, 2009. – 188 с.

57. Титко Р. Відновлювальні Джерела Енергії (Досвід Польщі для України) : посібник / Р. Титко, В. Калініченко. – Варшава; Краків; Полтава : OWG, 2010. – 533 с.

58. Дев'яткіна С. Альтернативні джерела енергії [Текст] : Навчальний посібник / С. Дев'яткіна, Т. Шкварницька ; М-во освіти і науки України, Нац. авіаційний ун-т. – К. : НАУ, 2006. – 89 с.

59. Ткаченко О. О. Високотемпературні процеси та установки [Текст] : Підручник / О. О. Ткаченко. – К. : А.С.К., 2005. – 476 с.

60. Шевчук В. Я. Екологізація енергетики : посібник / В. Я. Шевчук, Г. О. Білявський, Ю. М. Саталкін, В. М. Навроцький. – К. : Вища освіта, 2002. – 111 с.

61. Фецишин Б. П. Економіка енергетики [Текст] : Навчальний посібник / Б. П. Фецишин. – Тернопіль : Астон, 2001. – 160 с.

62. Мельник Л. Г. Економіка енергетики : навчальний посібник рек. МОНУ / Л. Г. Мельник, О. І. Карінцева, І. М. Сотник. – Суми : Університетська книга, 2006. – 238 с.

63. Вагин Г. Я. Экономия энергии в промышленности. Учеб. пособие / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов. — Н. Новгород: НГТУ, 1998. — 220 с.

64. Данилов Н. И. Основы энергосбережения / Н. И. Данилов, Я. М. Щелоков. – Екатеринбург: «ГОУ ВПО УГТУ\_УПИ», 2006. – 569 с.
65. Сибикин М. Технология энергосбережения [Текст] : учебник / М. Сибикин, Ю. Сибикин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : ФОРУМ, 2010. – 351 с.
66. Фокин В. М. Основы энергосбережения и энергоаудита [Текст] / В. М. Фокин. – М. : Машиностроение, 2006. – 256 с.
67. Приступа М. Енергозбереження в Україні : правові аспекти і практична реалізація / М. Приступа, М. Бохомко. – Рівне : Видавець О. Зень, 2011. – 56 с.
68. Ратушняк Г. С. Енергозбереження та експлуатація систем тепlopостачання : Навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, Г. С. Попова. – Вінниця : ВДТУ, 2002. – 120 с.
69. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела тепlopостачання: Навчальний посібник / Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с.
70. Разумний Ю. Т. Енергозбереження: Навч. посібник. 2-е вид. / Ю. Т. Разумний, В. Т. Заїка, Ю. В. Степаненко. – Д. : Національний гірничий університет, 2008. – 166 с.
71. Самохвалов В. С. Вторинні енергетичні ресурси та енергозбереження [Текст] : навчальний посібник рекомендований МОН України / В. С. Самохвалов. – К. : Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.
72. Закладний О. М. Енергозбереження засобами промислового електропривода: Навчальний посібник. / О. М. Закладний, А. В. Праховник, О. І. Соловей. – К. : Кондор, 2005. – 408 с.
73. Фокин В. М. Основы энергосбережения в вопросах теплообмена [Текст]. / В. М. Фокин, Г. П. Бойков, Ю. В. Видин. – М. : «Издательство Машиностроение-1», 2005. – 192 с.
74. Андрижиевский А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент. Учебное пособие. / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. – 2-е изд., исправл. – Мн. : Выш. шк., 2005. – 294 с.



75. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. реком. МОНУ / Ю. І. Бакалін. – 3-тє вид., доп. та перероб. – Харків : БУРУН і К, 2006. – 320 с.
76. Зеер Э. Ф. Интегративная модель профессионально-образовательного пространства энергосбережения / Э. Ф. Зеер, Е. В. Лебедева // Инновационные процессы в образовании: стратегия, теория и практика развития : Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2013. – Т. 1. – С. 38–40. – Режим доступа: [http://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/345/1/ipro\\_2013\\_013.pdf](http://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/345/1/ipro_2013_013.pdf).
77. Ничкало Н. Г. Професійно-технічній освіті – державну підтримку та науково-педагогічне забезпечення / Н. Г. Ничкало // Нові технології навчання: Наук. – метод. збірник. – 1995. – Вип.15. – С. 11.
78. Браже Т. Г. Основные принципы совершенствования профессиональной квалификации учителей в ИУУ / Т. Г. Браже. – М., 1982. – С. 18–33.
79. Short E. The Concept of Competence Its use and Misuse in Education / E. Short // Journal of Teacher Education. – 1985. – Vol. 36. – №2. – p. 5. – Access mode : <http://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/002248718503600202>.
80. Чемерис І. Нові вимоги до спеціаліста: поняття компетентності й компетенції / І. Чемерис // Вища освіта України. – 2006. – №2. – С.84–87.
81. Ніколаєнко С. М. Підвищення ефективності вищої освіти – визначальний чинник зростання соціально-економічного потенціалу держави. Матеріали до доповіді міністра освіти і науки на підсумковій колегії Міністерства освіти і науки України (23 лютого 2006 року, м. Київ) / С. М. Ніколаєнко // Освіта України. – 2006. – №13 (706). – С. 2–9.
82. Скляр П. Психологічні аспекти якісної підготовки фахівця / П. Скляр // Соціальна психологія. – 2006. – №3. – С. 154–159.
83. Тугай А. Наша мета – випускати класних спеціалістів / А. Тугай // Вища школа. – 2005. – №3. – С. 22–35.

84. Кажанова З. Н. Специфика формирования профессиональных компетенций в процессе адаптации студентов к учебно-технологической среде вуза: Автореф. дис. канд. пед. наук: 13.00.08 / З. Н. Кажанова; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов, 2004. – 19 с.
85. Копчак Т. В. Професійна спрямованість навчальної діяльності / Т. В. Копчак // Коледжанин. Всеукраїнський журнал для навчальних закладів I-II рівнів акредитації. – 2004. – № 10, 11, 12. – С. 35, 36.
86. Орлов В.И. Методические основы обучения. – М. : Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 2000. – 72 с.
87. Козак Т. Формування та контроль професійної компетентності педагога / Т. Козак // Новий колегіум. – 2005. – № 6. – С. 38–42.
88. Український педагогічний словник / укладач С. Гончаренко. – К. : Либідь, 1997. – 376 с.
89. Педагогічна майстерність. / За ред. І. А. Зязюна. – К. : Вища школа, 1997. – 350 с.
90. Энциклопедия профессионального образования: В 3 т. / сост. С. Я. Батышев – М., 1998. – Т. 1. – 501 с.
91. Чошанов М. А. Дидактическое конструирование гибкой технологии обучения / М. А. Чошанов // Педагогика. – 1997. – №2. – С. 21–29.
92. Психология и педагогика : учебное пособие / под ред. А. А. Бодалева, В. И. Жукова, Л. Г. Лаптева, В. А. Слостенина. – М. : Изд-во Института Психотерапии, 2002. – 585 с.
93. Шаргун Т.О. Формування професійної компетентності у майбутніх фахівців залізничного транспорту у процесі професійної підготовки: Автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 / Т. О. Шаргун ; Нац. акад. Держ. прикордон. служби України ім. Б. Хмельницького. – Хмельницький, 2006. – 20 с.
94. Хоменко В. Г. Теоретичні та методичні засади розроблення дуального змісту професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю : автореф. дис. д. пед. наук: 13.00.04 / В. Г. Хоменко. – Харків, 2015. – 41 с.

95. Закон України «Про вищу освіту» // Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2014. – № 37–38. – ст. 2004. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>.

96. Дорофеев А. Профессиональная компетентность как показатель качества образования / А. Дорофеев // Высшее образование в России. – 2005. – №4. – С. 30–33.

97. Концепція бакалаврської підготовки фахівців за напрямом 6.010104 «професійна освіта (за спеціалізаціями). Українська інженерно-педагогічна академія. – Режим доступу: <http://uipa.edu.ua/files/2015/06/implementaciya/konserciya-bakalavr.pdf>.

98. Брюханова Н. Підходи до розуміння компетентності та компетенції в освіті / Н. Брюханова // Педагогіка і психологія професійної освіти. – 2007. – № 4. – С. 40–49.

99. Брюханова Н. О. Основи педагогічного проектування в інженерно-педагогічній освіті : монографія / Н. О. Брюханова ; Укр. інж.-пед. акад. – Х. : НТМТ, 2010. – 437 с.

100. Чайка В. М. Основи дидактики: навчальний посібник / В. М. Чайка. – Київ : Академвидав, 2011. – 238 с.

101. Воронкова, В. Г. Управління людськими ресурсами: філософські засади : навч. посібник для ВНЗ / [В. Г. Воронкова, А. Г. Беліченко, О. М. Попов та ін.] ; ред. В. Г. Воронкова ; ЗДІА. – К. : Професіонал, 2006. – 567 с.

102. Омельченко Л. М. Проблема формування професійної компетентності майбутніх фахівців енергетичного профілю у сучасних умовах / Л. М. Омельченко, О. М. Керницький // Вісник КДУ імені Михайла Остроградського. – 2010. – Вип. 3 (62) – С. 169–171. – Режим доступу : [http://www.kdu.edu.ua/statti/2010-3-1\(62\)/PDF\\_3\\_2010\\_ch1/169.PDF](http://www.kdu.edu.ua/statti/2010-3-1(62)/PDF_3_2010_ch1/169.PDF).

103. Державні стандарти професійної освіти: теорія і методика: Монографія / За ред. Н. Г. Ничкало. – Хмельницький: ТУП, 2002. – 334 с.

104. Денисюк С. П. Новий зміст навчального процесу у сфері енергоефективності згідно вимог концепції інтелектуалізації енергетичних

систем / С. П. Денисюк // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 6. – С. 269–277. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknutd\\_2013\\_6\\_41](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vknutd_2013_6_41).

105. Структурирование информации как основа повышения информативности учебного процесса в технических высших учебных заведениях / Е. К. Белова // Проблемы інженерно-педагогічної освіти. – 2011. – № 30–31. – С. 14–18. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2011\\_30-31\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2011_30-31_4).

106. Дитрих Я. Проектирование и конструирование: системный поход / Я. Дитрих. – М. : Мир, 1981. – 456 с.

107. Лазарев М. І. Полісистемне моделювання змісту технологій навчання загальноінженерних дисциплін: монографія / М. І. Лазарев. – Харків: Вид-во НФаУ, 2003. – 356 с.

108. Хоменко В. Г. Моделювання змісту курсу “Принципи побудови і захист інформації баз даних” / В. Г. Хоменко // Духовність особистості : методологія, теорія і практика : зб. наук. пр. – 2011. – Вип. 5 (46). – С. 176–182. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/domtp\\_2011\\_5\\_24](http://nbuv.gov.ua/UJRN/domtp_2011_5_24).

109. Хоменко В. Г. Проблема проектування змісту професійної підготовки студентів інженерно-педагогічних спеціальностей комп’ютерного профілю в умовах компетентнісного підходу / В. Г. Хоменко // Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету. – 2014. – Частина 1. – С. 387–394.

110. Хоменко В. Г. Зміст дуальних технологічних компетентностей майбутніх інженерів-педагогів комп’ютерного профілю / В. Г. Хоменко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УІПА, 2014. – Вип. 44. – С. 67–72. – Режим доступу : <http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/problemu44/11.pdf>.

111. Чуприна Г. П. Результати впровадження методичної системи навчання програмним засобам захисту інформації майбутніх інженерів-педагогів / Г. П. Чуприна // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук.

пр. – Х. : УПА, 2010. – Вип. 26–27. – С. 209–212. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2010\\_26-27\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2010_26-27_34).

112. Лазарев М. І. Розробка каузальних мереж подання змісту навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів / М. І. Лазарев, Д. І. Шматков // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2011. – Вип. 30-31. – С. 65–73. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2011\\_30-31\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2011_30-31_11).

113. Шматков Д. Редукція змісту навчання технічних дисциплін: огляд європейського досвіду / Д. І. Шматков // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2015. – Вип. 48–49. – С. 160-165. – Режим доступу : <http://library.uipa.edu.ua/images/data/zbirnik/48-49/21.pdf>.

114. Шматков Д. І. Редукція змісту навчання інновацій у галузях технічних наук / Д. І. Шматков // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2016. – № 9 (63). – С. 211–223.

115. Выготский Л. С. Педагогическая психология / Л. С. Выготский ; [послесл. В. В. Давыдова ; примеч. В. В. Давыдова и др.]. – М. : Педагогика-Пресс, 1996. – 533 с.

116. Выготский Л. С. Психология развития как феномен культуры / Л. С. Выготский ; [ред. и автор вступ. статьи М. Г. Ярошевский]. – М. : Издательство «Институт психологии» ; Воронеж : НПО «МОДЭК», 1996. – 512 с.

117. Гальперин П. Я. Методы обучения и умственное развитие ребенка / П. Я. Гальперин. – М. : Книжный дом «Университет», Высшая школа, 2002. – 400 с.

118. Эльконин Д. Б. Избранные психологические труды / Д. Б. Эльконин ; под ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко ; [авт. вступ. ст. и коммент. В. В. Давыдов] ; АПН СССР. – М. : Педагогика, 1989. – 554 с.

119. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность : учеб. пособие для студентов вузов по направлению и спец. «Психология», «Клиническая психология» / А. Н. Леонтьев. – М. : Смысл : Academia, 2004. – 345 с.

120. Талызина Н. Ф. Пути разработки профиля специалиста / Н. Ф. Талызина, Н. Г. Печенюк, Н. Г. Хихловский. – Саратов : Изд-во СГУ, 1987. – 176 с.
121. Хуторской А. В. Развитие одаренности школьников. Методика продуктивного обучения / А. В. Хуторской. – М. : Владос, 2000. – 319 с.
122. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / С. И. Архангельский. – М. : Высш. шк., 1980. – 367 с.
123. Ашеров А. Т. Методи і моделі оцінки педагогічного впливу на розвиток пізнавальної самостійності студентів / А. Т. Ашеров, В. Г. Логвіненко. – Х.: УПА, 2005. – 164 с.
124. Безрукова В. С. Инновационная готовность педагога – качество интегративное / В. С. Безрукова, Г. А. Карпова // Инновационные основы проектирования педагогических технологий. – Екатеринбург : Изд-во Свердл. инж.- пед. ин-та, 1993. – С. 25–27.
125. Беспалько В. П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения / В. П. Беспалько. – М. : Педагогика, 1995. – 186 с.
126. Загвязинский В. И. Теория обучения: Современная интерпретация / В. И. Загвязинский. – М.: Академия, 2001. – 192 с.
127. Зеер Э. Ф. Психология профессионального развития / Э. Ф. Зеер. – М.: Академия, 2007. – 240 с.
128. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н. Е. Эрганова. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 160 с.
129. Коваленко О. Е. Методика професійного навчання: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. Е. Коваленко / Нар. укр. акад. – Х. : Вид-во НУА, 2005. – 360 с.
130. Лузан П. Г. Теорія і методика формування навчально-пізнавальної активності студентів / П. Г. Лузан. – К. : Національний аграрний університет, 2004. – 272 с.

131. Лузан П. Реалізація компетентнісного підходу в професійній освіті: технологічний аспект / П. Лузан // Науковий вісник інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка: зб. наук. пр. – Київ: Вид-во ІПТО НАПН України, 2012. – С. 5–12.
132. Педагогіка вищої школи. Підручник / [В. П. Андрущенко, І. Д. Бех, І. С. Волощук та ін.]; за ред. В. Г. Кременя, В. П. Андрущенка, В. І. Лугового. – К. : Педагогічна думка. – 2008. – 256 с.
133. Лузік Е. В. Інноваційні методи оцінювання навчальних досягнень : монографія / Е. В. Лузік, М. Б. Євтух, Л. М. Дибкова. – К. : КНЕУ, 2010. – 248 с.
134. Нічкало Н. Г. Неперервна професійна освіта : міжнародний аспект : монографія / Н. Г. Нічкало ; за ред. І. А. Зязюна // Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи. – Київ : Віпол, 2000. – 636 с.
135. Підласий І. П. Практична педагогіка або три технології / І. П. Підласий. – Київ : Слово, 2004. – 616 с.
136. Чернілевський Д. В. Духовна культура особистості : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Д. В. Чернілевський, О. В. Пшеничнюк, Н. В. Сідячева. – Київ ; Вінниця : Акад. креатив. педагогіки, 2009. – 384 с.
137. Ягупов В. В. Компетентністний підхід до підготовки фахівців у системі вищої освіти / В. В. Ягупов, В. І. Свістун // Наукові записки. Педагогічні, психологічні науки та соціальна робота. – Київ : Академія, 2007. – Т. 71. – С. 3–8.
138. Ягупов В. В. Педагогіка / В. В. Ягупов. – Київ : Либідь, 2002. – 560 с.
139. Брюханова Н. О. Інноваційна модель процесу формування проєктувальних умінь у викладачів технічних дисциплін у процесі підвищення кваліфікації / Н. О. Брюханова, М. Р. Рогуліна // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2011. – Вип. 32–33. – С. 40–48. – Режим доступу : <http://repo.uipa.edu.ua/jspui/handle/123456789/638>.
140. Коваленко О. Е. Теоретичні та методичні засади навчання майбутніх фахівців із машин та апаратів хімічних виробництв основ наукових

досліджень : моногр. / О. Е. Коваленко, М. І. Лазарєв, Л. О. Бачієва. – Х. : Укр. інж.-пед. акад., 2012. – 152 с.

141. Лазарєва Т. А. Науково-дослідна робота студентів як основа формування творчого фахівця харчової галузі / Т. А. Лазарєва // Наука і освіта: Науково-практичний журнал Південного наукового центру НАПН України. Педагогіка. – 2011. – № 8. – С. 83–87

142. Лазарєва Т. А. Аналіз структури професійної діяльності інженера-технолога харчової галузі / Т. А. Лазарєва // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2013. – Вип. 38–39. – С. 281–287. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2013\\_38-39\\_44](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2013_38-39_44).

143. Лазарєва Т. А. Формування цілей професійної підготовки інженерів-технологів харчової галузі до науково-дослідної діяльності / Т. А. Лазарєва // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УПА, 2013. – Вип. 40–41. – С. 69–75. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2013\\_40-41\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2013_40-41_12).

144. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества / А. И. Половинкин. – СПб. : Лань, 2007. – 368 с.

145. Романовський О. Г. Учений, інженер, менеджер – творці інноваційного розвитку / О. Г. Романовський, М. М. Гуревичов // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2010. – № 1. – С. 3–9. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss\\_2010\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss_2010_1_3).

146. Романовський О. Г. Формування та досвід використання педагогічних умов забезпечення якості професійної підготовки майбутніх інженерів-програмістів у національному технічному університеті "ХПІ" / О. Г. Романовський, Т. Є. Гончаренко // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах. – 2016. – Вип. 48. – С. 403–410. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pfto\\_2016\\_48\\_56](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pfto_2016_48_56).

147. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Єднання освіти, науки та виробництва / Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ // Віче. – 2014. – № 24. – С. 6–7.



148. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л. Удосконалювання методів навчання й оцінки знань студентів вищих навчальних закладів / Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, С. І. БУХКАЛО, М. К. КОШЕЛЕВА // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Інноваційні дослідження у наукових роботах студентів. – 2013. – № 9. – С. 3–15. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcpiind\\_2013\\_9\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vcpiind_2013_9_3).

149. Ситаров В. А. Дидактика: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Под ред. В. А. Слостенина. – 2-е изд., стереотип. – М. : Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.

150. Пащенко Т. М. Кейс-метод як сучасна технологія навчання спеціальних дисциплін / Т. М. Пащенко // Молодь і ринок : щоміс. наук.-пед. журн. – 2015. – № 8. – С. 94–99.

151. Пащенко Т. М. Застосування кейс-технологій у підготовці кваліфікованих робітників / Т. М. Пащенко // Модернізація професійної освіти і навчання: проблеми, пошуки та перспективи : зб. наук. праць. – 2014 р. – Вип. 4 – С. 131–141.

152. Використання кейс-методів у навчальному процесі / / С. В. Іванов, Т. Л. Мостенська, І. В. Федулова, Т. В. Рибачук-Ярова // Наукові праці НУХТ. – 2012. – № 43. – С. 107–112.

153. Кізеєв М. Д. Впровадження заходів з енергоефективності в НУВГП: навчальний процес, проектування, реалізація, проблеми і перспективи / М. Д. Кізеєв // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія : Технічні науки. – 2015. – № 5. – С. 119–123. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtn\\_2015\\_5\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutdtn_2015_5_17)

154. Параскевич С. П. Графічні засоби навчання: електронний варіант / С. П. Параскевич // Дидактика математики: проблеми і дослідження : Збірник наукових робіт. – 2005. – Вип. 23. – С. 40–44.

155. Энергосберегающие технологии в промышленности: Учебное пособие / [А. М. Афонин, Ю. Н. Царегородцев, А. М. Петрова и др.] – М. : Форум : НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 272 с.

156. Энергосбережение в теплоэнергетике и в теплотехнологиях: Учебник для вузов / [О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев и др.] ; под ред. А. В. Клименко. – М. : Издательский дом МЭИ, 2010. – 424 с.

157. Казак І. О. Методика дослідження результатів навчання студентів теплоенергетичного профілю засобами статистичної обробки інформації / І. О. Казак // Проблеми сучасності: культура, мистецтво, педагогіка : зб. наук. праць. – 2008. – Вип. 10. – 133–141.

158. Казак І. О. Науково-педагогічні засади розробки методики застосування навчальних завдань у процесі вивчення спеціальної дисципліни «ТЕС і АЕС і установки» / І. О. Казак // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УІПА, 2011. – Вип. 32–33. – С. 178–183.

159. Казак І. О. Системно-факторна організація навчальних завдань з «ТЕС і АЕС та установки» в сучасних умовах підготовки інженерів-теплоенергетиків / І. О. Казак // Проблеми інженерно-педагогічної освіти: зб. наук. праць. – Харків: УІПА, 2013. – Вип. 38–39. – С. 237–241. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2013\\_38-39\\_37](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2013_38-39_37).

160. Брюханова Н. О. Класифікація навчальних завдань з дисципліни «ТЕС і АЕС і установки» для майбутніх теплоенергетиків» / Н. О. Брюханова, І. О. Казак // Гуманізація навчально-виховного процесу: зб. наук. праць. – Слов'янськ: СДПУ, 2011. – Вип. LVIII, Ч. III. – С. 29–38.

161. Брюханова Н. О. Визначення факторів, що впливають на застосування навчальних завдань з «ТЕС і АЕС і установки» при підготовці майбутніх теплоенергетиків / Н. О. Брюханова, І. О. Казак // Вісник Національного університету оборони України: зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 1 (26) – С. 17–22.

162. О системе непрерывной подготовки инженеров и инженеро-педагогов различных профилей и специальностей в области энерго- и ресурсосбережения / [Г. И. Канюк, Л. Н. Омельченко, А. В. Андреев и др.] // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. – Х. : УІПА, 2011. – Вип. 30–31. – С. 37–41.

163. Маляренко В. А. Регулювання електроспоживання та проблеми ресурсо-, енергозбереження / В. А. Маляренко, І. Є. Щербак // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2013. – Вип. 4. – С. 180–184. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef\\_2013\\_4\\_34](http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef_2013_4_34).
164. Маляренко В. А. Програма профільного навчання з енергетики учнів загальноосвітніх закладів України / В. А. Маляренко, Ю. М. Латинін, І. М. Єфанов // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. – № 7. – С. 56–62. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee\\_2013\\_7\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee_2013_7_11).
165. Маляренко В. А. Відновлювані джерела енергії для Харківської області: сучасний стан, тенденції, перспективи / В. А. Маляренко, І. К. Галетич, Ю. І. Вергелес // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2012. – № 7. – С. 36–43.
166. Можаяева Г. В. Дистанционные образовательные технологии в повышении квалификации специалистов в области энергосбережения и повышения энергоэффективности / Г. В. Можаяева, Е. В. Рыльцева // Омский научный вестник. – 2014. – № 5 (132). – С. 132 – 136.
167. Немировский И. А. Энергетический менеджмент – основа эффективности экономики Украины / И. А. Немировский // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2010. – № 2. – С. 15–22. – Режим доступу : [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee\\_2010\\_2\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ecee_2010_2_4).
168. Сибикин Ю. Д. Технология энергосбережения: Учебник для средн.проф.образования. Доп.МО РФ. / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. – М. : ФОРУМ-ИНФРА-М, 2006. – 352 с.
169. Фокин В. М. Основы энергосбережения и энергоаудита / В. М. Фокин. – М. : «Издательство Машиностроение-1», 2006. – 256 с.
170. Vassigh S. Integrated Design Pedagogy for Energy Efficient Design: Tools for Teaching Carbon Neutral Building Design / S. Vassigh, T. Spiegelhalter // Energy Procedia. – 2014. – No. 57. – P. 2062 – 2069 – Access mode : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214015380>.

171. Research Review of Energy Savings Changing People's Behavior: A Case of Foreign Country / [Z. Simanaviciene, A. Volochovica, R. Vilkea et al.] // The Proceedings of 6<sup>th</sup> World Conference on educational Sciences (2 June 2015). – 2015. – Vol. 191. – P. 1996–2001. – Access mode : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815025756>.

172. Böhner J. 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. – Access mode : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827115006368>.

173. Барибіна О. В. Формування навчально-інтелектуальних умінь у студентів вищих навчальних закладів у процесі різноманітних форм навчання / О. В. Барибіна // Гуманізація навчально-виховного процесу: Зб. наук. пр. – 2004. – Вип. 12. – С. 106–108.

174. Педагогіка вищої школи / [В. П. Андрущенко, І. Д. Бех, І. С. Волощукта та ін.]; за ред. В. Г. Кременя, В. П. Андрущенко, В. І. Лугового. – К. : Педагогічна думка. – 2008. – 256 с.

175. Коваленко Е. Э. Методика профессионального обучения. Учебник для инженеров-педагогов, преподавателей спецдисциплин системы профессионально-технического и высшего образования / Е. Э. Коваленко. – Х. : ЧП «Штрих», 2003. – 480 с.

176. Робоча навчальна програма з дисципліни «Основи енерго- та ресурсозбереження» для студентів за напрямом підготовки 6.010104 «Професійна освіта» / укл. В. Ф. Безязичний, О. М. Близниченко. – Харків, 2016. – 12 с.

177. Наказ Міністерства фінансів України № 631 № 148 від 04.07.2006 р. «Про визначення пріоритетних напрямів енергозбереження». – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0865-06>.

178. Зеер Э. Ф. Условия формирования мотивации энергосбережения в системе профессионального образования / Э. Ф. Зеер, Е. В. Лебедева //

Личность в профессионально-образовательном пространстве : материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции, 21 ноября 2014 г., г. Екатеринбург / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. – Екатеринбург, 2014. – С. 60–65.

179. Besson U. Teaching Energy Concepts by Working on Themes of Cultural and Environmental Value / U. Besson, A. De Ambrosis // Science & Education. – 2014. – Vol. 23, Is. 6 – P. 1309–1338. – Access mode : <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-013-9592-7>.

180. Полтавська О. М. Кейс-метод як інтерактивна форма організації навчальної діяльності студентів технічних університетів / О. М. Полтавська // Духовність особистості: методологія, теорія і практика : зб. наук. праць. – Луганськ : Східноукр. нац. ун-т ім. В. Даля, Інститут духовного розвитку людини, 2010. – Вип. 5 (40).– С. 158–168.

181. Лазарєв М. І. Методика навчання неруйнівного контролю майбутніх інженерів-педагогів з використанням каузальних мереж : монографія / М. І. Лазарєв, Д. І. Шматков. – Х. : Вид-во Точка, 2014. – 184 с.

182. Коваленко О. Е. Формування у майбутніх інженерів-педагогів компетентності з проектування методик навчання електроенергетичних дисциплін [Текст] : монографія / О. Е. Коваленко, М. І. Лазарєв, Н. В. Корольова. – Х. : [б. в.], 2012. – 203 с.

183. Ерєменко В. С. Повышение качества практической подготовки студентов инженерно-педагогических специальностей / В. С. Ерєменко, А. М. Федяй, И. Н. Конорев // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених і студентів «Студенти та молодь для розвитку регіонів» (Артемівськ, 2012р.). – Том III. – С. 34–35.

184. Семиченко В. А. Пріоритети професійної підготовки: діяльнісний чи особистісний підхід? // Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи : монографія / За ред. І. А. Зязюна. – Київ : Віпол, 2000. – 636 с.

185. Хахалева Л. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : Пособие для проведения лабораторного практикума / Сост. Хахалева Л. В. – Ульяновск, 2007. – 21 с.

186. Солнечная водонагревательная установка : Метод. разр. / Сост.: В. И. Ляшков, С.Н. Кузьмин. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. тех. ун-та, 2004. – 20 с.

187. Неразрушающий контроль : Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В. В. Клюева. Т. 5 : В 2 кн. Кн. 1 : В. П. Вавилов. Тепловой контроль. Кн. 2 : [К. В. Подмастерьев, Ф. Р. Соснин, С. Ф. Корндорф и др.]. Электрический контроль. – 2-е изд., испр. – М. : Машиностроение, 2006. – 679 с.

188. Pat. No. 4,152,847 US, IPC G09B 23/16. Method and device for teaching the comparative measurement of heat flow / С. Н. Peiffer. – Appl. No. 869,048 ; filed 13.01.1978 ; pub. date 08.05.1978. – Access mode : <https://www.google.com/patents/US4152847>

189. Педагогічний експеримент у системі інноваційної освітньої діяльності / Упор.: О. А. Кошка, В. Ю. Красовська. – Хмельницький: ХОІППО. – 2014. – 126 с.

190. Гончаренко Я. В. Математичні методи аналізу результатів педагогічного експерименту / Я. В. Гончаренко, В. О. Горбачук // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3 : Фізика і математика у вищій і середній школі. – 2012. – Вип. 10. – С. 168–175.

191. Кемпбелл Д. Модели экспериментов в социальной психологии и прикладных исследованиях / Д. Кемпбелл. – СПб. : Социально-психологический центр, 1996. – 392 с.

192. Бабанский Ю. К. Проблемы повышения эффективности педагогических исследований / Ю. К. Бабанский. — М., 1982. – 192 с.

193. Математические методы в педагогике : Учеб. Пособие / Б. А. Абдыкаримов и др. – Новосибирск : Новосибирское книжное издательство, 2008. – 122 с.

194. Положення про порядок здійснення інноваційної освітньої діяльності, затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від

07.11.2000 р. № 522 // Освіта України. – 2001. – № 6. – Режим доступу :  
<http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0946-00>

195. Porta D. D. *Approaches and Methodologies in the Social Sciences* /  
D. D. Porta, M. Keating. – UK, Cambridge: Cambridge University Press, 2008. –  
382 p.

## ДОДАТКИ

## Додаток А

## ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

## Завдання 1

Визначити щільність теплового потоку через  $1 \text{ м}^2$  цегляної стіни приміщення  $q$  ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ), тепловий потік  $Q$  ( $\text{Вт}$ ) і кількість (втрату) теплоти  $\Delta Q$  ( $\text{Дж}$ ) за місяць. Розрахунок виконати для двох випадків: через утеплені і неутеплені стіни.

**Вихідні дані:**

1. Товщина цегляної стіни приміщення:

$$\delta_1 = 510 \text{ мм.}$$

2. Коефіцієнт теплопровідності червоної цегли:

$$\lambda_1 = 0,81 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{С}).$$

3. Температура повітря всередині приміщення:

$$t_{\text{вн}} = 18 \text{ }^\circ\text{С.}$$

4. Температура зовнішнього повітря:

$$t_{\text{зов}} = -30 \text{ }^\circ\text{С.}$$

5. Коефіцієнт тепловіддачі до внутрішньої поверхні стінки:

$$\alpha_1 = 7,5 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$$

6. Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні стіни, що обдувається вітром:

$$\alpha_2 = 20 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}).$$

7. Площа приміщення:

$$F = 80 \text{ м}^2.$$

8. Товщина шару ізоляції:

$$\delta_2 = 50 \text{ мм.}$$



9. Теплоізоляційний матеріал вибирається за варіантом з табл. А 1.

Таблиця А 1

**Теплоізоляційні матеріали**

<b>Матеріал</b>	<b>Розрахунковий коефіцієнт теплопровідності <math>\lambda</math>, Вт/(м · °С)</b>	<b>№ варіанту</b>
Мати мінераловатні прошивні і на синтетичному сполучному	0,064	1, 2
	0,06	3, 4
Плити м'які, напівтверді і жорсткі мінераловатні на синтетичному і бітумному сполучному	0,09	5, 6
	0,087	7, 8
	0,076	9, 10
	0,06	11, 12
	0,052	13, 14
Плити мінераловатні підвищеної жорсткості на органофосфатному сполучному	0,07	15, 16
Плити зі скляного штапельного волокна на синтетичному сполучному	0,06	17, 18
Мати й смуги з скляного волокна прошивні	0,064	19, 20

Продовж. табл. А 1

Пінополістирол	0,052	21, 22
	0,041	23, 24
Пінопласт ПХВ-1 і ПМ-1	0,06	25, 26
	0,05	27, 28
Пінополіуретан	0,05	29, 30
	0,041	31, 32
	0,04	33, 34
Плити з резольного- фенол-формальдегідного пінопласту	0,052	35, 36
	0,05	37, 38
	0,041	39, 40
Перлітопластбетон	0,052	41, 42
Перлітофосфогелеві вироби	0,08	43, 44

## Завдання 2

У гладкотрубному теплообмінному апараті, що має площу теплообмінної поверхні  $F$  утилізується теплота вологих газів. Тепло використовується для підігріву води.

Визначити теплове навантаження, яке можна передати в теплообміннику. Термічним опором стінки труб знехтувати.

### Вихідні дані:

1. Площа теплообмінної поверхні:

$$F = 20 \text{ м}^2.$$

2. Температура води на вході в теплообмінник:

$$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

3. Температура на виході з теплообміннику:

$$t_2 = 40 \text{ }^\circ\text{C}.$$

4. Температура газів на вході в теплообмінник:

$$t_3 = 80 \text{ }^\circ\text{C}.$$

5. Температура газів на виході з теплообмінника:

$$t_4 = 45 \text{ }^\circ\text{C}.$$

6. Вологовміст газів на вході в теплообмінник:

$$x_3 = 0,09 .$$

7. Вологовміст газів на виході з теплообмінника:

$$x_4 = 0,06 .$$

8. Коефіцієнт тепловіддачі з боку води:

$$\alpha_1 = 8500 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

9. Коефіцієнт тепловіддачі з боку газів при сухому теплообміні:

$$\alpha_2 = 30 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}).$$

- 10.Теплота пароутворення:

$$r_0 = 2500 \text{ кДж}/\text{кг}.$$

- 11.Теплоємність сухого повітря:

$$c_p = 1 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{К}.$$

- 12.Теплоємність пари:

$$c_{\text{п}} = 1,807 \text{ кДж}/\text{кг} \cdot \text{К}.$$

Схема руху теплоносіїв в теплообміннику і температурний графік зображені на рисунках А 1 та А 2:

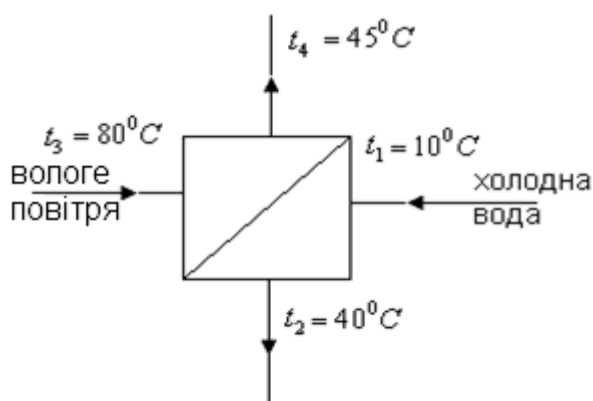


Рис. А 1 Схема руху теплоносіїв

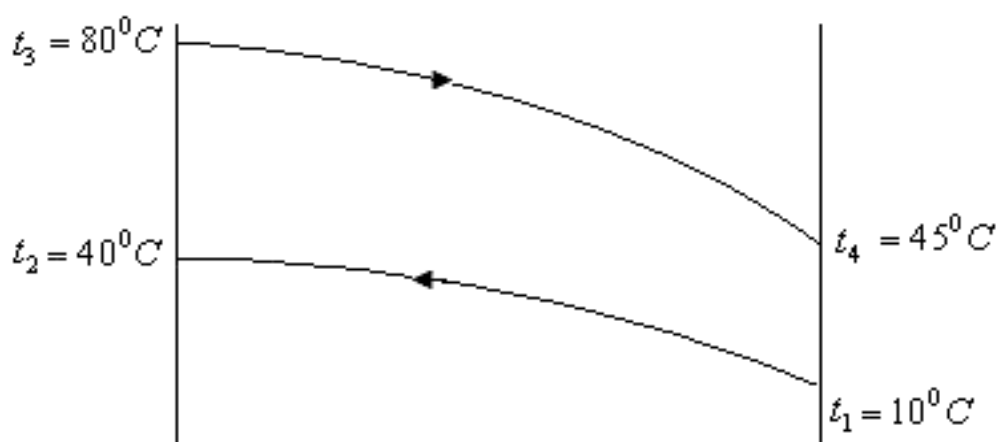


Рис. А 2 Температурний графік

### Завдання 3

На стінці трубопроводу діаметром  $D$  є відкладення товщиною  $\delta$ .

Знайти річну економію енергії, що витрачається на прокачування води по ділянці трубопроводу довжиною  $L$ , якщо трубопровід очистити від відкладень.

Теплофізичні властивості води задано. Насос обладнаний частотно-регульованим приводом.

Коефіцієнт шорсткості забруднень становить  $0,0001$  м. Після очищення від відкладень трубу вважати гідравлічно гладкою.

#### Вихідні дані:

1. Діаметр трубопроводу:

$$D_{\text{труби}} = 0,1 \text{ м.}$$

2. Товщина відкладень:

$$\delta_{\text{від}} = 0,001 \cdot N, \text{ м (где } N \text{ – номер варіанту)}$$

3. Ділянка трубопроводу довжиною  $L$ :

$$L = 400 \text{ м.}$$

4. Витрата води:

$$G = 8 \text{ кг/с.}$$

5. Температура води:

$$t = 70 \text{ }^\circ\text{C.}$$

6. ККД насоса:

$$\eta_{\text{насоса}} = 0,7.$$

7. Коефіцієнт шорсткості забруднень:

$$k_1 = 0,0001 \text{ м.}$$

8. Коефіцієнт шорсткості забруднень:

$$k_2 = 0 \text{ м.}$$

9. Теплофізичні властивості води при температурі  $t = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ :

$$\text{Щільність – } \rho = 1000 \text{ кг/м}^3;$$

$$\text{Коефіцієнт кінематичної в'язкості – } \nu = 0,000000415 \text{ м}^2/\text{с};$$

$$\text{Коефіцієнт теплопровідності – } \lambda = 0,668 \text{ Вт/м} \cdot \text{К};$$

$$\text{Питома теплоємність – } c_p = 4,2 \text{ кДж/кг} \cdot \text{К.}$$

### Завдання 4

Знайти втрати тепла в навколишнє середовище з температурою  $t_{\text{зов}}$  з одного погонного метра сталевого трубопроводу діаметром  $d$ , всередині якого рухається вода з температурою  $t_{\text{вн}}$ .

#### Вихідні дані:

1. Прискорення вільного падіння:

$$g = 9,807 \text{ м/с}^2.$$

2. Коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла:

$$c_0 = 5,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4.$$

3. Теплопровідність сталі:

$$\lambda = 0,0276 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}.$$

4. Температура навколишнього середовища:

$$t_{\text{зов}} = -30 + N, \text{ } ^\circ\text{C}, \text{ где } N \text{ – номер варіанту.}$$

5. Температура води, що рухається всередині трубопроводу:

$$t_{\text{вн}} = 10 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

6. Діаметр трубопроводу:

$$d = 0,2 \text{ м}.$$

7. Один погонний метр сталевого трубопроводу:

$$L = 1 \text{ м}.$$

8. Температурний коефіцієнт об'ємного розширення теплоносія:

$$\beta = 0,006 \text{ 1/К}.$$

9. Коефіцієнт кінематичної в'язкості:

$$\nu = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}.$$

10. Число Прандтля:

$$Pr = 0,7.$$

### Завдання 5

Знайти втрати тепла в навколишнє середовище з температурою  $t_{\text{зов}}$  з одного погонного метра сталевого трубопроводу діаметром  $d$  всередині якого рухається вода з температурою  $t_{\text{вн}}$ . Трубопровід покритий шаром ізоляції.

**Вихідні дані:**

1. Теплопровідність сталі:

$$\lambda = 0,0276 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}.$$

2. Теплопровідність матеріалу теплової ізоляції:

$$\lambda_{\text{ізол}} = 0,1 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}.$$

3. Товщина теплової ізоляції:

$$\delta_{\text{ізол}} = 0,01 + 0,001 \cdot N \text{ м, где } N \text{ – номер варіанту.}$$

4. Температура зовнішньої поверхні трубопроводу:

$$t_w = -15,2 \text{ }^\circ\text{C}.$$

5. Прискорення вільного падіння:

$$g = 9,807 \text{ м/с}^2.$$

6. Коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла:

$$c_0 = 5,7 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}^4.$$

7. Температура навколишнього середовища:

$$t_{\text{зов}} = -30 \text{ }^\circ\text{C}.$$

8. Температура води, що рухається всередині трубопроводу:

$$t_{\text{вн}} = 10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

9. Діаметр трубопроводу:

$$d = 0,2 \text{ м}.$$

10. Один погонний метр сталюого трубопроводу:

$$L = 1 \text{ м}.$$

11. Температурний коефіцієнт об'ємного розширення теплоносія:

$$\beta = 0,006 \text{ 1/K}.$$

12. Коефіцієнт кінематичної в'язкості:

$$\nu = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2/\text{с}.$$

11. Число Прандтля:

$$Pr = 0,7.$$



## Типова форма енергетичного паспорта

(За вимогами ГОСТ 51379-99)

Зміст енергетичного паспорта
Форма А. «Титульний аркуш»
Форма Б. «Загальні відомості про промислове споживача ТЕР»
Форма В. «Загальне споживання енергоносіїв»
Форма Г. «Відомості про трансформаторні підстанції». Заповнюється з урахуванням даних річної галузевої статистичної звітності «Перелік основного енергетичного обладнання»
Форма Д. «Встановлена потужність споживачів електроенергії за напрямками». Заповнюється з урахуванням даних річної галузевої статистичної звітності «Перелік основного енергетичного обладнання»
Форма Е. «Відомості про компресорне обладнання». Заповнюється при наявності обладнання
Форма Ж. «Характеристика холодильного обладнання». Заповнюється при наявності обладнання
Форма З. «Відомості про склад і роботу основного обладнання ТЕС»
Форма И. «Баланс споживання електроенергії»
Форма І. «Відомості про склад і роботу котелень». Заповнюється з урахуванням річної галузевої статистичної звітності «Звіт про наявність промислових котлів, встановлених на об'єктах»
Форма І̇. «Характеристика технологічного обладнання, що використовує теплову енергію (пара, гаряча вода)»
Форма Й. «Розрахунково-нормативне споживання теплової енергії»
Форма К. «Баланс споживання теплової енергії»
Форма Л. «Характеристика агрегатів, що використовують паливо». Заповнюється з урахуванням даних річної галузевої статистичної звітності
Форма М. «Баланс споживання природного газу на власні потреби»
Форма Н. «Характеристика використання моторних палив транспортними засобами». Заповнюється з урахуванням даних річної галузевої статистичної звітності. «Робота та використання автомобільного транспорту»
Форма О. «Баланс споживання моторних палив»
Форма П. «Відомості про використання ПЕВ, альтернативних (місцевих) палив і відновлюваних джерел енергії»
Форма Р. «Показники енергоефективності за основними технологічними процесами»
Форма С. «Перелік енергозберігаючих заходів»

Зразок виконання лабораторної роботи

**ВИПРОБУВАННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА.  
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СПОСОБИ РЕГУЛЮВАННЯ  
ПОДАЧІ НАСОСІВ.**

**Мета роботи**

Формування компетентності в галузі енерго- і ресурсозбереження, отримання знань та умінь в галузі побудови робочих характеристик насоса за результатами його випробувань, порівняння способів регулювання подачі насоса з точки зору енерговитрат.

**Основні положення**

Основними показниками роботи насосів є:

- Подача  $Q$  (л /с, м<sup>3</sup>/с, л/хв);
- Створюваний напір  $H$  (м. стовпа);
- Частота обертання валу  $n$  (об/хв);
- Коефіцієнт корисної дії  $\eta$  (%);
- Споживана потужність  $N$  (Вт, кВт);
- Допустима висота всмоктування  $H_{\text{в}}$  (м).

При експлуатації насосів важливо встановити діапазон режимів роботи, в якому можливо їх ефективно використання. З цією метою виконують стендові випробування насоса. В результаті яких отримують робочу характеристику насоса, тобто графіки залежностей  $H = H(Q)$ ;  $\eta = \eta(Q)$ ;  $N = N(Q)$  и  $H_{\text{в}} = H_{\text{в}}(Q)$ .

### Опис тренажера

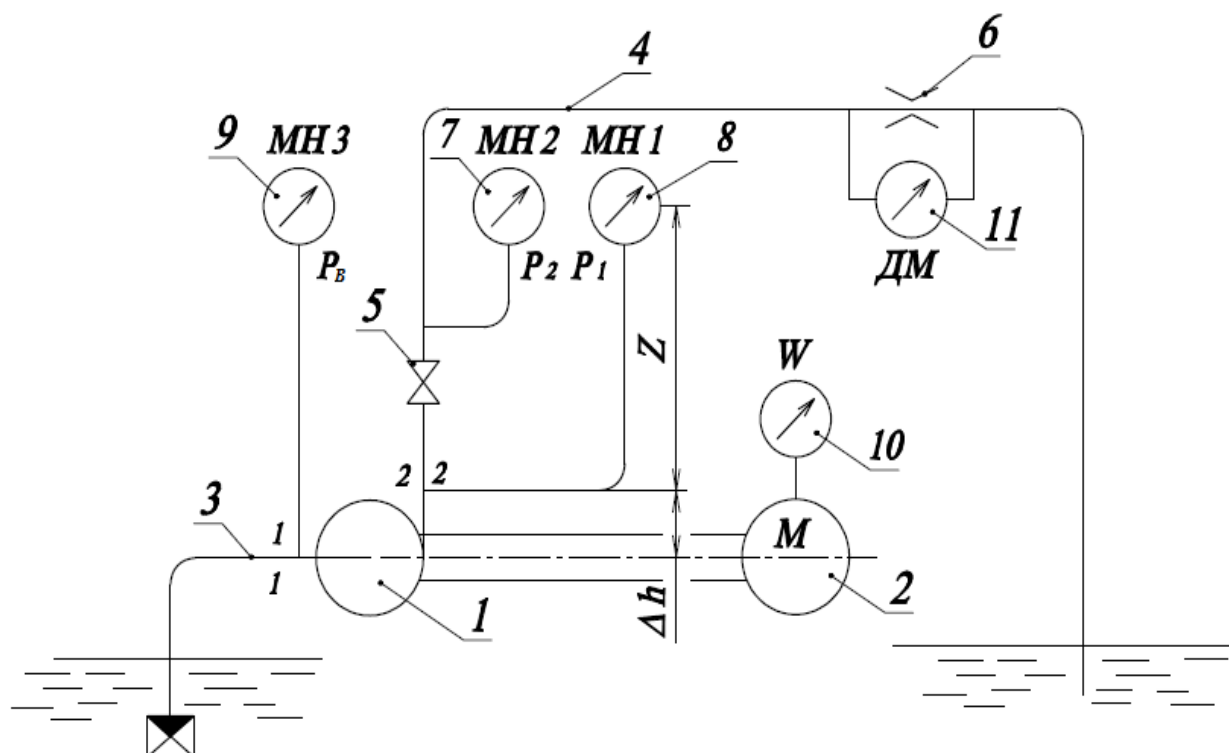


Рис. В 1. Схема навчального тренажера

Відповідно до рис. В 1, насос, 1, приводиться в дію електромотором, 2, типу АТ-42-2 ( $N = 2,8$  кВт;  $n = 2880$  об/хв;  $\eta = 0,84$ ). Вода надходить в насос по всмоктуючому трубопроводу, 3, оснащеному всмоктуючою п'ятою (фільтр і зворотний клапан). Напірний трубопровід насоса, 4, обладнаний засувкою, 5, для зміни подачі насоса в процесі випробувань і діафрагмою, 6 ( $d = 35$  мм), для вимірювання подачі насоса. Вода повертається в приймальний резервуар. Цифровий вакуумметр, 9 (МН3), вимірює розрідження у всмоктуючому трубопроводі. Цифровий манометр, 8 (МН1), вимірює тиск на початку напірного трубопроводу. Цифровий дифманометр, 11 (ДМ типу Сафір М), вимірює перепад тиску на діафрагмі.

Активна потужність  $W$  (Вт) вимірюється цифровим ваттметром.

Відцентровий насос 2К-6 одностороннього всмоктування, горизонтальний, консольний зі спіральним відводом круглого перетину. Зовнішній діаметр робочого колеса  $D = 150$  мм, діаметри всмоктувального і напірного трубопроводів  $d_{вс} = d_n = 50$  мм.

Всі згадані вище прилади (датчики) мають стандартний вихідний сигнал (4–20 mA), що дозволяє автоматизувати процес вимірювання параметрів роботи насосної установки і використовувати в кінцевому підсумку персональний комп'ютер (ПК) для виводу на друк цих параметрів.

Сигнали від датчиків приладів надходять в багатофункціональний вимірювач аналоговий модуль вводу типу ОВЕН МВА8 (восьмиканальний), призначений для побудови автоматичних систем контролю технологічних процесів, здійснює передачу до комп'ютера інформації про значення вимірюваних датчиками величин (інтерфейс зв'язку з комп'ютером RS-485). Інформація про вимірювані параметри надходить в модуль збору даних типу МСД-100, призначений для збору, зберігання і передачі даних. Для формування архіву отриманих даних на змінній карті пам'яті у вигляді файлів, для передачі сформованого архіву в ЕОМ, а також для вимірювання на двох входах модуля уніфікованих струмових сигналів від 4 до 20 mA і перерахунок значень струму в одиниці фізичної величини.

Для взаємного електричного перетворення сигналів інтерфейсів RS-485 призначений перетворювач інтерфейсів типу ОВЕН АС-4, який автоматично визначає напрям передачі даних і дозволяє підключати до промислової мережі RS-485 персональний комп'ютер.

Дані записуються у файл у форматі .xls з можливістю вибірки необхідних даних для побудови графіків характеристик.

Насосну установку заповнюють водою, перевіряють заповнення водою імпульсних трубок, що підключають манометри до точок вимірювання тиску.

Пуск насоса проводиться при закритій засувці, 5. Подача насоса при цьому дорівнює нулю. У цьому режимі автоматично відбувається реєстрація показань всіх приладів, для чого включається тумблер, насичуються всі прилади в схемі вимірювань. Після закінчення (10–15с.) тумблером відключають схему вимірів. Всі виміряні параметри виявляються зареєстрованими на змінній карті пам'яті модуля збору даних МСД-100.

Потім плавно відкриваючи засувку 5 фіксують її на новому рівні подачі насоса. Після чого процедура вимірювань повторюється. Все слід виконати 8-10 вимірювань. Потім протокол вимірювань виводиться на монітор ПК і роздруковується на принтері у вигляді, представленому у табл. В 1:

Табл. В 1

### Протокол вимірювань

№ п/п	$P_v'$ кгс/см <sup>2</sup>	$P_1'$ кгс/см <sup>2</sup>	$\Delta P$ , кПа	$P$ , кПа	$Q$ , л/с	$H$ , м	$P$ , Вт	$\eta$ , %

### Обробка експериментальних даних

Для побудови робочої характеристики насоса необхідно обчислити подачу  $Q$ , напір  $H$ , коефіцієнт корисної дії насосної установки  $\eta$  для кожного режиму роботи.

Подачу насоса обчислюють за формулою:

$$Q = c\sqrt{\Delta p}$$

де  $Q$  – подача насоса, л/с;

$c = 0.966$  – постійна діафрагми;

$\Delta p$  – перепад тиску на діафрагмі, кПа.

Напір, створюваний насосом дорівнює:

$$H = H_{\text{н}} - H_{\text{вс}}$$

де  $H_{\text{н}}$  – напір на нагнітанні насоса щодо осі насоса, м;

$H_{\text{вс}}$  – напір на всмоктуванні насоса в перерізі 1-1, м; (Див. Схему стенда)

$\Delta p$  – перепад тиску на діафрагмі, кПа.

$$H_{\text{н}} = \frac{p_{\text{н}}}{\rho g} + \frac{\alpha_{\text{н}} v_{\text{н}}^2}{2g} + \Delta h$$

$$H_{\text{вс}} = \frac{p_{\text{вс}}}{\rho g} + \frac{\alpha_{\text{вс}} v_{\text{вс}}^2}{2g}$$

$$H = H_{\text{н}} - H_{\text{вс}} = \frac{p_{\text{н}} - p_{\text{вс}}}{\rho g} + \frac{\alpha_{\text{н}} v_{\text{н}}^2 - \alpha_{\text{вс}} v_{\text{вс}}^2}{2g} + \Delta h$$

Тут  $p_{\text{н}}$  и  $p_{\text{вс}}$  – абсолютні тиску на нагнітанні і всмоктуванні;

$v_{\text{н}}$  и  $v_{\text{вс}}$  – середні швидкості руху води у відповідних трубопроводах;

$\alpha_{\text{н}}$  и  $\alpha_{\text{вс}}$  – коефіцієнти Кориоліса  $\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{вс}} \cong 1$  (для турбулентного режиму);

$\rho$  – щільність води;

$\Delta h$  – див. Схему.

Вважаючи  $v_{\text{н}} = v_{\text{вс}}$  ( $d_{\text{вс}} = d_{\text{н}} = 50\text{мм}$ )

$$H = \frac{p_{\text{н}} - p_{\text{вс}}}{\rho g} + \Delta h$$

Абсолютний тиск в нагнітальному трубопроводі

$$p_{\text{н}} = p_{\text{а}} + p_1 + \rho g z$$

$p_{\text{а}}$  – атмосферний тиск;

$p_1$  – показання манометра;

$z$  – див. схему.

Абсолютний тиск в всмоктуючому трубопроводі

$$p_{вс} = p_a - p_{вак}$$

Напір насоса

$$H = \frac{p_a - p_1 + \rho g z - (p_a - p_{вак})}{\rho g} + \Delta h$$

$$H = \frac{p_1 + p_{вак}}{\rho g} + z + \Delta h ; (z + \Delta h = 1,4 \text{ м на стенді})$$

через те, що  $p_a$  и  $p_{вак}$  виміряні в  $\text{кгс}/\text{см}^2$ , то переходячи до Па ці тиску будуть  $10^5 p_1$  и  $10^5 p_{вак}$ ,  $\gamma = 10^4 \text{ Н}/\text{м}^3$ .

Т.ч. розрахункова формула для напору

$$H = \frac{10^5 (p_1 - p_{вак})}{10^4} + 1,4 \text{ м або}$$

Остаточно

$$H = 10(p_1 - p_{вак}) + 1,4, \text{ м}$$

Коефіцієнт корисної дії насосної установки дорівнює ( $\eta_{дв} = 0,84$ ):

$$\eta = \frac{N_{гн}}{P \cdot \eta_{дв}} = \frac{\rho g H Q 10^{-3}}{P \cdot \eta_{дв}} = \frac{10^4 H Q 10^{-3}}{P \cdot 0,84}$$

$$\eta = 11,9 \frac{H Q}{P} \cdot 10^2, \%$$

За даними вимірювань і розрахунків, внесених до протоколу випробувань, будуються робочі характеристики насоса.

### Регулювання подачі насоса, що працює на задану мережу

Основним завданням регулювання насоса є регулювання його подачі при роботі на задану мережу (задається характеристикою мережі

$H_{\text{мер}} = H_{\Gamma} + \kappa Q^2$ , де  $H_{\text{мер}}$  – наявний напір,  $H_{\Gamma}$  – геометричний напір (висота подачі),  $\kappa$  – коефіцієнт опору мережі).

Найбільш поширеними способами регулювання подачі насоса, що працює на мережу, є:

- дросельне регулювання при  $n = \text{const}$  ( $n$  – частота обертання валу насоса);
- зміною частоти обертання валу насоса.

Загальною вимогою при регулюванні подачі є підтримання ККД установки на рівні не нижче 0,93 від  $\eta_{\text{max}}$  – максимальне значення ККД на характеристики насоса.

Враховуючи цю обставину, на напірній характеристиці насоса позначимо точку  $A$  – відповідну  $\eta_{\text{max}}$  (оптимальний режим).

У цій точці натиск і подача будуть відповідно  $H_A$  і  $Q_A$ .

Рівняння мережі  $H_A = H_{\Gamma} + \kappa_A Q_A^2$ .

Вважаючи для визначеності  $H_{\Gamma} = 14\text{ м}$  (наприклад), можна знайти коефіцієнт опору мережі  $K$ :

$$\kappa_A = \frac{H_A - H_{\Gamma}}{(Q_A^2)}, \text{ тут } Q_A \text{ в л/с}$$

Переймаючись послідовно значеннями  $Q$  в рамках характеристики насоса, наприклад:  $Q = 1, 2, 3, 4, 5, 6$  л/с, знайдемо потрібні напори мережі  $H_{\text{мер},A} = 14 + \kappa_A Q^2$  ( $Q_A$  в л/с), після чого побудуємо характеристику мережі на тому ж графіку, де побудована характеристика насоса,  $H_{\text{мер},A}$ , пройде через точку  $A$ .

На напірній характеристиці насоса знайдемо точку  $B$ , відповідну значенню ККД установки, рівному  $0,93 \eta_{\text{max}}$ . У точці  $B$  напір і подача насоса будуть



відповідно  $H_B$  и  $Q_B$ . Поступаючи аналогічно діям для точки  $A$ , обчислимо коефіцієнт опору мережі  $K_B$ :

$$K_B = \frac{H_B - H_r}{(Q_B^2)},$$

На тому ж графіку побудуємо характеристику мережі, що проходить через точку  $B$  (всі дії аналогічні точці  $A$ )

$$H_{мер B} = H_r + K_B Q^2.$$

Таким чином, збільшуючи коефіцієнт опору мережі прикриттям засувки (тобто дроселюванням), отримаємо новий режим роботи насосної установки, що характеризується параметрами  $H_B, Q_B$  и  $\eta_B$ , що дозволяє обчислити споживану насосною установкою потужність при дросельному регулюванні:

$$N_{дрос.} = \frac{\rho g Q_B H_B}{\eta_B}$$

Для оцінки другого способу регулювання подачі насоса – зміною частоти обертання валу насоса, побудуємо напірну характеристику насоса при новому значенні частоти обертання, яку обчислимо користуючись формулою подібних режимів роботи насоса:

$$\frac{H_A}{H_C} = \left(\frac{n_A}{n_C}\right)^2$$

Точка  $C$  лежить на характеристиці мережі  $H_A = H_r + K_A(Q)^2$  і відповідає подачі  $Q_B$ . Неважко бачити, що

$$n_c = \frac{n_A}{\sqrt{\frac{H_A}{H_c}}};$$

$H_c$  – визначається за графіком.  $n_A = 2880$  об/хв

З формули для подібних режимів роботи знайдемо:

$$H_c = \frac{H_A}{\left(\frac{n_A}{n_c}\right)^2}.$$

Переймаючись послідовно значеннями  $H$ , що лежать на напірній характеристиці насоса при  $n_A = 2880$  об/год, обчислимо відповідні їм напори для напірної характеристики насоса при  $n_c$  і побудуємо цю характеристику на тому ж графіку.

Обчислюємо для точки С споживану насосною установкою потужність при регулюванні зміною частоти обертання валу насоса

$$N_{\text{част.}} = \frac{\rho g Q_c H_c}{\eta_c}$$

Порівняємо  $N_{\text{дрос.}}$  и  $N_{\text{част.}}$ . Зменшення споживаної потужності складе

$$\Delta N = N_{\text{дрос.}} - N_{\text{част.}} \quad (\text{кВт} \cdot \text{год})$$

При роботі насосної установки протягом 7000 годин на рік (розрахунковий режим роботи) економиться

$$\Delta N \cdot 7000 \quad (\text{кВт} \cdot \text{год})$$

а при тарифі для підприємства  $T = 1$  (грн/кВт·год), економія складе

$$E = \Delta N \cdot 7000 \cdot T \quad (\text{грн} / \text{год}).$$

## Тестові запитання

1. Яке на Вашу думку поняття відноситься до визначення «причина і загальна міра різних форм руху матерії»? Оберіть правильну відповідь.

- а. Енергія
- б. Потужність
- в. Вакуум

2. Вставте пропущене слово «Під ..... розуміються запаси, певні джерела або засоби, до яких вдаються в необхідних випадках для досягнення тих чи інших цілей»:

- а. Складами
- б. Ресурсами
- в. Теплоємністю

3. До яких, на Вашу думку, ресурсів відносяться речово-матеріальні, енергетичні та виробничі?

- а. Технічних
- б. Інформаційних
- в. Фінансових

4. Законом України «Про енергозбереження» визначено...

- а. Знання у сферах енергозбереження та екології є обов'язковими для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів

б. Знання у сферах енергозбереження та екології є обов'язковими для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів

в. Дохід у сферах енергозбереження та екології є обов'язковим для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів

5. Оберіть існуючі види енергії:

а. Механічна

б. Теплова

в. Усі відповіді є вірними

6. Відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями розвитку науки і техніки»...

а. Енергетика є одним з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки

б. Енергоефективність є одним з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки

в. Усі відповіді є вірними

7. Поясніть, чи карається викрадення електричної або теплової енергії шляхом її самовільного використання?

а. Так, відповідно до Кримінального кодексу України.

б. Так, відповідно до постанов служб, що здійснюють обслуговування житла

в. Ні

8. Наведіть визначення терміну «Теплоємність тіла»:

а. Фізична властивість, що характеризує здатність тіла сприймати або віддавати теплову енергію

б. Кількість теплоти, яку необхідно надати одиниці маси, щоб нагріти її на  $1^{\circ}\text{C}$ , або ж кількість теплоти, що виділяється при охолодженні одиниці маси речовини

в. Обидві відповіді є правильними

12. Визначте, про який вид енергії йде мова та вставте пропущене слово «Під ..... енергією розуміється та енергія, яка може безпосередньо використовуватися для виконання ..... практичних функцій, що складають основне призначення даного процесу або пристрою»:

а. Корисною / корисних

б. Кінетичною / кінетичних

в. Потенціальною / потенціальних

10. Вкажіть, що є однією з інтегральних характеристик втрат (розсіювання, або дисипації) енергії?

а. Азіметрія

б. Ентропія

в. Усі відповіді є помилковими

11. Встановіть співвідношення між фізичною величиною та одиницею вимірювання.

а. Енергія

б. Теплова енергія

в. Потужність

1) Вт

2) Дж

3) кал

9. Оберіть, в якій, на Вашу думку, формі може проявлятися механічна енергія?

а. Потенціальна енергія

б. Кінетична енергія

в. Обидві відповіді є правильними

13. Оберіть правильне розшифрування аббревіатури ККВ:

а. Коефіцієнт контрольного виконання

б. Коефіцієнт корисного використання

в. Кілокалорійні витрати

14. Оберіть об'єкти, що визначено як «Енергія», відповідно до ДСТУ ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання»:

а. Електроенергія, паливо, пара, теплова енергія.

б. Стиснене повітря та інші подібні середовища.

в. Усі відповіді є вірними.

15. До енергозберігаючих об'єктів не відноситься:

а. Система «Розумний дім»

в. Електромобіль

г. Електрочайник

16. Як, на Вашу думку, позначається встановлення приладів обліку енергії на енергозбереженні?

а. Ніяк

б. Призведе до витрати ресурсів на оплату витраченої енергії

в. Призведе до економії ресурсів

17. Визначте пропущене слово «Всі тіла в природі володіють власними ..... гравітаційними і торсійними полями»:

а. Електромагнітними

б. Магнітними

в. Електричними

18. Відповідно до ДСТУ 2155-93 «Енергозбереження. Методи визначення економічної ефективності заходів по енергозбереженню» до заходів з енергозбереження не відноситься:

а. Заміна застарілого неекономічного обладнання новим

б. Заміна енергоємних процесів більш енергоємними

в. Застосування досконаліших процесів виробництва енергії та палива

19. Галузеве нормативно-правове забезпечення енерго- і ресурсозбереження в Україні представлено:

а. Декількома стандартами та законами

в. Десятками стандартів, законів та підзаконних актів

г. Сотнями стандартів, законів та підзаконних актів

20. Який, на Вашу думку, закон є одним з основних, фундаментальних законів природи?

- а. Закон зростання потреб
- б. Закон України «Про енергозбереження»
- в. Закон збереження і перетворення енергії

21. Встановіть відповідність між початком і кінцем речення:

- а. Чим меншою є довжина хвилі
  - б. Чим більшою є частота коливань хвилі
- 1) тим більшою є її проникаюча здатність
  - 2) тим більшою є її енергія

22. Визначте економією яких ресурсів є перехід на альтернативне опалення із застосуванням сонячних колекторів?

- а. Тепла
- б. Газу
- в. Усі відповіді є вірними

23. Якого (яких) слова (слів), на Вашу думку, не вистачає в законі Планка «Інтенсивність випромінювання абсолютно чорного тіла будь-якого реального тіла залежить від .....»?

- а. Температури
- б. Довжини хвилі
- в. Обидві відповіді є правильними



24. Як, на Вашу думку, визначається електрична енергія?

- а. Добутком сили струму на електричну напругу (різниця електричних потенціалів)
- б. Добутком сили на переміщення тіла під дією цієї сили
- в. Різницею початкової і кінцевої температур тіла, а також фізичними властивостями тіла – масою і теплоємністю

25. Як, на Вашу думку, визначається теплова енергія?

- а. Добутком сили струму на електричну напругу (різниця електричних потенціалів)
- б. Добутком сили на переміщення тіла під дією цієї сили
- в. Різницею початкової і кінцевої температур тіла, а також фізичними властивостями тіла – масою  $m$  і теплоємністю

26. Визначте, яким чином потенціальна енергія перетворюється в кінетичну?

- а. При збереженні значення повної енергії тіла в процесі падіння
- б. При збереженні значення повної маси тіла в процесі падіння
- в. Обидві відповіді є правильними

27. Визначте, що на Вашу думку, трапляється з повною енергією (повним напором) при русі рідин і газів за відсутності (малості) енергетичних втрат

- а. Збільшується
- б. Зменшується
- в. Залишається незмінною

28. Оберіть, що трапляється з кінетичною / потенціальною енергією при збільшенні швидкості потоку рідини.

а. Зменшується / збільшується

б. Збільшується / зменшується

в. Не змінюється / Не змінюється

29. Відповідно до ДСТУ 3682-98 «Енергозбереження. Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг» енергозатратами етапів виробництва не вважається наступне:

а. Енергозатратами на транспортування

в. Енергозатрати на зберігання

г. Усі відповіді є помилковими

30. Етичні вимоги до енергоаудитора детально прописано в:

а. ДСТУ 4065-2001 «Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги».

б. Законі України «Про запобігання корупції»

в. Законі України «Про енергозбереження»

## Додаток Ж

Оберіть та розташуйте в порядку зниження рівня сформованості 2–5 професійно важливих якостей, отриманих Вами в результаті навчання основ енерго- і ресурсозбереження:

Табл. Ж 1

## Професійно важливі якості інженерів-педагогів

Сформовані якості	Перелік якостей
1.	Гуманне ставлення до природи Комунікабельність Ощадливість Принциповість Самоконтроль діяльності
2.	Логічне мислення Саморозвиток Ораторська майстерність Педантичність
3.	Системність Ерудованість Креативність Результативність Відповідальність
4.	Чесність Просторове мислення Дипломатичність Мобільність Працьовитість
5.	Здатність працювати в команді Здоровий спосіб життя Пунктуальність