

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ М. П. ДРАГОМАНОВА**

СЛПУХІНА ІРИНА АНДРІЇВНА На правах рукопису

УДК 378.016: 53:004

**ТЕОРЕТИКО–МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ
ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ**

13.00.02 – теорія і методика навчання (технічні дисципліни)

**Дисертація
на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук**

**Науковий консультант
Сергієнко Володимир Петрович
доктор педагогічних наук,
професор**

Київ – 2015

ЗМІСТ

<u>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....</u>	5
<u>ВСТУП.....</u>	6
<u>РОЗДІЛ 1. ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ.....</u>	18
1.1. <u>Понятійно–категоріальна основа дисертаційного дослідження.....</u>	19
1.1.1. <u>Техніка і технологія.....</u>	19
1.1.2. <u>Компетенція, компетентність, кваліфікація.....</u>	24
1.1.3. <u>Технологічна компетентність майбутнього інженера.....</u>	32
1.1.4. <u>Комп’ютерно орієнтована система фізичного експерименту.....</u>	42
1.2. <u>Еволюція інженерної діяльності і місія технічного університету у сучасних умовах.....</u>	47
1.3. <u>Техніко–технологічна картина світу у світогляді майбутнього інженера.....</u>	59
1.4. <u>Фундаменталізація навчання технічних дисциплін в системі фахової підготовки майбутніх інженерів.....</u>	70
1.5. <u>Проблема якості підготовки інженерних кадрів та освітня парадигма ХХІ століття.....</u>	75
1.6. <u>Деякі аспекти навчального процесу з технічних дисциплін: досвід вітчизняної і закордонної вищої технічної освіти.....</u>	84
Висновки до розділу 1.....	95
<u>РОЗДІЛ 2. НАУКОВО–МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ У НАВЧАННІ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН І ФІЗИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП’ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ.....</u>	98
2.1. <u>Компетентнісний підхід у формуванні моделі майбутнього інженера... ..</u>	98
2.2. <u>Особистісно орієнтована парадигма в сучасній інженерній освіті.....</u>	115
2.3. <u>Аксіологічні засади навчання технічних дисциплін.....</u>	127
2.4. <u>Системний підхід: особливості реалізації в педагогічних дослідженнях.....</u>	142
2.5. <u>Дидактичні принципи у змісті концептуальної основи проведеного дослідження.....</u>	147
2.6. <u>Дистанційна освіта і «хмарні» технології в освітньому середовищі вищого технічного навчального закладу.....</u>	150
Висновки до розділу 2.....	157
<u>РОЗДІЛ 3. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП’ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ.....</u>	160
3.1. <u>Модель методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів.....</u>	160

3.2. Педагогічні умови функціонування методичної системи.....	170
3.3. Система критеріїв і показників сформованості технологічної компетентності майбутніх інженерів.....	181
3.4. Рівні сформованості ТКМІ у методичній системі з використанням КОСФЕ.....	194
Висновки до розділу 3.....	200
<u>РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ.....</u>	202
4.1. Комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту в освітньому середовищі технічного університету.....	202
4.1.1. Електронний документ лабораторної звітності.....	224
4.1.2. Технологічні карти у навчанні з використанням КОСФЕ.....	241
4.1.3. Програми аналізу відео даних у лабораторних практикумах з фізики і технічних дисциплін.....	245
4.1.4. Програми опрацювання і візуалізації даних у лабораторному практикумі.....	253
4.1.5. Комп'ютерне моделювання у навчанні технічних дисциплін і фізики.....	259
4.2. Форми і методи навчання у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.....	264
4.2.1. Лекції у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.....	269
4.2.2. Репродуктивно-алгоритмічний метод навчання у КОСФЕ.....	276
4.2.3. Частково-пошукові методи і етапи трансформації лабораторних завдань до творчого рівня.....	280
4.2.4. Дослідницькі й проблемно орієнтовані методи навчання.....	283
4.3. Професійно зорієнтовані навчально-дослідницькі роботи з використанням КОСФЕ.....	292
4.3.1. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами.....	292
4.3.2. Моделювання біологічних процесів.....	302
4.3.3. Біосумісні матеріали.....	309
4.4. Структура і організація самостійної пізнавальної діяльності у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.....	315
Висновки до розділу 4.....	330
<u>РОЗДІЛ 5. ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ.....</u>	334
5.1. Констатувальний етап експерименту.....	336
5.2. Пошуковий етап експерименту.....	341
5.3. Формувальний педагогічний експеримент.....	353
Висновки до розділу 5.....	375
<u>ВИСНОВКИ.....</u>	377

<u>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</u>	383
<u>ДОДАТКИ.....</u>	435

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АЦП	аналого–цифровий перетворювач
ГСВО	галузеві стандарти вищої освіти
ЕДЛЗ	електронний документ лабораторної звітності
ЕНП	електронний навчальний посібник
ІКТ	інформаційно–комунікаційні технології
КОСФЕ	комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту
НЕ	навчальний елемент
ОКХ	освітньо–кваліфікаційна характеристика
ОПП	освітньо–професійна програма
ПК	персональний комп'ютер
СРС	самостійна робота студента / студентів
ТКМІ	технологічна компетентність майбутнього інженера

ВСТУП

Актуальність дослідження. Соціально–економічні процеси, що відбуваються нині, характеризуються радикальними змінами у сфері техніки, науки та технологій і визначають трансформацію постіндустріального суспільства в суспільство знань.

Концептуальною основою організації вищої освіти в умовах масштабних євроінтеграційних процесів ХХІ ст. є компетентнісний підхід, який спрямовує навчальний процес на формування в майбутнього фахівця соціально та професійно важливих компетенцій, які відповідають вимогам національного і світового ринків праці. Перехід на використання в практиці вищих навчальних закладів компетентнісно орієнтованих освітніх стандартів доповнює традиційні когнітивні підходи до навчання, веде до нового бачення його змісту, методів і технологій. Проблема впровадження компетентнісного й особистісно орієнтованого підходів у системі вищої освіти ґрунтовно розглянута в дослідженнях О. Авраменка [2], С. Адама [3], А. Андрєєва [10], В. Байденка [18], І. Беґа [33], Н. Бібик [106], В. Болотова [41], С. Гончаренка [REF_Ref409791370 \r \h 68], О. Заблоцької [112], Е. Зеєра [120], І. Зимньої [121], І. Зязюна [126], В. Краєвського [178], В. Кременя [180], О. Лебедева [193], І. Лернера [198], Е. Лузік [203], О. Ляшенка [REF_Ref388397185 \r \h 206], А. Міт'яєвої [233], Н. Морозової [238], Н. Ничкало [252], О. Овчарук [162], С. Осіпової [266], О. Пометун [284], А. Протасова [294], Дж. Равена [296], О. Савченко [312], В. Серікова [322], А. Хуторського [429], О. Шавальової [435], В. Шадрікова [436] та ін.

Технологічна компетентність як суспільно затребувана якість фахівця, яка відображає здатність і готовність виконувати завдання інженерної діяльності з використанням різних технологій, входить до складу професійної компетентності. Певні аспекти й педагогічні умови формування технологічної компетентності майбутніх інженерів–педагогів та студентів вищих технічних навчальних закладів розглянуто в працях І. Белоновської [28], В. Беспалька [32], Л. Добровської [98], М. Кадемії [133], А. Коклевського [159], Н. Манько [212], І. Матросової [218], О. Нікіфорової [251], О. Плескачової [280], Л. Тархан [399], А. Харченка [423], А. Цини [430], В. Чемшит [431] та ін.

Водночас аналіз науково–педагогічної літератури засвідчує, що структура та педагогічні умови формування *технологічної компетентності майбутнього інженера* (ТКМІ) залишаються недостатньо дослідженими.

Витоки зазначеної проблеми передусім у тому, що безперервне оновлення техніки та технологій сприяє появі нових функцій інженерної діяльності й водночас зменшує період актуальності відповідних спеціально–професійних знань. Зазначене детермінує необхідність формування в сучасного інженера здатності до систематичного підвищення кваліфікації, опанування новими прийомами, операціями, процедурами та процесами, пов'язаними з майбутньою професійною діяльністю. Ґрунтовне й різнобічне дослідження проблем підготовки фахівців техніко–технологічної сфери діяльності, які детермінуються вимогами сучасного суспільства, проведено в працях В. Альохіна [6], В. Андрущенко [12], В. Вернадського [51], Б. Галєєва [61], В. Горохова [75], М.

Згуровського [118], Н. Іванова [127], Л. Кансузян [135], Б. Козлова [158], В. Лозовського [200], Б. Ломова [201], І. Мамикіна [REF _Ref417630183 \r \h 229], Ю. Мелещенка [223], С. Некрасова [248], І. Орешнікова [263], О. Половінкіна [282], В. Рейзліна [301], В. Стьопіна [389], Л. Товажнянського [408], Г. Таврізян [397], В. Шукшунова [441] та ін.

Аксіоматичною нині є констатація того, що навчання технічних дисциплін у вищих навчальних закладах передбачає використання широкого спектру інформаційно–комунікаційних технологій (ІКТ), які покладені в основу комплексних комп'ютерно орієнтованих видів навчальної діяльності.

Теоретико–практичні питання використання ІКТ в освіті висвітлено в працях В. Бикова [34], Б. Гершунського [63], А. Гуржія [86], М. Жалдака [108], Л. Макаренко [209], Л. Карташової [139], Ю. Машбиця [221], В. Межуєва [222], Н. Морзе [237], Є. Полат [96], Ю. Рамського [297], С. Семерікова [317], В. Сергієнка [319], О. Співаковського [386], О. Спіріна [387], Ю. Триуса [412], С. Яшанова [453] та ін.

Результати науково–педагогічних досліджень О. Айзенцона [4], Ю. Бендеса [30], Л. Благодаренко [36], І. Богданова [38], С. Величка [47], І. Войтовича [56], В. Заболотного [113], А. Касперського [140], М. Корця [168], В. Ларіонова [192], М. Мартинюка [214], Л. Масленнікової [215], В. Мендерецького [225], М. Садового [227], В. Сергієнка [320], Н. Стучинської [393], Б. Суся [396], М. Шута [443] та багатьох інших, присвячених аналізу принципів побудови методичних систем навчання, що ґрунтуються на фундаментальному знанні, інтегрованому з варіативною професійно спрямованою компонентою, доводять, що навчальний фізико–технічний експеримент є універсальним засобом освоєння дійсності. Через виявлення сутності зв'язків між різноманітними процесами навколишнього світу він розвиває інженерний тип мислення, активізує особистісну позицію і діяльність в освітньому процесі і розвиває практично всю ієрархію компетенцій випускника університету.

Актуальність проблеми формування ТКМІ визначається наявністю суперечностей, які виникають між:

- потребою суспільства в наявності інтегративної технологічної компоненти в складі професійної компетентності інженера та традиційною системою інженерної освіти, яка не орієнтована на формування ТКМІ як результату освітньої діяльності вищого технічного навчального закладу;
- необхідністю формування в майбутніх інженерів здатності розв'язувати проблеми наукоємних виробництв на основі методології фундаментальних дисциплін і тенденцією до фрагментарної їх побудови в навчальних планах підготовки фахівців;
- широкими дидактичними можливостями комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту (КОСФЕ) у формуванні ТКМІ і відсутністю концепції відповідної методичної системи на основі сучасних підходів у навчанні;
- потребою суспільства у формуванні ТКМІ якомога швидкими темпами й ефективними засобами та недостатнім забезпеченням навчального процесу

комплексним використанням ІКТ у навчанні технічних дисциплін, починаючи з їх пропедевтики;

- значною результативністю практики особистісно орієнтованої освіти та відсутністю систематизованих досліджень механізмів її впровадження в навчальний процес вищих технічних навчальних закладів;
- ключовою роллю самостійної і самоосвітньої діяльності у формуванні ТКМІ і низьким рівнем її методично обґрунтованої організації в навчанні технічних дисциплін.

Нагальна суспільна потреба пошуку шляхів розв'язання зазначених суперечностей зумовила вибір теми дослідження **«Теоретико–методичні засади формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація виконана відповідно до науково–дослідних тем кафедри загальної фізики Національного авіаційного університету: 20 / 08.02.04 «Організаційно–педагогічні засади контролю пізнавальної діяльності студентів в умовах кредитно–модульної системи навчання» (2006 – 2010 рр.) та 31 / 08.02.04 «Взаємозв'язок фізичної і технічної картин світу як методологічна основа концепції навчання фізики у вищому технічному навчальному закладі» (2010 – 2014 рр.).

Науковий пошук здійснено при виконанні міжнародного проекту «Освітні вимірювання, адаптовані до стандартів ЄС» № 1450209 – TEMPUS 2008 – SE – JPCR упродовж 2009 – 2012 рр. Тема дисертації затверджена вченою радою НПУ імені М. П. Драгоманова (протокол № 15 від 25 червня 2013 р.) та узгоджена в Раді з координації наукових досліджень у галузі педагогіки і психології НАПН України (протокол № 7 від 24 вересня 2013 р.).

Метою дослідження є теоретичне і методичне обґрунтування, створення і експериментальна перевірка методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів із використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту.

Досягнення сформульованої мети вимагає розв'язання таких завдань.

1. Провести ретроспективно–сутнісний аналіз засад інженерної діяльності, дослідити генезу, сутність і умови формування ТКМІ у світлі актуальних суспільно–детермінованих тенденцій в освіті та практики діяльності провідних вітчизняних і закордонних вищих технічних навчальних закладів.

2. Дослідити й обґрунтувати методологічні засади методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

3. Розробити структурно–функціональну модель методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

4. Дослідити дидактичні особливості та розробити методику використання програмно–апаратних засобів у проектованій методичній системі.

5. Розробити навчально–методичний комплекс, який забезпечує самостійну навчальну і науково–дослідну роботу студентів із метою

формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту.

6. Упровадити в навчальний процес вищих навчальних закладів методичну систему формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

7. Експериментально перевірити ефективність розробленої методичної системи у формуванні ТКМІ й окреслити напрями подальших науково-педагогічних пошуків.

Об'єкт дослідження – процес навчання технічних дисциплін і фізики у вищому технічному навчальному закладі.

Предмет дослідження – теоретико-методичні засади формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Методи дослідження. У проведеному педагогічному дослідженні використано такі методи:

теоретичні: аналізу і синтезу для з'ясування основних понять і категорій дослідження; *концептуально-порівняльного аналізу*, за допомогою якого зіставлено традиційні теоретичні підходи до вивчення технічних і фундаментальних дисциплін у вищих навчальних закладах на основі галузевих стандартів вищої освіти (ГСВО), навчальних планів і програм, психолого-педагогічної й науково-методичної літератури, матеріалів науково-практичних конференцій із проблеми дослідження, новаторського досвіду та узагальнення власного багаторічного досвіду роботи; *індукції та дедукції* для узагальнення емпіричних даних, виокремлення закономірностей і формулювання висновків із досліджуваної проблеми; *структурно-системного аналізу і синтезу* з метою побудови теоретичної моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, виявлення закономірностей й особливостей її функціонування на основі кількісного та якісного аналізу результатів педагогічного експерименту; *моделювання* з метою обґрунтування теоретичних засад методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ;

емпіричні: педагогічний експеримент, обсерваційні методи (пряме, опосередковане, включене спостереження), психодіагностичні методи (бесіди з викладачами і студентами, анкетування, тестування), експертне оцінювання; *праксиметричні методи* (хронометрія, аналіз виконаних робіт: лабораторних звітів, письмових, творчих і контрольних робіт);

методи математичної статистики та метод інтерпретації для опрацювання даних, отриманих у ході дослідження, а також для встановлення кількісних залежностей між досліджуваними явищами.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження полягає в тому, що:

- *уперше* теоретично обґрунтовано, розроблено й експериментально перевірено методичну систему формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту; з'ясовано сутність і структуру категорії «технологічна компетентність майбутнього інженера», яка характеризує затребувану суспільством інтегративну професійно-особистісну якість

фахівця; досліджено можливості й особливості використання комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту в навчанні технічних дисциплін і фізики як потужного дидактичного засобу, який сприяє комплексному формуванню технологічної компетентності студентів вищих технічних навчальних закладів; створено концепцію, розроблено й апробовано в навчальному процесі технічних дисциплін і фізики електронні документи лабораторної звітності;

– *уточнено* філософський зміст і структуру категорії техніко–технологічної картини світу як засадничої компоненти світогляду майбутнього інженера;

– *удосконалено* методику формування завдань дослідницького характеру на основі використання комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту; структуру і зміст курсів технічних дисциплін і фізики на основі використання комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту;

– *подальшого розвитку набули* теоретичні й методичні засади реалізації компетентнісного, особистісно орієнтованого, системного й аксіологічного підходів у навчанні технічних дисциплін і фізики, використання в навчальному процесі технічного університету сучасного лабораторного програмно–апаратного обладнання; методичні принципи поєднання навчально–пізнавальної й науково–дослідної діяльності з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту для формування технологічної компетентності майбутніх інженерів; методичні підходи до організації самостійної навчально–пізнавальної діяльності студентів із використанням засобів сучасних ІКТ; методичні засади формування на основі гуманістичних цінностей здатності суб'єктів навчання до професійної самомотивації і саморозвитку впродовж життя.

Практичне значення дослідження полягає у створенні та впровадженні в практику вищих начальних закладів методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту (загалом або її елементів).

Матеріали дослідження покладено в основу створення навчально–методичного комплексу, до складу якого входять:

– навчально–дослідницькі завдання для лабораторних практикумів із дисциплін «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Моделювання біологічних процесів», «Біосумісні матеріали» напряму підготовки «Біомедична інженерія» освітньо–кваліфікаційного рівня «бакалавр»;

– пакет технологічних карт для виконання лабораторних робіт та досліджень проблемно–пошукового характеру на основі використання комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту;

– навчальні програми з дисципліни «Фізика» напрямів підготовки «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», «Транспортні технології», «Біомедична інженерія» освітньо–кваліфікаційного рівня «бакалавр»;

– навчальні посібники «Методика і техніка експерименту з оптики» та «Фізика. Модуль 5. Оптика», професійно спрямований курс «Фізика для інформатиків» (у співавторстві);

– електронний навчально-методичний ресурс у формі авторської Web-сторінки (<http://www.slipukhina.in.ua>), на якій розміщено електронні документи лабораторної звітності та інші дидактичні матеріали (розроблені особисто, за участі та під керівництвом дисертанта).

Впровадження результатів дослідження. Запропоновану дисертантом методичну систему формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту й окремі її елементи впроваджено в навчальний процес Державної льотної академії України (довідка № 1367 від 12.05.2011 р.), Херсонського національного технічного університету (довідка № 12-51 / 43 від 07.03.2014 р.), Керченського державного морського технологічного університету (довідка № 389 від 11.03.2014 р.), Запорізької державної інженерної академії (довідка № 01-28/356 від 13.03.2014 р.), Державної наукової установи МОН України «Інститут інноваційних технологій і змісту освіти» (довідка № 14-1 / 10-3570 від 14.11.2014 р.), Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (довідка № 07-10 / 2817 від 15.12.2014 р.), Національного авіаційного університету (довідка № 14 / 3407 від 17.12.2014 р., акт впровадження від 12.02.2015 р.).

Особистий внесок здобувача в праці, опубліковані у співавторстві, полягає в тому, що дисертанту належить: у роботі [227] – здійснення добору, розроблення і редагування текстового і графічно-ілюстративного матеріалу, уточнення елементів методики постановки експериментів; у роботі [419] – розроблення й укладання прикладів розв'язування задач та індивідуальних домашніх завдань (с. 70-75, 138-145, 207-212, 260-265, 302-306; 350-380); у роботі [353] – розроблення методики використання відеоаналізу рухів у навчанні технічних дисциплін і фізики; у роботі [361] – проведення аналізу особливостей застосування мережних технологій в освітньому процесі; у роботі [350] – дослідження особливостей комп'ютерно орієнтованого освітнього середовища; у роботі [495] – ідея проведення дослідження та опрацювання результатів; у роботі [346] – розроблення елементів методики використання програми Microsoft Origin 7.0 у навчальному процесі технічного університету; у роботі [372] – проведення аналізу значення процесу узагальнення для формування загальнонаукового світогляду майбутнього інженера; у роботі [356] – добір і укладання прикладів проблемно орієнтованих завдань; у роботі [338] – аналіз деяких аспектів методики використання міжпредметних зв'язків у навчанні майбутніх інженерів; у роботі [352] – проведення аналізу закордонних програм менеджменту якості освіти; у роботі [341] – добір і укладання прикладів проблемно орієнтованих завдань із відповідних тем; у роботі [339] – аналіз методики навчання відповідно до теми статті; у роботі [359] – дослідження засад взаємодії фізичного та техніко-технологічного світогляду майбутніх інженерів; у роботі [370] – ідея використання і постановка комп'ютерно інтегрованого

практикуму з фізики; у роботі [375] – деталізація методики використання цифрових вимірювальних комплексів у навчальному процесі технічного університету; у роботі [358] – ідея розроблення документа електронної звітності, методичне розроблення структурних елементів, укладання змісту лабораторних досліджень; у роботі [342] – розроблення методики використання фотографії в навчанні фундаментальних і технічних дисциплін; у роботі [371] – обґрунтування значення фізичного експерименту у формуванні загальнопрофесійних компетентностей майбутніх інженерів; у роботі [344] – добір варіантів завдань для формування контрольних робіт; у роботі [354] – дослідження психолого–дидактичних характеристик навчальних середовищ із вивчення фізико–технічних дисциплін; у роботі [355] – аналіз сучасного стану дистанційної освіти; у роботі [345] – ідея і методичний супровід дослідження; у роботі [362] – з’ясування можливостей використання завдань проблемного характеру у вищій школі; у роботі [332] – аналіз міжпредметних зв’язків фізики і технічних дисциплін; у роботі [351] – ідея та методичне керівництво процесом створення програмного продукту; у роботі [348] – добір дидактичного матеріалу для тестування; у роботі [369] – аналіз можливостей програмного продукту; у роботі [335] – дослідження перспектив фундаменталізації навчання в технічних університетах; у роботі [364] – наукове редагування тексту і написання вступної частини; у роботі [368] – дослідження генези категорії технологічної компетентності; у роботі [494] – добір лабораторних робіт відповідно до мети дослідження; у роботі [365] – опис елементів відповідної педагогічної технології; у роботі [420] – написання вступу с. 3–4, розроблення та оформлення навчального матеріалу з тем «Наближені обчислення» с. 46–48, «Використання можливостей програми Microcal Origin 7.0 для аналізу та ілюстрації експериментальних даних с. 48–54, методичне редагування навчального матеріалу; у роботі [240] – участь в укладанні навчальної програми з дисципліни «Тестування в галузі природничо–математичних наук» с. 85–93; у роботах [367] та [357] – методичний супровід створення інтерактивного навчального засобу; у роботі [493] – дослідження технологічної складової в системі загальнопрофесійних компетентностей майбутніх інженерів; у роботі [337] – аналіз сутності понять технологія навчання і педагогічна технологія.

Ідеї та думки співавторів у дисертації не використано.

Апробація результатів дослідження здійснена на наукових, науково–практичних конференціях, виставках, семінарах різного рівня, зокрема на міжнародних: «Стратегія розвитку образования: эффективность, инновации, качество» (Москва, 2008); «Інформаційно–комунікаційні технології навчання» (Умань, 2008); «Професійна підготовка і перепідготовка кадрів у зв’язку з модернізацією технічної бази пасажирських і вантажних транспортних терміналів» (Київ, 2008); «Сучасні навчальні заклади – 2010» (Київ, 2010); «Современный физический практикум» (Мінськ, 2010); «FOSS Lviv–2011» (Львів, 2011); «Физическое образование: проблемы и перспективы развития» (Москва, 2011); «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2011); «Підготовка молодих викладачів та

аспірантів у галузі освітніх вимірювань» (Кіровоград, 2011); «Фізико–технічна і природничо–наукова освіта в гуманістичній парадигмі» (Керч, 2011); «Физика в системе современного образования (ФССО–11)» (Волгоград, 2011); «Физическое образование: педагогические исследования и инновации» (Іркутськ, 2011); «Науково–методичні засади управління якістю освіти в університетах» (Київ, 2011); «Актуальні проблеми природничо–математичної освіти в середній і вищій школі» (Херсон, 2012, 2013); «Optimizarea învățământului în contextul societății bazate pe cunoaștere» (Кишинів, 2012); «Актуальні проблеми методології та методики навчання фізико–математичних дисциплін» (Київ, 2013); «Науково–методичні засади управління якістю освіти у вищих технічних навчальних закладах» (Київ, 2013); «Educatia pentru dezvoltare durabila: inovatie, competitivitate, eficienta» (Кишинів, 2013); «Сучасні проблеми і шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті» (Одеса, 2013); «Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико–технологічного профілю» (Кам'янець–Подільський, 2013); «Increasing education efficiency – the vector for modern educational policy» (Кишинів, 2014); на *всеукраїнських*: «Освітнє середовище як методична проблема» (Херсон, 2006); «Фізико–технічна і фізична освіта в гуманістичній парадигмі» (Керч, 2007); «Чернігівські методичні читання з фізики» (Чернігів 2008, 2010 – 2014); «Проектування освітніх середовищ як методична проблема» (Херсон, 2008); «Засоби і технології сучасного навчального середовища» (Кіровоград, 2010); «Особливості навчання учнів природничо–математичних дисциплін у профільній школі» (Херсон, 2010); «Мультимедійні технології в освіті» (Київ, 2010); «Сучасні проблеми та перспективи навчання дисциплін природничо–математичного циклу» (Суми, 2011); «Науково–дослідна робота в системі підготовки фахівців–педагогів у природничій та технологічній галузях» (Бердянськ, 2011); «Інформаційні технології в професійній діяльності» (Рівне, 2013).

Основні результати дослідження відображено в 53 наукових та навчально–методичних працях. Серед них: 1 монографія, 2 навчальних посібники (з грифом МОН України), 24 статті у наукових фахових виданнях (із них 7 одноосібних), 6 статей у наукових виданнях, 2 методичні рекомендації, 18 праць апробаційного характеру; 7 публікацій у наукових періодичних виданнях інших держав і у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз.

Кандидатська дисертація «Лазерна спектроскопія кристалів CdP_2 тетрагональної модифікації» захищена в 1998 році. Матеріали кандидатської дисертації в докторському дослідженні не використано.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 511 найменувань, розміщених на 52 сторінках, 16 додатків на 38 сторінках. Повний обсяг дисертації – 472 сторінки, основний зміст викладено на 382 сторінках. Робота містить 45 рисунків і 15 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ПЕРЕДУМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ У ВИЩОМУ ТЕХНІЧНОМУ НАВЧАЛЬНОМУ ЗАКЛАДІ

У розділі наведено результати аналізу ґенези понятійно–категоріальної основи дослідження; визначено сутність і структуру інженерної діяльності в історичному та філософсько–методичному аспектах; уточнено поняття техніко–технологічної картини світу та її методологічне значення у формуванні світогляду фахівця; з’ясовано роль технічного університету в забезпеченні якості підготовки майбутніх інженерів у сучасних умовах; із метою виявлення шляхів і способів формування компонент ТКМІ досліджено вітчизняний і закордонний досвід у підходах до організації навчального процесу з технічних дисциплін обраних спеціальностей, а також місце і значення в ньому КОСФЕ.

На основі аналізу чинних нормативних документів і науково–педагогічної літератури нами визначено, що передумовами створення методичної системи формування ТКМІ є:

- визначення сутності ТКМІ – компоненти його професійної компетентності – як інтегрованої якості фахівця, яка відображає його здатність і готовність розв’язувати завдання професійної діяльності з використанням різних технологій;
- визначення взаємозв’язку соціальних, наукових, виробничих і освітніх процесів і їх інтегрованого впливу на формування комплексу компетенцій майбутнього інженера;
- виявлення нових якостей професійної компетентності сучасного фахівця, які мають ознаки технологічності та ґрунтуються на усвідомленні ним взаємозв’язку фізичної, соціально–економічної та техніко–технологічної картин світу;
- аналіз основних вимог, що висуваються суспільством до професійного інженера в умовах інноваційних процесів і місця фундаментального знання у техніко–технологічній підготовці фахівців;
- дослідження особливостей освітньої практики вітчизняних і зарубіжних вищих технічних навчальних закладів з метою формування ТКМІ;
- окреслення концепції, визначення підходів, придатних для моделювання методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

1.1. Понятійно–категоріальна основа дисертаційного дослідження

Дослідження теоретико–методичних засад формування ТКМІ з використанням КОСФЕ потребує насамперед з’ясування ґенези і змісту понять «технологічна компетентність майбутнього інженера» та «система комп’ютерно орієнтованого фізичного експерименту», які складають основу дисертаційної роботи.

1.1.1. Техніка і технологія

Філософія техніки як наука зародилася наприкінці ХІХ ст. і зазнала значного розвитку в ХХ ст., що пояснювалось соціально-економічною потребою у спеціальних дослідженнях феноменів техніки і технологій у взаємозв'язку з еволюцією змісту і сутності інженерної діяльності.

Започаткуванням цієї області людського знання вважають видання німецьким філософом Е. Каппом у 1877 р. праці «Основи філософії техніки» [438]. Серед відомих філософів техніки і методики екологічності її застосування слід виокремити дослідження таких вчених як В. І. Вернадський [51], В. Г. Горохов [75], М. І. Іванов [127], Л. В. Кансузян [135], Г. М. Косюр [175], Ю. С. Мелещенко [223], С. І. Некрасов [248], І. М. Орешніков [263], В. І. Рейзлін [301], М. А. Розов [390], Х. Сколімовські [330], В. С. Стьопін [391], О. В. Улянов [414], Б. Ф. Флейшман [469], Є. Я. Швець [437] та багатьох інших.

У ході поступу цивілізації поняття «техніка» (від гр. τέχνη – мистецтво, ремесло) трансформувалось від «сукупності штучно створених засобів діяльності людей» [223, С. 15], «сукупності засобів матеріального виробництва» [421, С. 522], «штучної матеріальної системи» [75, С. 21] до сучасного широкого його розуміння як [390]: 1) множини технічних пристроїв, артефактів (від найпростіших засобів праці до складних технічних систем); 2) різноманітних видів технічної діяльності зі створення цих засобів, пристроїв та складних технічних систем (від науково-технічного дослідження і проектування до безпосереднього виготовлення, експлуатації, системного дослідження); 3) системи технічних знань, умінь і навичок, які визначають особливості професійної діяльності, майстерність людини, яка провадить цю діяльність.

За означенням, наведеним у [43], *техніка* – це сукупність засобів людської діяльності, створюваних для здійснення процесів виробництва і обслуговування невиробничих потреб суспільства. У техніці матеріалізовані знання і досвід, накопичені людством у ході розвитку суспільного виробництва, а основне її призначення – часткова або повна заміна виробничих функцій людини з метою полегшення праці і підвищення її продуктивності.

У трактуванні В. І. Шинкарука технологія (від др.-грец. τέχνη – мистецтво, майстерність, вміння; λόγος – думка, причина; методика, спосіб виробництва) розглядається як «спосіб перетворення речовини, енергії, інформації у процесі виготовлення продукції, обробки та переробки матеріалів, складання готових виробів, контролю якості, управління» [421, С. 521].

Відповідно до філософського словника за редакцією І. Т. Фролова, «технологія являє собою...складну систему артефактів, виробничих операцій і процесів, ресурсних джерел, підсистем соціальних наслідків інформації, управління, фінансування і взаємодії з іншими технологіями» [416, С. 512]. За С. Лемом технологія є «обумовлені станом знань і суспільною ефективністю способи досягнення цілей, висунутих суспільством» [196].

Зазначимо, що нині цей термін широко використовується для опису суспільних явищ і процесів, як, наприклад, соціальні, управлінські, політичні та інші технології.

Найчастіше *технологія* трактується як сукупність процесів, способів, методів, принципів і правил, що застосовуються при виготовленні якого-небудь

виду продукції у будь-якій сфері виробничої діяльності [416, С. 513] або, у більш широкому сучасному розумінні, як сукупність принципів, що утворюють свого роду «техносферу», стан якої визначається і вже досягнутою технологією, і різними соціокультурними чинниками та процесами [421, С. 522].

Найважливішим компонентом технології є *технологічний процес*, який за означенням нового політехнічного словника є «сукупністю механічних, фізичних і хімічних процесів – операцій, що змінюють форму і розміри деталей, їхні властивості і зовнішній вигляд» [255].

Ширше трактування *технологічного процесу* подає І. М. Орешніков, визначаючи його як послідовність спрямованих на створення заданого об'єкта дій (технологічних операцій), кожна з яких ґрунтується на будь-яких природних процесах (фізичних, хімічних, біологічних тощо) і людській діяльності. Цим терміном позначають також наукову і навчальну дисципліну, яка формує теоретичні і методичні засади розроблення конкретних технологій, а також особливу форму фундаментального і прикладного науково-технічного знання, через яку здійснюється перехід від природничо-наукових досліджень до технічних розробок [263, С. 23].

Використовуючи поняття *ценозу* як функціональної сукупності для філософського аналізу взаємодії техніки і технологій, Б. І. Кудрін зазначає, що «техніка створює каркас техноценозів, а технологія забезпечує процеси ... функціонування як окремих машин і агрегатів, так і техноценозу у цілому. Технологія – матеріалізована душа техніки» [181, С. 18]. Головними показниками ефективності технології є її технологічність, тобто повнота використання в ній матеріалів і енергії.

Отже, *технологія* – у широкому сенсі – сукупність методів, процесів і матеріалів, які використовуються у будь-якій галузі діяльності, а також науковий опис способів технічного виробництва; у вузькому – комплекс організаційних заходів, операцій і прийомів, спрямованих на виготовлення, обслуговування, ремонт і / або експлуатацію продукту з номінальною якістю й оптимальними витратами, обумовленими поточним рівнем розвитку науки, техніки і суспільства у цілому [55].

Технологія оперує з предметами праці (технологічними об'єктами), засобами праці (технологічними засобами), носіями технологічних функцій (працівниками, технічними засобами тощо) і визначає рівень технологічного розвитку суспільства.

Високими технологіями (англ. *high technology, high-tech*) вважають найбільш нові, прогресивні і наукомісткі з них, які передбачають використання відповідної техніки. До них належать такі галузі виробництва як мікроелектроніка, обчислювальна техніка, робототехніка, атомна енергетика, літакобудування, космічна техніка, мікробіологічна промисловість тощо [55].

Між технікою (технічними об'єктами) і технологіями (технологічною формою руху матерії) існує чіткий діалектичний взаємозв'язок. По-перше, технологія детермінує розвиток техніки, є провідною, а технологічна революція призводить як до загальнотехнічної революції, так і до революції у виробничих відносинах. Будь-яка науково обґрунтована концепція прискореного розвитку

суспільного виробництва повинна закладати нові широкомасштабні концептуальні підходи до технології та забезпечувати їх пріоритетну реалізацію у науково-дослідному, проектному, інвестиційному та інших напрямках. По-друге, функціонування техніки викликає заздалегідь намічені зміни в технологічному напрямі. Взаємовідносини техніки і технології в даному аспекті – це взаємовідносини керуючого і керованого.

Наукова і техніко-технологічна діяльності людства суттєво відрізняються: у науці провідне значення має аналіз наявних знань, а у сфері технології – їх синтез. Концепція нової технології ґрунтується на науково-теоретичних знаннях, але її подальший розвиток залежить від накопиченого практичного досвіду. Так, наприклад, розвиток авіації випереджав розвиток аеродинаміки (за виключенням винайдення крила з від'ємною стрілоvidністю і трикутного крила), а в період винайдення парового двигуна була відома лише незначна кількість законів термо- і гідродинаміки, кінетичної теорії газів тощо. Ряд дослідників вважає, що не існує прямого взаємозв'язку між науковим прогресом і розвитком технології, а технічний процес визначається переважно розвитком емпіричного, а не теоретичного знання: нові технологічні знахідки є наслідком поступової видозміни вже існуючої технології в ході її адаптації до вимог практики [391].

Технологія, яка ґрунтується на технічних та інженерних знаннях, є рушійною силою розвитку техніки, обов'язковою умовою її нормального функціонування. Бурхливий розвиток високих технологій, наукомістких інформаційних технологій, нанотехнологій нині є визначальною ознакою науково-технічної революції [263, С. 27].

У філософській науці, зазначає О. О. Дергачова, поняття «технологія» деякі дослідники трактують як таке, що включає у себе не тільки засоби та інструменти – техніку – але й шляхи виконання цілеспрямованих дій із застосуванням техніки. Інші вчені вважають, що взаємодія техніки і технологій відбувається навпаки, тобто техніка містить у собі технологію [94].

Наразі значного розвитку набула концепція технологічного детермінізму, яка схильна співвіднести категорію «технологія» з ключовими поняттями філософської рефлексії – цивілізація, культура, прогрес, цінності, ідентифікація. Так, Дж. П. Грант вважає, що слово «технологія» означає не «стільки машини й інструменти, скільки те уявлення про світ, яке керує нашим сприйняттям всього існуючого» [78].

До останньої третини ХХ ст. застосування наукового знання відбувалося переважно за схемою «фундаментальні дослідження – прикладні дослідження – розробка нових технологій – їх упровадження». Починаючи з науково-технічної революції 60-х – 70-х років ХХ ст., виробництво власне стає ініціатором появи нових технологій, а процес технологічного оновлення виявляється запорукою успіху у конкурентній боротьбі на світовому економічному ринку [389]. Технології стають певним специфічним товаром, а процес їх створення – основою для виникнення технонауки – своєрідного симбіозу науки і технологій, що отримує сталі бізнесові інвестиції.

Отже, категорію «технологія» у дисертаційному дослідженні будемо визначати як комплекс обумовлених поточним рівнем розвитку науки, техніки і

суспільства у цілому організаційних заходів, операцій і прийомів, процесів і способів, методів, принципів і правил, спрямованих на досягнення професійної мети з номінальною якістю продукту діяльності й оптимальними витратами.

Проведений аналіз виявив визначальну особливість технологій, пов'язану з її перебуванням у стані неперервного оновлення, що потребує формування у випускника вищого технічного навчального закладу здатності до систематичного підвищення кваліфікації, опанування прийомами, операціями, процедурами і процесами, необхідними для ефективної майбутньої професійної діяльності.

1.1.2. Компетенція, компетентність, кваліфікація

Визначальною ознакою сучасної вищої технічної освіти є її *компетентнісна орієнтація*, тобто спрямованість на здобування майбутніми інженерами досвіду розв'язання професійних завдань вже у процесі навчання в університеті.

Основоположником теорії компетенцій більшість дослідників вважає Девіда Мак Келланда. Опублікування ним праці «Концепція компетенцій» (1973 р.) започаткувало новий науковий напрям у педагогічній науці [479]. Результати тривалих наукових досліджень, проведених автором, доводили, що традиційні академічні тестування здібностей і знань з певних дисциплін, так як і шкільні рівні та дипломи, не є показниками ефективної професійної діяльності у майбутньому. Такі висновки спонукали науковців до пошуку методів особистісних характеристик *компетенцій*, які постійно змінюються і здатні прогнозувати виробничий потенціал фахівця. До 1991 р. метод оцінки компетенцій використовувався вже більш ніж у 24 країнах світу.

Аналіз літературних джерел вказує на те, що питанням розкриття сутності понять «компетенція», «компетентність», їхньої ієрархії і конструюванню змісту присвячено численні наукові дослідження, які наразі зосереджені на аналізі чотирьох основних аспектів цієї категорії [399, С. 47]:

- індивідуальних психологічних особливостей, якостей і властивостей (Дж. Равен [296], Б. С. Гершунський [64], Ю. Г. Татур [401] та ін.);
- результату прояву у соціальній сфері знань, умінь, навичок, досвіду у формі «ключових компетенцій» (О. Е. Лебедев [193], В. Ландшеер [190], А. В. Хуторський [429] та ін.);
- результату діяльності, зокрема педагогічної (В. П. Андрущенко [12], А. К. Маркова [213], Е. Ф. Зеєр [120] та ін.);
- освітнього результату взагалі (А. О. Вербицький [49], І. О. Зимня [121], О. Е. Лебедев [193] та ін.).

Здатність у проведеному дослідженні розглядається як індивідуально виражена властивість (особливість) людини, яка визначає її спроможність, нахил до виконання тих чи інших видів діяльності, функціональних обов'язків в певних ситуаціях. Ця особистісна характеристика обумовлюється рівнем знань, здібностей, умінь, навичок й індивідуальних якостей, пов'язаних з емоційно-вольовою сферою, рисами характеру, темпераментом тощо [72, С. 25; 42, С. 127]. Здатності розвиваються і поглиблюються у процесі практичної діяльності людини на фоні позитивної мотивації, емоційних і вольових настанов,

таких як наполегливість, допитливість, любов до своєї праці тощо [416, С. 103].

Категорія «компетенція» визначається як «відчужена від суб'єкта, наперед задана соціальна норма (вимога)..., необхідна для якісної продуктивної діяльності у певній сфері» [428]. У працях А. В. Хуторського це поняття містить сукупність таких якостей особистості, як знання, уміння, навички, способи діяльності, які тісно пов'язані між собою і задаються суспільним ринком праці стосовно певного кола предметів і процесів. У працях В. Д. Шадрікова зазначено, що компетенція стосується не суб'єкта діяльності, а кола питань, яке її висвітлює. Інакше кажучи, компетенції – це функціональні завдання, пов'язані з діяльністю, які хтось може успішно розв'язувати [436, С. 215; 138, С. 105].

На сьогодні існує кілька десятків визначень терміну «компетенція», яку, узагальнюючи, можна розуміти як будь-яку вимірювану характеристику людини, що дозволяє їй ефективно провадити певний вид діяльності. Множина необхідних компетенцій формує професійну компетентність.

Переважна кількість дослідників виокремлює у структурі компетенції такі компоненти: здатність знати і розуміти предметну, професійну сферу, тобто когнітивний компонент, ціннісно-мотиваційні орієнтації особистості та навички практичного застосування знань, тобто діяльний компонент [328].

Компетенції – важливий практико орієнтований міждисциплінарний результат освіти, зрозумілий, в першу чергу, працедавцю, що потребує їх формування у всіх дисциплінах, на всіх рівнях освіти. При цьому ключові компетенції повинні бути інтегрованими у зміст навчального плану, а не існувати як окрема його частина [401].

З позицій особистісного підходу ключові компетенції можуть бути описані стандартами *KSAO*, які містять [457]:

- знання (*knowledge*): фактичні відомості, які потрібні у роботі на певній професійній позиції; їх наявність перевіряється за допомогою різних процедур: тести, спеціальні завдання; предметна розмова за фахом;
- навички (*skills*): усі уміння співробітника фізичного або психічного характеру; їх наявність можна перевірити за допомогою завдання певного рівня складності; з метою встановлення якісних і кількісних показників здійснюваної роботи, виконання завдання обмежують певним інтервалом часу;
- здібності (*abilities*): схильність людини до виконання певних дій у перспективі; при цьому важливо визначити саме ті задатки, які потрібні для роботи на конкретній посаді; відомо, що здібності, які систематично використовуються на практиці, поступово стають навичками; слід зазначити, що схильності відрізняються від здібностей, бо вони є лише потенціалом для виконання певних дій, а здібності – це наявність вже сформованого розуміння того, яким чином має бути виконана робота;
- інші характеристики (*other characteristics*): до цієї категорії віднесено усі риси людини, які не належать до жодного з перерахованих вище пунктів але відіграють не менш важливу роль у професійній діяльності фахівця; виявити ці характеристики можна як за допомоги психологічних тестів, так і у процесі безпосереднього спілкування з людиною.

На сьогодні не існує єдиного узгодженого переліку ключових (надпредметних) компетенцій (*key competencies*): це поняття, в першу чергу, відображає вимоги суспільства до фахівця, які є характерними для певного регіону або країни. Європейським союзом (ЄС) на основі Дублінських дескрипторів (Dublin Descriptors) [464] на підставі п'яти основних результатів навчання (знання і розуміння, використання знань на практиці, здатність до висловлення думки, оцінювання ідей і формулювання висновків, навички у сферах спілкування і навчання) виокремлено приблизний перелік ключових компетенцій, які умовно поділяють на три типи: інструментальні, когнітивні, методологічні, технологічні та лінгвістичні здатності (10); міжособистісні у розумінні соціальної взаємодії і співпраці (8); системні як специфічне поєднання сприйнятливості, знань та розуміння того, яким чином частини цілого функціонально об'єднуються одна з одною, і здатність оцінювати місце кожного з компонентів системи (12) [35]. У діяльній формі ключові компетенції визначаються як здатності вивчати, досліджувати, думати, співпрацювати, відповідати за справу, адаптуватися.

У рекомендаціях Європейського парламенту та Ради Європи від 18 грудня 2006 року про ключові компетенції для безперервної освіти [479] зазначено, що ключові компетенції для навчання протягом життя являють собою «поєднання знань, навичок і стосунків. Вони особливо необхідні для самореалізації та розвитку, соціальної інтеграції, активної громадянської позиції та зайнятості».

Основні компетенції у галузі науки і техніки стосуються навичок використання природничо-наукових знань і методологій, розуміння змін, спричинених діяльністю людини, і відповідальності кожної людини як громадянина [479]. Наявність ключових компетенцій є необхідною для успішної професійної реалізації у суспільстві знань і гарантує більшу гнучкість у робочій силі, що дозволяє індивіду швидше адаптуватися до постійних змін в умовах дедалі більш взаємозалежного світу. Зазначене є запорукою позитивної мотивації і задоволеності працівників та працедавців якістю виконаної роботи.

Вважається, що ключові компетенції виконують три функції, які допомагають: навчатися суб'єктам освіти; працівникам бути гнучкішими і відповідати вимогам роботодавців, а також бути успішними упродовж всього життя [49].

Наразі не існує загальноприйнятого визначення понять «компетенція» і «компетентність», які часто використовуються синонімічно, однак аналіз літературних джерел показав, що більшість авторів їх розрізняють [429], хоча змістовно вони й досі не є точно визначеними. Так, в узагальнюючій доповіді на симпозиумі за програмою Ради Європи (Берн, 27–30 березня 1996 р.), присвяченому визначенню ключових компетенцій, як парадигми результатів сучасної освіти, В. Хутмакер зазначив, що більшість дослідників відносять категорію «компетенція» до понятійного поля «знаю, як», а не «знаю, що» [475]. Там же було прийняте визначення п'яти ключових компетенцій, якими «повинні володіти молоді європейці» [121].

А. В. Хуторський та В. В. Краєвський [177] розмежовують терміни «компетентність» і «компетенція», пояснюючи, що компетенція – це коло питань

, щодо яких людина добре обізнана, пізнала їх і має певний практичний досвід щодо їх використання. Компетентність – це поєднання відповідних знань у певній галузі, здібностей і особистісних характеристик, що надають можливість здійснювати обґрунтовані міркування про певну сферу й активно діяти у ній.

Дослідники зазначають, що поняття «компетентність», яке, зокрема, є вузловою категорією компетентнісного підходу у навчанні, крім знань, умінь і навичок діяльності у певній сфері, містить сукупність якостей особистості, є її надбанням, завдячуючи якому вона може розв'язувати конкретні практичні (професійні) завдання [133].

Дослідження й аналіз генези, формування і розвитку понять «компетентність» і «компетенція», проведені І. О. Зимньою, демонструють, що вітчизняні і закордонні дослідники, визначаючи компетентності, використовують категорії «готовність», «здатність», а також фіксують такі якості, як «відповідальність», «упевненість» [121].

Категорію «компетентність», наголошує М. А. Чошанов, не можна протиставляти традиційній тріаді «знання, уміння і навички», бо воно є значно ширшим, охоплює й інтегрує останні, виражаючи тим самим поглиблені практичні уміння і знання предмета діяльності. Іншим аспектом цієї категорії є її спроможність характеризувати фахівця, здатного аргументовано серед множини можливих рішень обирати найбільш оптимальне й ефективне, виявляючи його здатність і готовність до постійного фахового саморозвитку, тобто до виконання діяльності, що ґрунтується на актуальних суспільно-економічних вимогах. Окрім цього, до складу компетентності входять як процесуальний (уміння), так змістовий (знання) компоненти, поєднання яких автор визначає як «освоєне уміння», спроможність до практичного розв'язання проблем [433].

На думку М. А. Чошанова, категорія «компетентність» може бути подана у формі моделі як формула, яка являє собою суму трьох основних ознак, яким притаманні риси технологічності:

- мобільність процесів мислення, наявність оперативних і актуальних знань;
- гнучкість способу діяльності, тобто уміння застосовувати той чи інший метод, найбільш придатний за визначених просторово-часових умов;
- критичність мислення – здатність у множині рішень обирати найоптимальніше, аргументовано спростовувати хибні та сумніватися в очевидно ефективних рішеннях [433].

Компетентність як здатність людини адекватно і глибоко розуміти реальність, правильно оцінити ситуацію, в якій доводиться діяти, а також правильно застосовувати свої знання, розглядає Т. П. Вороніна [58].

В. С. Безрукова [24] трактує цю категорію як володіння знаннями, уміннями, що дозволяють висловлювати професійно грамотні судження, оцінки, думки. На думку В. А. Дьоміна це поняття відображає рівень навичок особистості, які визначають ступінь відповідності певної компетенції, яка дає можливість конструктивно діяти у змінних соціальних умовах [93].

Компетентність у трактуванні В. І. Маслова – це «готовність на професійному рівні виконувати свої посадові та спеціальні обов'язки у відповідності до сучасних теоретичних надбань, передового досвіду,

наближаючись до світових вимог і стандартів» [216].

Зазначимо, що у психології компетентність визначається як психологічна якість особистості [102]. Психологічна енциклопедія тлумачить *соціально-психологічну компетентність* як «здатність індивіда до ефективних міжособистісних взаємодій у рамках даного соціуму» [42].

Л. З. Тархан вважає, що компетентність фахівця можна подати як комплекс професійних знань, умінь, стосунків, професійних якостей особистості, а компетенція і компетентність відображають цілісність та інтегративну сутність результату освіти на будь-якому рівні, у будь-якому аспекті [399].

У дослідженні А. Г. Протасова показано, що викладачі університету не рідко вважають компетентним студента, який успішно навчається, не розрізняючи поняття «компетенція» та «компетентність». Водночас для роботодавця компетентним є «той фахівець, який здатний самостійно виконати практичні завдання у належний термін з дотриманням усіх вимог і умов до їх результату» [293].

Отже, *компетенція* розглядатиметься нами як відчужений від суб'єкта, необхідний для успішної професійної діяльності результат освіти, який формується на усіх її рівнях і відображає соціальну вимогу до змісту і якості виконання функціональних завдань.

Під *компетентністю* фахівця будемо розуміти категорію, яка визначає здатність (готовність) особи до здійснення професійної діяльності у певній галузі виробництва на основі набутих компетенцій і особистісних характеристик, які дають обґрунтовані підстави для міркувань, оцінювань, суджень і міжособистісної взаємодії.

Було виявлено, що наразі актуальним є чітке визначення терміну «кваліфікація», що пояснюється цілим рядом важливих для системи вищої освіти подій: прийняттям нового Закону України «Про вищу освіту» [286], впровадженням Національної рамки кваліфікацій, що була затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341 [242], введенням додатку до диплому європейського зразка (*Diploma Supplement*) і нового класифікатора професій [298].

У широкому значенні *кваліфікацією* (від лат. *qualis* – якість) називають ступінь здатності до здійснення якого-небудь виду праці, а також рівень професійної майстерності. Кваліфікація виражається рівнем підготовки, досвіду, знань, необхідних для виконання конкретної роботи. Кваліфікація присвоюється після закінчення навчального закладу, крім того, її можна вдосконалювати у процесі роботи. Показником кваліфікації працівника може бути розряд, категорія, диплом, наявність звання або наукового ступеня. На багатьох великих підприємствах і установах створена система (курси) підвищення кваліфікації працівників, де вони освоюють нові спеціальності або підвищують вже наявний професійний рівень. Кваліфікація є найважливішою соціально-економічною характеристикою працівника [299].

Е. Ф. Зеєр визначає кваліфікацію як сукупність соціальних і виробничих кваліфікаційних вимог, що ставляться до соціально-особистісних і професійних здібностей людини [120]. Водночас В. І. Байденко вважає, що кваліфікація, на

відміну від компетенції, «означає переважання рамкової діяльності у стійких полях і алгоритмах». Відображаючи структуру цього поняття, автор зазначає, що «кваліфікація переходить як одна з ключових груп у структуру компетенції» [18].

Відповідно до рекомендацій Європейського парламенту та Ради Європи від 23 квітня 2008 р. щодо запровадження Європейської рамки кваліфікацій для навчання впродовж життя *кваліфікація* визначається як «формальний результат оцінювання ..., який отримується, коли компетентний орган встановлює, що особа досягла результатів навчання у відповідності з визначеними стандартами» [491]. Європейська рамка кваліфікацій для навчання впродовж життя є загальним системним описом восьми кваліфікаційних рівнів, які охоплюють весь спектр кваліфікацій, здобутих у процесі формальної, неформальної та інформальної освіти. Рамка є інструментом для поліпшення розуміння, порівняння, ідентифікації і визнання існуючих та запровадження нових кваліфікацій у різних країнах Європи. Опис кваліфікаційних рівнів здійснюється у термінах знань, умінь і компетенцій (у їх розумінні як відповідальності й автономності).

Національна рамка кваліфікацій – інструмент вимірювання кваліфікацій – системний і структурований відповідно до компетенцій опис кваліфікаційних рівнів, який призначений «для використання органами виконавчої влади, установами та організаціями, що реалізують державну політику у сфері освіти, зайнятості та соціально-трудова відносин, навчальними закладами, роботодавцями, іншими юридичними і фізичними особами з метою розроблення, ідентифікації, співвіднесення, визнання, планування і розвитку кваліфікацій» [242]. Її впровадження має на меті: 1) введення європейських стандартів та принципів забезпечення якості освіти з урахуванням вимог ринку праці до компетентностей фахівців; 2) забезпечення гармонізації норм законодавства у сфері освіти та соціально-трудова відносин; 3) сприяння національному і міжнародному визнанню кваліфікацій, здобутих в Україні; 4) налагодження ефективної взаємодії сфери освітніх послуг та ринку праці [202].

У Національній рамці кваліфікацій України, затвердженій 23 листопада 2011 р., кваліфікаційні рівні описуються такими ключовими компетенціями / компетентностями: знання, уміння, комунікація, автономність і відповідальність, інтегральна компетентність [287].

Виходячи із здійсненого аналізу під *кваліфікацією* у дисертаційній роботі розумітимемо, відповідно до означення, наведеного в [REF_Ref415858572 \r \h 106, С. 381], найважливішу соціально-економічну характеристику працівника, яка є вираженням ступеня його придатності до здійснення певної професійної діяльності, що задекларована визначеними нормативними документами.

Отже, у відповідності до сучасних соціально-економічних вимог здатність і готовність майбутнього фахівця до здійснення певного виду професійної діяльності визначається сформованістю певних професійно-особистісних характеристик (компетенцій / компетентностей), які, як показав проведений нами аналіз, мають ознаки *технологічності*.

1.1.3. Технологічна компетентність майбутнього інженера

Проведений нами аналіз літературних та інформаційних джерел виявив, що сучасний стан професійної компетентності майбутніх інженерів характеризується недостатньою їх готовністю до виконання завдань, пов'язаних з швидким технологічним розвитком усіх галузей промисловості.

Уявлення про виробничі процеси як технології, які виступають в якості вираження досягнутого рівня суспільно-економічного розвитку, упровадження наукових досягнень у виробничу діяльність, найважливіший показник високого професіоналізму діяльності, стало визначальною рисою сучасного матеріального виробництва. Термін «технологія» і «технологічний підхід» застосовується нині і до соціальних процесів, таких як освіта і культура. Наприклад, технологічний підхід у освіті передбачає точне інструментальне керування навчальним процесом і гарантоване досягнення поставлених цілей [101].

На думку низки дослідників технологічний підхід, в основу якого покладено моделювання процесу досягнення мети, відкриває ряд можливостей для концептуального і методологічного освоєння різноманітних аспектів освітньої та соціальної дійсності і матеріального виробництва, бо надає можливості [32,101, 439]:

- комплексно розв'язувати проблеми матеріального і духовного виробництва, забезпечувати для них оптимальні умови;
- ефективно використовувати різноманітні наявні ресурси;
- обирати найбільш дієві з нині існуючих і розробляти нові технології та моделі для розв'язання різного роду виробничих завдань;
- зменшувати ефект впливу на людину і виробничі процеси несприятливих факторів різноманітного походження;
- з високою імовірністю передбачати результати діяльності;
- аналізувати та систематизувати наявний досвід, ґрунтуючись на наукових засадах.

Орієнтація інженерної освіти на компетентнісний підхід (див. далі п. 2.1) сприяє формуванню нових понять, які визначають якість підготовки фахівців. Так, широкого ужитку набуло поняття *професійної компетентності інженера*, яким описують якість особи з вищою технічною освітою, яка формується у процесі навчання і розвивається упродовж здійснення виробничої діяльності.

Професійна компетентність нині визначається сукупністю ключових, базових і спеціальних професійних знань, умінь і навичок, які характеризують здатність фахівця до самостійного здійснення виробничих функцій і виконання завдань, «дотримання екологічної безпеки організації праці колективу та галузевих вимог до якості продукції, проведення наукових досліджень і впровадження їх результатів, відповідальність за виконувані дії, націленість на постійну самоосвіту і самовдосконалення в умовах всесвітніх соціально-економічних глобалізаційних процесів» [280].

Досліджуючи сутнісні характеристики професійної компетентності інженера, І. Д. Белоновська зазначає, що вони принципово відрізняють інженерну від усіх інших видів професійної діяльності, що дає підстави для правомірності трактування терміну «інженерна компетентність» як інтегративної якості особистості, пов'язаної з необхідністю постійного самовдосконалення, що

виражається у готовності розв'язувати актуальні інженерні завдання, усвідомлюючи їх соціальну значущість і особисту відповідальність за результати діяльності. На думку цього автора в основу інженерної компетентності покладено інтелектуальні здібності особистості, які можуть бути розвинені через загальну, неформальну та інформальну освіту й у процесі соціалізації. Крім того, І. Д. Белоновська вважає, що до структури інженерної компетентності входять концептуальна, спеціальна, контекстуальна, функціонально-технологічна, адаптивна, аксіологічна, екстремальна, комунікативна, соціальна, особистісна, індивідуальна та інтегрована складові [28].

Аналізуючи аспекти професійної компетентності майбутніх інженерів-технологів, Л. З. Тархан зазначає, що ця особистісна характеристика є мірою оволодіння професійною діяльністю, «яка характеризується глибоким знанням властивостей предметів праці, що перетворюються, вільним володінням засобами виробництва і навчання, здатністю здійснювати складні, доцільні з точки зору культури, види дій» [399].

Сукупність професійних завдань майбутнього інженера, пов'язаних зі сформованістю критичного і технологічного способу мислення фахівців, у яких може бути виявлена категорія «технологічна компетентність», є численною, що ускладнює чітке її трактування і пояснює відсутність на сьогодні однозначного семантичного компонента цього поняття.

Розглянемо ґенезу понять критичного і технологічного мислення, які складають основу інженерного типу цієї розумової діяльності і також певним чином впливають на сформованість технологічної компетентності майбутнього фахівця.

Отже, мислення – загальнонаукове поняття, яке є відображенням розумової пізнавальної і проектної діяльності особистості, яка має мотив, мету, технології, план (систему) дій і операцій, результат і контроль результату [307]. Основними видами розумових дій є порівняння, синтез, абстракція, конкретизація, індукція, дедукція, класифікація і узагальнення [42].

Водночас інженерне мислення являє собою специфічну форму активного відображення морфологічних і функціональних взаємозв'язків предметних структур практики, яка спрямована на задоволення технічних потреб у знаннях, способах, заходах, прийомах з метою створення технічних засобів і технологій [75].

В умовах глобалізації, технологізації та інформатизації суспільства будь-якій діяльності притаманні риси *технологічності*, тобто така діяльність являє собою раціонально організовану сукупність певних процедур, які забезпечують отримання необхідного результату у реальному соціокультурному середовищі. Як зазначають В. П. Овечкін і Я. В. Чуб, висока продуктивність і конкурентна спроможність фахівця, ступінь самореалізації і його «стійкість як суб'єкта культурно-технологічного і професійного розвитку залежать, насамперед, від його творчого розвитку, ступеня сформованості професійного технологічного мислення, яке...являється основою професійної компетентності і компетенцій фахівця» [258].

Категорію *технологічного мислення* трактують як складову компоненту інженерного мислення, яка характеризує здатність фахівця до здійснення, реалізації перетворювальної діяльності із створення технічних, технологічних об'єктів і їх похідних. Технологічне мислення передбачає пошук оптимальних засобів перетворення матерії, енергії та інформації у потрібний для людей продукт. Цей психолого-інтелектуальний процес є основоположною якістю будь-якого фахівця і пов'язаний з діяльністю, яка має на меті раціонально-упорядковане перетворення певного об'єкта [258]. Визначальними ознаками наявності у майбутнього інженера *технологічного мислення* є такі.

1. Усвідомлення пізнання і перетворення оточуючої реальності для потреб людини. Метою при створенні нового об'єкта або наданні йому нових якостей у цьому випадку є пошук відповіді на запитання «як?», а не «що?». Нами досліджено, що комплексний багатоаспектний характер знань можна розділити на три складові:

- гностичну (розпізнавати, розрізняти, ідентифікувати, визначати, оцінювати);
- пошукову (створювати, придумувати, знаходити нові способи вирішення задач, порівнювати, аналізувати);
- перетворювальну (змінювати, опрацьовувати, конструювати, обслуговувати, впливати, набувати, зміщувати, організовувати, діяти, упорядковувати).

2. Розумові процедури, пов'язані з виявленням, усвідомленням (аналізом) суперечностей проблемної ситуації (задачі), з'ясуванням і формулюванням частинних завдань, пошуком можливих варіантів їх розв'язання з урахуванням конкретних, швидкозмінних умов, добором найкращого варіанту, побудовою схеми його випробування і практичної реалізації.

3. Уміння оцінювати власну діяльність та її результати на основі рефлексії, швидкого переходу від одного рівня узагальнення на інший, аналізу і прогнозування економічних, екологічних наслідків, побудови образу оптимального кінцевого результату діяльності [426].

Обов'язковими умовами ефективності технологічного мислення є виявлення й аналіз проблемної ситуації, конкретизація її суперечностей, з'ясування множини можливих рішень; врахування чинників впливу надсистеми (перш за все, характеру і динаміки змін у середовищі); виявлення, прогнозування і врахування можливих наслідків діяльності [258].

Чітке визначення категорії «технологічне знання» подано В. Д. Симоненком, який трактує його як «знання про способи перетворювальної діяльності, що містять знання про засоби, предмети і результати цієї діяльності» [323].

Креативність, яка дає можливість розв'язувати задачу відповідно до декількох варіантів, знаходити у множині можливих рішень такі, яких не було раніше, – найважливіша якість особистості майбутнього інженера, якому притаманне розвинене технологічне мислення [426].

Іншим чинником, який безпосередньо стосується ТКМІ, є наявність розвиненого *критичного мислення*, спрямованого на здобуття нового знання на

основі вже відомого з фундаментальних і техніко–технологічних дисциплін, які мають виражений інноваційний потенціал. Специфіка інженерної діяльності передбачає не тільки процес генерування технічних ідей, а й, завдяки розвиненому критичному мисленню, забезпечення всього ланцюжка технологічних процесів, технологічних інновацій, зацікавленості у вирішенні проблем соціальних наслідків техніко–технологічного розвитку, освіти та виховання [179].

З кожним роком діяльність інженера все більше орієнтується на виконання професійних завдань, що вимагають уміння мислити категоріями процесу, здатності гнучко визначати і коригувати цілі з урахуванням нових, часом непередбачуваних обставин. Критичне мислення характеризує здатність фахівця залучати знання із різних галузей для пошуку розв'язку виробничої проблеми з урахуванням відповідності певним критеріям. Воно не означає негативність мислення і критику, як може здатися на перший погляд, натомість виражає здатність аналізувати відомості (дані) з позицій логіки і особистісно–психологічного підходу з метою застосування здобутих результатів для вирішення як стандартних, так і нестандартних ситуацій, питань і проблем [114].

Критичне мислення, вважає І. О. Загашев, передбачає оцінювання власне розумового процесу – ходу міркувань, які призвели до появи певних висновків або тих чинників, які було враховано при прийнятті рішення. Наявність сформованого критичного мислення є професійно–значущою якістю інженера, який, на відміну від пізнавальних завдань студента технічного університету, розв'язує технічні задачі – завдання з невизначеною областю пошуку. В умовах багатьох таких завдань недостатньо даних, іноді їх більше за необхідну кількість, а ще частіше вони взагалі відсутні. Іншою важливою особливістю технічних завдань є можливість багатоваріантності рішень, що передбачає критичний добір найбільш раціонального вирішення даної технічної задачі.

Дослідження категорії «технологічна компетентність», яка базується на набутті певних соціально–особистісних, інструментальних, загальнонаукових та професійних компетенцій / компетентностей, виявило її як елемент у складі професійної компетентності інженера. Так, Н. М. Манько вважає за необхідне доповнити структуру професійної компетентності новою компонентою, яку називає технологічною компетентністю, і визначає її як функціональну систему креативно–технологічних знань, здібностей і стереотипів діяльності з перетворення дійсності за допомоги специфічних інструментів [212].

Більшість дослідників ознаками технологічної компетентності вважає: 1) поглиблене знання широкого спектру технологій; 2) постійне оновлення знань з даної проблеми для успішного виконання професійних завдань; 3) раціональне поєднання змістової і процесуальної компонент. С. М. Кашкін зазначає, що технологічна компетентність передбачає наявність у майбутнього фахівця знань сучасних технологій як у виробничій сфері, так і у сфері міжособистісного спілкування, досвід їх практичної реалізації на основі технологічних знань, технологічних умінь і усвідомлення особистісної значущості професійної діяльності [143].

Дві інтегровані групи елементів у структурі педагогічної системи, реалізація яких потребує наявності низки умінь, що стосуються технологічної компетентності, вирізняє В. П. Беспалько. Перша з них визначає і формує виробничу задачу (мету і зміст діяльності), а інша характеризує власне технологію розв'язання задачі (процеси, засоби, організацію) [32].

О. І. Нікіфорова вирізняє такі основні ознаки сформованості технологічної компетентності у майбутніх вчителів: точність і конкретність у формулюванні цілей; адекватність застосованих методів, прийомів і способів для досягнення запланованих результатів; оптимальність структури діяльності для досягнення запланованих результатів; достатність обраного змісту для реалізації діяльності, яка забезпечує запланований результат; відповідність реальних «видимих», результатів меті; прогностична здатність застосованих методів, прийомів та засобів [251].

У понятті технологічної компетентності О. О. Харченко виділяє такі якості: інтегративний і творчий характер, високу ефективність результату, спрямованість освіти на практичне застосування, співвідношення критеріїв ціннісно-змістовних характеристик особистості, формування мотивації до самовдосконалення, академічну мобільність [423].

Поетапному формуванню технологічної компетенції студентів-технологів у процесі викладання спеціальних дисциплін присвячено дослідження І. Г. Матросової [218], в якому автором була створена процесуальна модель відповідної методичної системи, що складалася з мотиваційно-орієнтаційного (початкового), когнітивного (формуючого) та рефлексивного (заключного) етапів. Водночас дослідниця виокремлює у складі технологічної компетентності студентів-технологів дві компоненти: діяльну (професійно-значущі знання, уміння і навички) і особистісну (професійно-значущі особистісні якості).

Досліджуючи структуру педагогічної системи, В. П. Беспалько [32], О. І. Нікіфорова [251] та Л. З. Тархан [399] констатують, що технологічна компетентність є компонентом цілісної професійно-особистісної структури і характеризує здатність виокремлювати основне у виробничому завданні і знаходити способи його оптимального вирішення.

Показниками сформованості технологічної компетентності інженера-педагога, на думку Л. З. Тархан, є рівень сформованості таких, виокремлених нею, складових: конструктивних, графічних, інформаційних, технологічних компетенцій, розрахункових знань, умінь і навичок, що пов'язані з певним визначеним рівнем наявного професійного досвіду. Даючи означення технологічної компетентності інженера-педагога, ця авторка зазначає, що зазначена категорія характеризує здатність «ефективно використовувати систему знань, умінь і навичок...у конкретних ситуаціях» і пов'язана з «набуттям майбутнім педагогом необхідних особистісних якостей» [399].

Дослідження В. Е. Штейнберга [439], Н. М. Манько [212], А. О. Вербицького [50], Л. А. Ядвіршис [448], присвячені технологічній компетентності вчителя, вказують на те, що до її складу входять професійний, когнітивно-творчий, аналітичний, аксіологічний (ціннісно-змістовий), методичний, рефлексивний, прогностичний, оцінний, комунікативний і

соціальний компоненти.

Технологічна компетентність, зазначає О. Ю. Плескачова, у своїй структурі містить два види компетенцій: інваріантні (комплекс універсальних, узагальнених, фундаментальних знань, умінь і навичок, які забезпечують працездатність фахівця у технічному середовищі) та предметно–перетворюючі (розрахунково–конструкторська, сервісно–експлуатаційна, монтажно–налагоджувальна тощо) [279].

Нами виявлено, що синонімом досліджуваного нами поняття «технологічна компетентність» є широко уживане у англійській мові *technological literacy*. У трактуванні закордонних дослідників воно означає «здатність розуміти і оцінювати технології» [478]. Дещо інакшим є його трактування, подане на мережевому ресурсі департаменту освіти штату Колорадо, в якому *technological literacy* визначається як уміння відповідально використовувати відповідні технології у спілкуванні, вирішенні проблем, здійсненні доступу, управлінні, інтегруванні, оцінюванні, проектуванні і створенні даних для ефективного навчання у всіх предметних галузях, що є основою набуття знань і навичок упродовж всього життя у ХХІ ст. [502].

На підставі ґрунтовного дослідження дефініції «технологічна компетентність» С. Ф. Ехов подає таке всеосяжне означення, на підставі якого цю категорію слід розглядати як «психологічну, моральну і практичну здатність суб'єкта ... здійснювати продуктивну перетворюючу ... діяльність, використовуючи різноманітні технології, обираючи з них найоптимальніші для вирішення конкретних професійних задач, на основі застосування фундаментальних і прикладних технологічних знань і усвідомлення себе як суб'єкта професійної діяльності» [447].

Технологічну компетентність як складову соціально–професійної компетентності випускника вищого навчального закладу або рівень освіченості майбутнього фахівця, який виражається у його здатності і готовності ефективно розв'язувати професійні проблеми з використанням різноманітних технологій, визначає А. В. Коклевський. Автор також вважає, що під технологічною компетентністю слід розуміти сукупність знань, умінь і досвіду фахівця, що забезпечує застосування різноманітних технологій для розв'язання різноманітних професійних задач, а в основу відповідної педагогічної технології ним покладено проблемно орієнтоване навчання, ігрові технології, розроблення проектів, метод аналізу конкретних ситуацій [159].

Аналізуючи проблеми підготовки майбутніх інженерів–педагогів швейної промисловості, С. З. Хаялієва доходить висновку, що технологічна компетентність є складовою професійної компетентності фахівця, яка «спрямована на формування якостей особистості, необхідних для реалізації педагогічної діяльності і розв'язання різноманітних технологічних задач, успішного виконання технологічної діяльності з умінням прогнозувати і аналізувати її» [424].

Отже, проведений нами аналіз дає підстави для висновку, що під технологічною компетентністю майбутнього інженера у проведеному дослідженні ми будемо розуміти компоненту професійної компетентності

випускника вищого технічного навчального закладу, яка визначається комплексом когнітивних, операційно-діяльнісних та рефлексивно-аналітичних умінь, опосередкованих ціннісно-мотиваційними настановами особистості, і виражається в його готовності ефективно виконувати виробничі функції на основі оптимального використання технологій.

У ході проведеного дослідження було зроблено висновок про те, що виявлення, ідентифікація та структурування складових частин технологічної компетентності, яка характеризує професійну модель майбутнього інженера (див . п. 2.1), є актуальною проблемою, необхідність розв'язання якої відображає сучасні суспільно-значущі вимоги до фахівця у галузі техніки і технологій і потребує залучення ефективних підходів.

Отже, даний етап дослідження виявив одне з протиріч, розв'язання яких покладене в основу дисертаційної роботи. Його сутність у тому, що ТКМІ, з однієї сторони, є затребуваною актуальною характеристикою фахівця техніко-технологічного напрямку підготовки, а з іншої – орієнтація на її формування як результату освітньої діяльності не задекларована чинними нормативними документами, які визначають зміст і організацію навчального процесу у вищих технічних навчальних закладах.

1.1.4. Комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту

У філософському словнику за ред. В. І. Шинкарука знаходимо, що експеримент (дослід) – «форма пізнання об'єктивної дійсності; спосіб чуттєво-предметної діяльності у науці, коли явища вивчають за допомогою доцільно обраних чи штучно створених умов, що забезпечують перебіг у чистому вигляді тих процесів, спостереження за якими необхідне для встановлення закономірних зв'язків між явищами» [421, С. 127]. Там же зазначено, що в умовах науково-технічної революції (у постіндустріальному суспільстві це є ще більш виразним), «коли наука стає безпосередньою продуктивною силою, роль експерименту... особливо зростає».

Про експеримент як метод наукового пізнання, «що передбачає цілеспрямований процес отримання об'єктивних наукових даних щодо сутності, динаміки й особливостей існування та розвитку досліджуваних явищ» йдеться в «Енциклопедії освіти» [106, С. 255]. Відповідно до умов проведення розрізняють лабораторний (у штучно організованих умовах) та природний експеримент.

Природничо-технічне знання здобувається дослідним шляхом, а фізичний експеримент є одним з основних методів наукового дослідження, який набув значного поширення у XVI–XVIII ст. з появою науково-природничих теорій [421, С. 117].

Родоначальником фізичного експерименту вважають Г. Галілея [20, С. 18]. Фізичний експеримент (дослід) суттєво відрізняється від спостереження за структурою тим, що у ньому наявні спеціальні матеріальні засоби (експериментальні установки і прилади), за допомогою яких здійснюється вплив на досліджувані об'єкти або процеси.

Експериментальні фізичні дослідження поділяються відповідно до основних завдань на дві групи: експерименти, завданням яких є емпірична

перевірка певних гіпотез або теорій, та пошукові, метою яких є збирання необхідної попередньої інформації «для побудови або уточнення певних припущень, здогадок» [20, С. 19].

Експерименти також поділяють на якісні і кількісні, останні з яких передбачають «точне вимірювання всіх визначальних факторів певного процесу з наступним математичним опрацюванням результатів вимірювань» [186, С. 32].

Конкретні експериментальні дослідження потребують ретельного планування, визначення структури і побудови моделі, а на заключному етапі велику роль відіграє інтерпретація отриманих результатів дослідження.

Фізичний експеримент як первинне джерело пізнання, як критерій істинності гіпотез і як засіб формування особливої категорії експериментальних навичок, має вирішальне значення для пізнання навколишньої природи і, зокрема, техніко–технологічної реальності, що є визначальним для світогляду і професійної компетентності майбутнього інженера [294, С. 312]. Це – джерело знання, метод навчання і засіб наочності одночасно [172, С. 23]. Фізичний експеримент визначають також як метод загальноосвітньої і політехнічної підготовки [55].

Теоретичні та емпіричні методи дослідження перебувають у діалектичному взаємозв'язку і взаємодії, а з бурхливим розвитком тріади «наука–техніка–технології» сфера експериментальних досліджень постійно розширюється, охоплюючи дедалі складніші явища і процеси, у тому числі техніко–технологічні.

У нашому дослідженні ми розглядатимемо *фізичний експеримент* як спосіб пізнання природи шляхом відтворення досліджуваних явищ і процесів у спеціально створених умовах, який супроводжується точними (по можливості) вимірюваннями і математичною обробкою даних.

Проведений нами аналіз поняття «система», дав можливість з'ясувати, що ним користуються для характеристики цілісного об'єкта, про який неможливо отримати просте уявлення. Показано, що існує понад 30 визначень категорії «система» [267, С. 34]. Найпростішим і водночас найзагальнішим, на нашу думку, є означення *системи* як сукупності елементів, певним чином пов'язаних і взаємодіючих між собою з метою виконання заданих цільових функцій [152].

Використання у фізичному експерименті різноманітних матеріально–технічних засобів і технологій, які взаємодіють між собою, дає підстави вважати його певною складною структурою – *системою фізичного експерименту*.

Як зазначає С. У. Гончаренко, комп'ютеризація навчання означає використання персонального комп'ютера (ПК) «у навчальному процесі з різною метою» [72], а комп'ютерно орієнтовані системи навчання складаються з технічного, програмного і навчально–методичного забезпечення.

Інформаційно–комунікаційні технології (ІКТ) (від англ. Information and communications technology, ICT) – це узагальнений термін, який підкреслює значення уніфікованих технологій та інтеграцію телекомунікацій (телефонних ліній та бездротових з'єднань), комп'ютерів, програмного забезпечення, накопичувальних та аудіовізуальних систем, які дозволяють користувачам

створювати, отримувати доступ, зберігати, передавати та змінювати інформацію [55]. Як зазначено в [108], ІКТ складаються з інформаційних технологій, а також телекомунікацій, медіа-трансляцій, усіх видів опрацювання аудіо- і відеоматеріалів, передачі, мережевих функцій управління та моніторингу.

Дослідження теоретичних і методичних засад комп'ютерно орієнтованих засобів і технологій навчання, відповідних методичних систем здійснено у працях В. Ю. Бикова [REF_Ref377077138 \r \h 34], Б. С. Гершунського [REF_Ref415891649 \r \h 63], А. М. Гуржія [REF_Ref415891605 \r \h 86], М. І. Жалдака [REF_Ref411696908 \r \h 108], Є. С. Полат [REF_Ref388394739 \r \h 96], Ю. М. Рамського [REF_Ref415892273 \r \h 297], О. М. Спіріна [REF_Ref415124317 \r \h 387], Ю. В. Триуса [REF_Ref412919739 \r \h 412], С. М. Яшанова [REF_Ref377858608 \r \h 453] та ін. Аналіз навчально-виховного аспекту використання комп'ютерно орієнтованих систем у дидактиці вищої і середньої здійснено В. П. Беспальком [REF_Ref377858350 \r \h 32], І. С. Войтовичем [REF_Ref388178809 \r \h 56], Ю. А. Жуком [REF_Ref411695873 \r \h 161], Л. А. Карташовою [REF_Ref411700105 \r \h 139], В. В. Лапінським [REF_Ref411859628 \r \h 191], Л. Л. Макаренко [REF_Ref414173310 \r \h 209], Ю. І. Машбицем [REF_Ref415891750 \r \h 221], Н. В. Морзе [REF_Ref415892194 \r \h 237], С. О. Семеріковим [REF_Ref414103039 \r \h 317], І. С. Чернецьким [REF_Ref417661911 \r \h 432] та ін.

ІКТ як проміжну ланку, з одного боку, між інформатикою і будь-яким комп'ютерно інтегрованим виробництвом (інформатичними системами, комунікаційними мережами, автоматизованими комплексами тощо), а з іншого – як інтелектуальну технологію, необхідну для формалізації і розв'язування задач у певних предметних галузях, трактує О. М. Спірін [387].

Основними принципами ІКТ, як зазначає Л. А. Карташова, є: інтерактивний режим роботи з ПК; інтегрування з іншими програмними продуктами; гнучкість процесу зміни постановок завдань і даних. Завдяки розвиненості та досконалості ІКТ активно використовуються у різноманітних освітніх середовищах [139].

Проводячи аналіз поняття ІКТ в освіті О. М. Спірін доходить висновку, що у навчанні використовуються два види таких технологій: робота з даними (інформатичні технології) й інтелектуальні технології (дидактичні, технології самоосвіти), що покликані підвищувати інтелект людини [387]. Там же автор пояснює, що «будь-яка педагогічна технологія – це інформаційна технологія, оскільки основу технологічного процесу навчання становить інформація».

Аналіз науково-педагогічної літератури виявив відмінності у визначенні поняття «ІКТ навчання». Найбільш повно, на нашу думку, окреслює його зміст і функції В. Ю. Биков [34], зазначаючи, що ІКТ навчання є моделлю, яка у формалізованій формі відображає зміст і методику (розв'язання дидактичних завдань або їх фрагментів) навчання з використанням педагогічних програмних засобів на основі використання ПК, відповідних інформаційних і телекомунікаційних мереж. На необхідності використання ІКТ у навчанні для досягнення ефективної реалізації дидактичних цілей останнього наголошується в колективній праці [161] і у роботі В. В. Лапінського [191].

Теоретичні засади ІКТ ґрунтуються на найважливіших поняттях й законах інформатики. До методів ІКТ належать моделювання, системний аналіз, системне проектування, методи передачі, збору, продукування, накопичення, збереження, опрацювання, передачі та захисту інформації. Засоби ІКТ поділяють на апаратні (ПК і його периферія, локальні та глобальні мережі) і програмні (системні, прикладні, інструментальні) [116].

Комп'ютерно орієнтовані методи є сучасними потужними комплексними чинниками у навчанні технічних дисциплін з використанням системи фізичного експерименту, що пояснюється можливістю реалізації низки можливостей, серед яких вирізняються такі:

- постановка автоматизованого експерименту на основі застосування засобів ІКТ;
- швидке опрацювання результатів натурального фізичного експерименту з використанням методів апроксимації, інтерполяції, статистичних методів тощо;
- репрезентація результатів експерименту у різних формах, створення графічної і табличної лабораторної звітності;
- візуалізація процесів на підставі їх математичної моделі;
- дослідження явищ і процесів на їх комп'ютерній моделі з «втручанням суб'єкта навчальної діяльності в динаміку «екранної події»» [161].

Розглядаючи комп'ютерно орієнтовану методичну систему навчання, Ю. В. Триус визначає її як методичну систему навчання, яка забезпечує цілеспрямований процес здобування знань, набуття умінь і навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності суб'єктом навчання і розвиток творчих здібностей на основі широкого використання ІКТ. Комп'ютерно орієнтоване лабораторне заняття на думку цього дослідника – «це вид навчальної діяльності, пов'язаний з виконанням досліджень за допомогою лабораторного обладнання із застосуванням комп'ютера» [412].

С. М. Горобець вважає, що до цієї ж категорії належить «дослідження процесів і явищ за допомогою комп'ютерних програм аналітичного або імітаційного моделювання» [74]. Водночас М. І. Жалдак наголошує на гармонічному поєднанні комп'ютерно орієнтованих і традиційних технологій навчання [108].

Таким чином, проведений нами аналіз дає підстави для визначення *комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту* як цілісного об'єкту, взаємодіючими елементами якого є фізичне лабораторне дослідження і програмно-апаратні засоби ІКТ, що використовуються для вимірювань і математичного опрацювання даних.

1.2. Еволюція інженерної діяльності і місія технічного університету у сучасних умовах

Як філософська проблема інженерна діяльність являє собою тип інтегративної активності людей у сфері матеріального виробництва. Відомий дослідник у галузі філософії науки і техніки В. С. Стьопін визначає категорію «інженерія» (від лат. *ingenium* – здібність, винахідливість) як галузь людської інтелектуальної діяльності із застосування досягнень науки для розв'язання конкретних проблем людства [391]. У вузькому розумінні інженерія – це використання матерії, енергії й абстрактних об'єктів для створення конструкцій, машин і обладнання, призначених для виконання конкретних функцій або завдань [75].

Еволюція інженерної діяльності являє собою неперервний процес, в ході якого відбувається взаємодія й удосконалення теоретичних та емпіричних методів керування науково-технічними досягненнями людства [414]. Через інженерну діяльність, зокрема, наука упроваджується у виробництво, що характеризує певну стадію розвитку цивілізації, і, як зазначає В. П. Андрущенко, обумовлюється міцністю взаємозв'язку у системі «наука-техніка-виробництво» [12].

Відповідно до визначення, яке пропонує філософський словник, інженерна діяльність (від фр. *ingenieur*) – основний вид діяльності, у межах якої в цивілізації, що отримала назву техногенної, до останнього часу створювалася техніка [REF_Ref354513788 \r \h 417]. На сьогодні техніка дедалі більше породжується у сфері технології у її широкому розумінні, яка включає в себе як технічну, так й інженерну діяльність [416]. На думку дослідника А. В. Ульянова, структура сучасної інженерної діяльності є комплексною філософською проблемою тому, що в ній здійснюється пошук оптимального застосування техніки і технологій для вирішення як поточних, так і стратегічних виробничих завдань і, водночас, вона є рушієм упровадження у теорію і практику виробництва культурологічних цінностей, нових алгоритмів, формування нових функцій для потреб постіндустріального суспільства [414].

Нами з'ясовано, що процес інженерної діяльності охоплює: визначення потреби, вироблення і прийняття рішення, підготування, упровадження і регулювання виробництва, задоволення суспільно-економічної потреби [75]. У ході проведеного дослідження також визначено, що стадіями інженерної діяльності є: винахід, проектування, у ході якого ідеальна модель втілюється у робочих кресленнях; конструювання як матеріальне втілення винаходу у технічному пристрої; промислове освоєння і впровадження у виробництво; утилізація.

До істотних ознак інженерної діяльності належать:

- діяльність у сфері матеріального виробництва або діяльність, яка спрямована на розв'язання завдань матеріального виробництва;
- практична діяльність, тобто діяльність з реально існуючими об'єктами або їх моделями, у тому числі й віртуальними (на відміну від теоретичної чи духовної, де існують уявні, ідеальні об'єкти);

- процес перетворення природного у соціальне, природного у штучне; розв'язання суперечності між об'єктом (природою) і суб'єктом (суспільством);
- перетворення речовини, енергії та інформації для виявлення структурних і функціональних взаємозв'язків інженерних споруд, технічних засобів і організаційних форм технологій;
- проміжний стан між теорією і практикою (праця інженера є розумовою працею у сфері матеріального виробництва) [390].

Отже, *інженерна діяльність* реалізується через застосування наукових знань і практичного досвіду (інженерних навичок, умінь) з метою створення (перш за все, проектування) наперед заданих (найчастіше – технологічних) процесів і технічних об'єктів, що відтворюють ці процеси.

Було виявлено, що створення штучної раціональності, а відповідно й інженерна діяльність, – творчі процеси, які мають певну структуру та відповідні етапи:

- критичне осмислення техніко–технологічного завдання на основі вже існуючих експериментальних матеріалів і логічних міркувань, на підставі чого викристалізовується проблемна ситуація;
- формування нової технічної ідеї, вихід за межі безпосередньо відомих даних;
- розроблення нової штучної реальності: схематизація нової ідеї в ідеалізованій моделі, побудова структурної і функціональної схеми майбутнього технічного об'єкта;
- конструювання – перехід на основі математичних і технічних розрахунків до створення реальної розробки;
- втілення винаходу у вигляді нового технічного об'єкту (артефакту).

У Великій радянській енциклопедії [43] і словнику іншомовних слів [377] поняття «інженер» визначається як «фахівець з вищою технічною освітою».

Інженер, за означенням В. І. Рейзліна, – особа, яка постійно та професійно практикує інженерію, – використовує уяву і досвід, здатність аналізувати й оцінювати, застосовує свої знання для проектування, будівництва, експлуатації й удосконалення машин і процесів (наприклад, технології виробничих процесів, охорони навколишнього середовища, біотехнології тощо) [301].

Однією з особливостей інженерної діяльності є її належність до творчості – процесу діяльності людини, при здійсненні якої на основі пізнання закономірностей об'єктивного світу створюються якісно нові матеріальні та духовні цінності, будується нова штучна реальність, що задовольняє різноманітні суспільні потреби [192].

В історії становлення і розвитку виробничих сил суспільства на різних етапах проблема інженерної діяльності займає особливе місце, а історія її еволюції є відносно самостійною і не зводиться ні до історії техніки, ні до історії науки [127].

Дослідники сутності й особливостей інженерної діяльності виокремлюють три етапи в її розвитку: 1) класична інженерна діяльність, яка зародилася на ранніх стадіях антропогенезу і виокремилася як окрема професія у період

машинного і мануфактурного виробництва (XVI – XVIII ст.); 2) системотехнічна інженерна діяльність у кінці XX ст., яка пов'язана з дослідженням і проектуванням складних систем «людина–машина»; 3) соціотехнічне проектування (кінець XX ст. – початок XXI ст.) – етап, що характеризується зосередженістю уваги на соціальних і психологічних аспектах діяльності людини (а не на машинних ресурсах). Виокремлення інженерної професії окреслило її місію: створення соціально затребуваної штучної раціональності (об'єктів, середовищ, технологій) з природної на підставі використання природничо–математичних знань і практичного досвіду.

Сутність інженерної діяльності відображається у відповідних функціях, які характеризують її вплив на розвиток рівнів і компонентів виробництва на підставі певних технологічних задач. Склад і послідовність виконання традиційних (класичних) інженерних функцій тривалий час майже не змінювалися з того часу, коли інженерна праця набула статусу професії. Водночас їх зміст багаторазово ускладнювався.

До *зовнішніх* (або соціальних) функцій інженерної діяльності належать гуманістична, соціально–економічна, управлінська, виховна і функція розвитку технічного базису суспільства. *Внутрішні* функції – виробничі функції, які забезпечують розвиток виробництва і його функціонування [79, 80, 81].

До основних внутрішніх (техніко–технологічних) функцій інженера, які розмежовані відповідно до принципів узагальнення та закріплені за певними спеціальностями у ГСВО України, належать такі [301, 82, 79] (рис. 1.1):

- ✓ *дослідницька* функція інженерної діяльності – функція, яка пов'язана зі збиранням, опрацюванням, аналізом і систематизацією науково–технічної інформації з напрямку роботи; вона віддзеркалює процес пошуку принципової схеми технічного засобу або технології, способу «описати» заплановане для розроблення завдання у межах законів природничих і технічних наук; визначення напрямку, який приведе до поставленої мети;
- ✓ *проектувальна* (проектувально–конструювальна) функція є наслідком дослідницької і спрямована на здійснення визначеної послідовності дій щодо синтезу систем або окремих їх складових; *конструювання* є окремим процесом проектування, на якому обґрунтовуються рішення щодо принципу дії та конструкції об'єктів, розроблення документації на їх виготовлення, тобто створення цілісної технічної системи з використанням агрегатів і механізмів, а також адаптації продукту інженерної діяльності до соціальних, ергономічних та інших параметрів артефакту; результатом цього процесу є оформлення технічної ідеї у вигляді креслень робочого проекту;
- ✓ *організаційна* функція спрямована на упорядкування структури і взаємодії складових елементів системи з метою зниження невизначеності, а також підвищення ефективності використання ресурсів і часу; окремим процесом організації діяльності можна вважати планування – часове впорядкування виконання робіт, тобто обґрунтування їх послідовності, тривалості та строків виконання;
- ✓ *управлінська* функція регулювання виробництва орієнтована на досягнення поставленої мети, забезпечення стабільного функціонування і розвитку

- систем завдяки інформаційному обміну; вона реалізується через організацію процесу спільної діяльності робітників для розв'язання конкретного технічного завдання; до фахівця інформаційні потоки надходять через зворотні зв'язки, до об'єкта управління – у вигляді директивних рішень;
- ✓ *контрольна* функція регулювання виробництва спрямована на здійснення контролю у межах своєї професійної діяльності в обсязі посадових обов'язків ;
 - ✓ *технологічна* функція – функція, яка спрямована на втілення поставленої мети за відомими алгоритмами; здійснюючи її, фахівець стає структурним елементом (ланкою) певної технології; технологічна функція пов'язана з пошуком засобів, методів, технологічних процесів і трудових ресурсів для виготовлення продукту з урахуванням мінімізації витрат часу й матеріалів і одночасної оптимізації технічної системи; ефективність виконання цієї функції визначає цінність усієї інженерної праці, попередньо витраченої на створення ідеального технічного об'єкта;
 - ✓ функція експлуатації і ремонту обладнання (*технічна*) пов'язана з налагодженням і технічним обслуговуванням машин, автоматів, технологічних ліній, контролем за режимом їх роботи, тобто виконанням техніко-технологічних робіт;
 - ✓ функція аналізу і технічного прогнозування (*прогностична*) – функція, через яку з'ясовуються технічні суперечності і потреби виробництва, визначення тенденцій і перспектив технічного розвитку; іншими словами, функція, яка дозволяє на основі аналізу здійснювати прогнозування в професійній діяльності.

На думку А. Г. Протасова одними з основних напрямів інженерної діяльності є дослідницький та інноваційний, у межах яких майбутній фахівець повинен уміти «обґрунтувати мету ... дослідження, зробити аналіз стану рішення даної проблеми і оцінити економічну ефективність науково-дослідних та проектних робіт» [293].

Проведений нами ретроспективний аналіз показав, що індустріальне суспільство (третій етап історичного прогресу людства) виникло у ХІХ ст. і зазнало значного розвитку у ХХ ст. внаслідок чотирьох промислових революцій, пов'язаних [263; 301]: у 1750 – 1850 рр. – із розвитком машинного текстильного виробництва; у 1850 – 1990 рр. – із застосуванням парових машин і розвитком залізничного транспорту; у 1875 – 1925 рр. – із широким використанням електрики і створенням важкої промисловості; у 1900 – 1950 рр. – із розвитком автомобілебудування і масового виробництва.

В індустріальному суспільстві суспільно-економічний розвиток здійснюється за рахунок видобутку і промислової переробки природних ресурсів [301]. Для нього характерним є значне зростання промислового та сільськогосподарського виробництва, прискорення розвитку науки і техніки, засобів комунікації; урбанізація, підвищення якості і тривалості життя; істотне підвищення мобільності населення; складна схема розподілу праці у межах країни та у світі у цілому тощо.

У цьому суспільстві промисловість є визначальною, а корпорації і виробництва складають її структуру. Інженери за цих умов розв'язують завдання, пов'язані з їх класичними функціями (рис. 1.1) і утилізацією технічних об'єктів та систем, а розподіл інженерної праці забезпечує найвищу продуктивність.

Нами з'ясовано, що кінець ХХ ст. визначається тріумфом технології і техніки, і водночас кризою філософії технократизму [12]. Недосконалість техніко–технологічних систем й умов їх використання виявили низку принципів питань щодо перспектив і стратегій розвитку суспільства. Наслідком стрімкої науково–технічної та інформаційної революції стало виникнення суспільства (четверта стадія поступу цивілізації), у якому пріоритет від переважного виробництва товарів переходить до виробництва послуг – постіндустріального, а у подальшому – інформаційного суспільства [18]. У цих умовах змінюється як об'єкт інженерної діяльності (ним стає симбіоз людини і машини), так і власне сама діяльність, яка набуває нових рис, які потребують складної організації і управління, бо поруч із галузевою і видовою диференціацією все виразнішою стає інтеграція у системі «наука – техніка – виробництво – інженерні кадри», а фундаментальними чинниками прогресу поруч з професіоналізмом постають знання інформаційних технологій, екологічний світогляд, мовна підготовленість, високі моральні якості та ін. [12].

Інженерна справа стрімко розвивається у техніко–технологічній (оволодіння новими джерелами енергії і створення нових матеріалів), соціальній (перетворення інженерної спеціальності в одну із найпрестижніших), науковій (прогрес інженерії ґрунтується на розвитку технічних наук) сферах. У результаті неперервного процесу удосконалення і взаємодії емпіричних і теоретичних методів керування науково–технічними досягненнями для забезпечення потреб людини і суспільства відбулася еволюція інженерної діяльності, яка нині стає все більш комплексною і інтегрованою, має інноваційний характер. Результати проведеного дослідження етапів формування і трансформації змісту діяльності інженера та його загальнопрофесійної компетентності на різних стадіях розвитку суспільства наведено в таблиці (Див. Дод. А).

Сучасний інженер, маючи у своєму розпорядженні практично неосяжні інформаційні ресурси і потужне програмно–комп'ютерне забезпечення, використовуючи методологічні знання (фундаментальні принципи, методи моделювання, оптимізації тощо), має можливість комплексно підходити до розв'язання усього спектру його професійних завдань: від науково–технічного дослідження до продажу продукту (виробу, технології тощо).

Інноваційна інженерна діяльність передбачає розроблення нової техніки і технологій у формі затребуваного і конкурентоспроможного товару, здатного забезпечити новий соціальний і економічний ефект. Така діяльність є багаторівневою і міждисциплінарною, коли знання передаються із однієї області в іншу, тобто такою, що потребує побудови моделей високого рівня на підставі фундаментального і прикладного аналізу.

Останнє віддзеркалюється у формуванні *інноваційних функцій інженера*, які характеризуються інтеграцією сучасних досягнень природничих, технічних і гуманітарних наук. Інноваційність, у свою чергу, знаходить вираження у тому,

що праця інженера спрямована на створення нової техніки та затребуваних і конкурентоспроможних технологій, що забезпечують новий соціальний та економічний ефект. Власне інновації у техніці і технологіях наразі формуються на межі кількох наукових напрямів досліджень.

На визначній ролі знання майбутнім інженером сучасних ІКТ і прикладних програм для проведення теоретичного інженерного дослідження та створення математичних моделей, які б «забезпечували надійну взаємодію між складовими інженерної системи та її надійне функціонування», наголошує А. Г. Протасов [293].

Нами з'ясовано, що інженерну діяльність початку ХХІ ст. дослідники визначають як системотехнічну [437, 414, 392]. Функція системного проектування спрямована на те, щоб усьому циклу інженерних дій надати комплексний, спрямований характер. Інженер–системотехнік є експертом складних машинно–людських систем [119, 301].

Нами з'ясовано, що функція соціотехнічного проектування, яка виникла внаслідок інтеграції інженерної справи з соціологією, економікою, правом, психологією, екологією тощо, виходячи за межі усталеної схеми «наука–інженерія–виробництво», охоплює різноманітні види соціальної практики: навчання, обслуговування, маркетинг тощо [382].

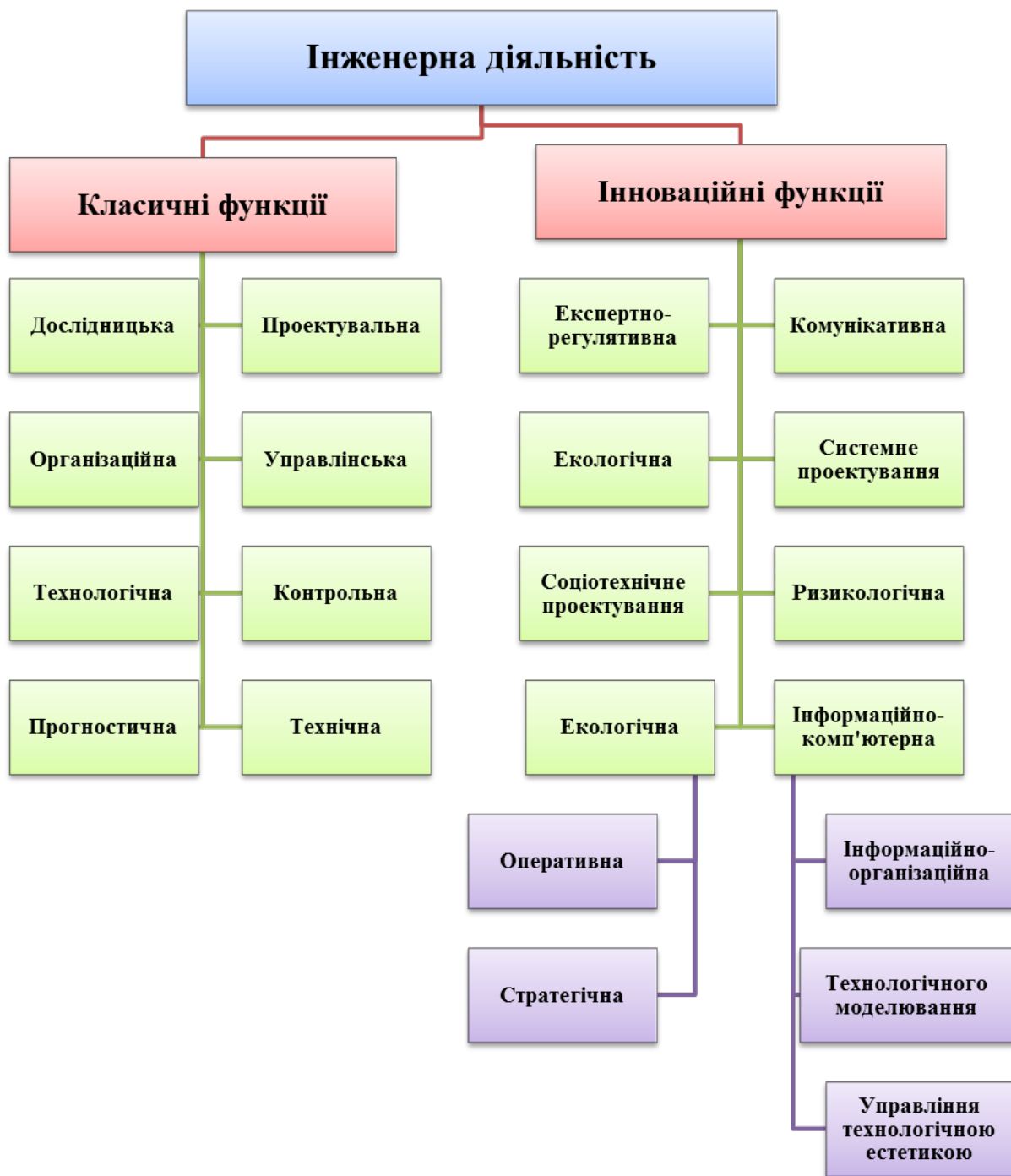


Рис. 1.1. Узагальнені класичні та інноваційні виробничі (внутрішні) функції майбутнього інженера

Внаслідок цього виникли нові форми інженерної і проектної культури, пов'язані з необхідністю організації соціальних умов для впровадження і комфортного використання технічних об'єктів [391]. Соціотехнічне проектування суттєво відрізняється від системотехнічного. Останнє, хоча і спрямоване на дослідження взаємодії «людина–машина», є більш формалізованим і орієнтованим на сферу виробництва. З'ясовано, що інноваційними є також експертно–регулятивна, комунікативна та екологічна

функції інженерної діяльності, а особливого значення набув комплекс інформаційно–комп’ютерних функцій, через які здійснюється автоматизація і комп’ютеризація конструкторських робіт та менеджмент виробництва, що підвищує інтенсивність і якість інженерної діяльності. У складі цієї категорії функцій можна виділити такі їх види:

- ✓ інформаційно–організаційна функція, яка характеризується розробленням і впровадженням системи автоматизованого управління виробництвом для його оптимального функціонування;
- ✓ функція технологічного моделювання, сутність якої виявляється у використанні сучасних комп’ютерних засобів інженерного аналізу для віртуального комплексного проектування;
- ✓ функція управління технічною естетикою, яка спрямована на виявлення привабливих для споживача аспектів продукції і створення на цій підставі відповідного гуманістично орієнтованого виробничого середовища.

До інноваційних функцій інженерної діяльності належить комплекс екологічних (стратегічних і оперативних) функцій, направлених на оптимізацію взаємодії людини, суспільства і довкілля.

Серед інноваційних функцій інженерної діяльності О. М. Єзерська виокремлює ризикологічну, як функцію, що відображається у відповідній компетентності фахівця, і по суті є комплексом заходів, спрямованих на зниження небезпеки прийняття помилкових рішень і зменшення можливих негативних наслідків небажаного розвитку подій внаслідок реалізації виробничих дій (технічних, проектних, маркетингових, кадрових, управлінських, бюджетних) [104, С. 115].

Світова спільнота вважає, що у XXI ст. за участі інженерів необхідно вирішити питання чотирьох напрямів: стійкого розвитку цивілізації, здоров’я, уразливості і задоволеності людини рівнем життя. Перспективні вектори розвитку економіки і наукових досліджень переважно орієнтовані на такі технології, як інформаційні, медичні, ядерні, космічні, енергозберігаючі та енергоефективні [466, 468, 441]. Відповідно затребуваними найближчим часом будуть інженери – фахівці саме цих галузей.

Аналіз структури сучасної інженерної діяльності показав, що вона є синтезом і взаємодією специфічних структурних (максимально узагальнених) компонентів: рівнів (теоретико–дослідницького, практичного (емпіричного)), типів (науково–теоретичного, виробничого, інноваційного) і форм (наукової, конструкторської, транспортної, будівельної тощо). Інженерна діяльність є комплексною, а тому має теоретичний (науково–дослідний) і емпіричний (практико орієнтований) аспекти (і відповідні рівні) розвитку. Перший рівень притаманний в основному початковим етапам виробничого процесу, коли необхідно провести комплексний аналіз завдання, супутніх сприятливих і шкідливих факторів, здійснити дослідження різного роду: проектні, конструктивні, технологічні, економічні тощо. Другий – емпіричний – рівень характеризується у більшості випадків упровадженням у виробництво результатів, досягнутих на попередньому рівні, у процесі чого виявляються їх техніко–технологічні недоліки, опрацьовуються й апробуються і втілюються у

виробничий процес визначені методики виконання завдань.

Аспекти інженерної діяльності визначають відповідні її типи (науково-теоретичний, виробничий). Окремим типом є інноваційний, який залежно від специфіки вирішення виробничих задач може здійснюватися на обох вище зазначених рівнях.

Різноманітні форми застосування інженерної діяльності визначають її форми (наукова, інформаційна, хімічна, аерокосмічна тощо), які відрізняються завданнями, змістом, засобами і об'єднані спільною метою – комплексним зростанням ефективності виробництва.

Дослідники філософії техніки [75, 127, 135, 390, 414] виокремлюють три засади інженерної діяльності, з яких формуються як мінімум три її алгоритми (системи правил для розв'язання певного класу задач [72]), на основі яких вона інтегрує усі стадії інженерного процесу: від керування до кожного циклу технічних операцій. Такими засадами є:

- ✓ філософська (принцип системності та гуманізму) з відповідним узагальненим алгоритмом, який забезпечує засадниче філософське розуміння сучасної інженерної діяльності;
- ✓ професійна (інноваційні ідеї інженера) з інваріантним алгоритмом, орієнтованим на різні підходи до здійснення виробничої діяльності;
- ✓ особистісні детермінанти з особистісним алгоритмом, що є сукупністю соціально-інтелектуальних якостей, які визначають стратегію професійної діяльності.

Алгоритми водночас складають методологічну основу рівнів, типів і форм інженерної діяльності. Ключові алгоритми інженерної діяльності є її компонентами, згрупованими відповідно до завдань, функцій, форм та інших ознак сучасного виробництва.

Слід зазначити, що між анатомічністю постіндустріального суспільства й інженерною діяльністю виникає протиріччя, яке лежить в основі сучасної цивілізації. Вирішення відповідних проблем призвело до створення у рамках філософії нової соціально-ціннісної концепції інженерної діяльності. Так, Л. В. Кансузян пропонує розглядати «оцінювання і експертизу інженерної діяльності як соціально-ціннісну діяльність у процесі організаційно-діяльній гри» [135].

Об'єктивні закономірності процесів взаємодії людини і технічних засобів за певних умов природного і соціального середовища є предметом дослідження інженерної психології, мета якої – підвищення ефективності проектування, створення і експлуатації систем «людина-машина» [72].

Таким чином, в інженерній діяльності сформувалась і розвивається технічна інтелігенція – одна з основних творчих соціальних груп, від професійної діяльності якої залежить майбутнє як окремо взятої країни, так і світу у цілому. Сучасний інженер – це універсальний технічний фахівець, який комплексно вирішує фундаментальні і прикладні задачі, спрямовані на організацію, управління і оптимізацію виробництва у всіх його сферах. Кожний тип інженерної професії характеризує закладений у ній зміст інженерної діяльності, а технічні та технологічні рішення й ідеї формують її особистісну основу. Таким чином, інженерна діяльність здійснюється через впровадження

досягнень природничих, технічних і гуманітарних наук, на основі наукового світогляду й основ наукового управління виробництвом і особистісного розуміння перетворювальної діяльності [414, С. 10].

Дослідження еволюції інженерної діяльності виявило протиріччя пов'язане з потребою сучасного суспільства у формуванні ТКМІ якомога швидкими темпами і ефективними засобами і недостатньою готовністю системи вищої інженерної освіти до реалізації цього завдання з використанням ІКТ, починаючи з першого курсу.

1.3. Техніко–технологічна картина світу у світогляді майбутнього інженера

Результати дослідження, сформульовані у п. 1.2, показали, що сучасна інженерна діяльність характеризується визначниками (детермінантами), які є комплексом науково–технологічних і технічних досягнень і визначають якість та стан виробництва. Розрізняють матеріальні та духовні детермінанти праці інженера [414, С. 12]. Перша категорія визначників ґрунтується на якості, конкурентній здатності і комфортності виробництва, його інтегрованості з різноманітними науками (технічними, природничими, гуманітарними), а друга є вираженням творчих можливостей фахівця через його світоглядне уявлення на рівні *техніко–технологічної картини світу*.

Нами було з'ясовано, що навчання природничих і технічних дисциплін має на меті, перш за все, формування світогляду майбутнього інженера, акцентуючи його увагу на цілісності уявлень про структуру матеріального світу і його законів . Відповідно до [421, С. 462] світогляд є «сукупністю трьох компонент – узагальнених уявлень про дійсність, переконань та ідеалів, – які відображають, розкривають і зумовлюють певне практичне і теоретичне ставлення людини до світу ... і самої себе як конкретно–історичного суб'єкта пізнання і практики». У процесі становлення світогляду майбутнього фахівця теоретичний і практичний досвід особистості синтезується у певні методологічні настанови, які виконують функцію орієнтирів у навколишньому природному і соціальному середовищі.

Традиційно вважається, що світогляд складається із знань і почуттів, цінностей та вчинків, а відповідні до них компоненти – пізнавальна, емоційна, ціннісна і діяльнісна. Такий розподіл є умовним з тієї причини, що зазначені складові ніколи не існують у чистому вигляді. Думки завжди емоційно забарвлені, вчинки втілюють цінності людини і т.д. Реальний світогляд – завжди цілісність, а поділ його на компоненти застосовується лише з метою проведення певних досліджень [417].

Аналіз складових ГСВО України для визначених спеціальностей (див. п. 1. б) виявив, що навчання у технічному університеті комплексно формує у майбутніх інженерів філософський, науковий і гуманістичний типи світогляду.

Філософський світогляд є системно–теоретичним і характеризується логічністю і послідовністю, системністю, високим ступенем узагальнення. Проведене дослідження наукової літератури довело, що науковий тип світогляду ґрунтується на об'єктивних знаннях і являє собою актуальний етап розвитку філософського світогляду. У прагненні досягти точного знання наука за останні кілька століть далеко відійшла від людини та її потреб: результатом наукової (

інженерної) діяльності є не тільки корисна продукція, але і зброя масового ураження, непередбачувані біотехнології, прийоми маніпулювання масами тощо. Тому необхідним і актуальним нині є формування у майбутніх інженерів гуманістичного світогляду, що ґрунтується на визнанні цінності людини як особистості, яка має право на щастя, свободу, розвиток, можливість якомога повної реалізації.

Світоглядне значення дослідження техніко–технологічної картини світу є важливим тому, що остання віддзеркалює не природу саму по собі, а її взаємодію з суспільством через перетворювальну діяльність людини. Адже всередині самої техніко–технологічної діяльності людини виникає проблема її регуляції, яка визначає необхідність дослідження методології техніко–технологічної картини світу.

Природа наукової картини світу, як цілісної системи уявлень про загальні властивості і закономірності об'єктивного світу, наразі немає чіткого трактування. Як зазначає С. О. Лебедєв [194], наукова картина світу існує як складна структура, яка має у своєму складі загальнонаукову картину світу і картини світу окремих наук (фізичну, біологічну, соціальну тощо).

Терміни наукова картина світу і картина світу мають різні тлумачення. Картина світу виражає загальні уявлення про світ, його будову, типи і взаємодії об'єктів, які до нього входять. «Світ» – це людина і середовище, яке її оточує, а також їх взаємодія. Картиною світу у строгому розгляді може вважатися лише наукова картина світу, яка, за словами В. С. Стьопіна, є «цілісним образом предмета наукового дослідження в його головних системно–структурних характеристиках, який формується через фундаментальні поняття, уявлення і принципи науки на кожному етапі її історичного розвитку» [391].

Філософ і методолог науки Т. Г. Лешкевич зазначає, що *наукова картина світу* – це цілісна система уявлень про загальні властивості і закономірності дійсності, побудована шляхом узагальнення і синтезу фундаментальних наукових понять і принципів. Кожна наукова картина світу будується на підставі певних фундаментальних теорій і зазнає змін з розвитком практичної діяльності і глибини процесів пізнання. «Наукові картини світу відіграють евристичну роль у процесі побудови фундаментальних наукових теорій. Вони тісно пов'язані з науковим світоглядом і впливають на його формування, націлюючи діяльність дослідника, зокрема інженера, фіксуючи в свідомості знання про будову світу, отримані на тому чи іншому етапі розвитку науки і техніки» [199].

Отже, *наукова картина світу* – сукупність загальних уявлень науки певного історичного періоду про фундаментальні закони побудови і розвитку об'єктивної реальності. Вона створюється двома основними способами: 1) узагальненням онтологічних схем різних частинних галузей наукового знання (фізики, хімії, біології, соціології, історії тощо); 2) зведенням онтологічної схеми однієї з наук до інших (наприклад, біології до хімії та фізики). Однак не виключене співіснування у науці будь–якого історичного періоду альтернативних, що виключають одна одну, картин світу (наприклад, корпускулярної і хвильової фізичних картин світу).

У структурі наукової картини світу розрізняють дві головні компоненти: понятійну і чуттєво–образну. Понятійна компонента включає філософські категорії (матерію, рух, простір, час тощо) і принципи (матеріальної єдності світу, детермінізму тощо), загальнонаукові поняття і закони (наприклад, закон збереження і перетворення енергії), а також фундаментальні поняття окремих наук (поле, речовина, всесвіт, популяція тощо) [137]. Чуттєво–образна компонента наукової картини світу – сукупність наочних уявлень про ті чи інші об'єкти та їх властивості (наприклад, планетарна модель атома, модель Всесвіту, що розширюється, тощо).

Аналіз наукової літератури показав, що певна група дослідників виокремлює у науковій картині світу загальнонаукову (узагальнення уявлень, отриманих у спеціальних науках про всесвіт, живу природу, суспільство, людину) і спеціальні картини світу (дисциплінарні онтології), які характеризують предметні галузі окремих наук. Інші ж вирізняють у складі загальнонаукової частковій картини світу, наприклад соціальну і природничо–наукову.

З'ясовано, що узагальнений системно–структурний образ предмета дослідження вводиться у спеціальну наукову картину світу через уявлення про: фундаментальні об'єкти, з яких будуються всі інші об'єкти, що вивчаються відповідною наукою; типологію об'єктів, що вивчаються; загальні особливості їх взаємодії; просторово–часову структуру реальності.

Нами з'ясовано, що структурними елементами сформованої картини світу виступають набір основних понять (ядро) і аналіз їх властивостей, вихідні постулати, фундаментальні концепції, теоретичні моделі, практичні застосування цих моделей [158].

Було проведено аналіз трьох основних типів наукової раціональності, які виокремлює В. С. Стьопін: класичну, неklasичну і постнеklasичну, які відповідають трьом однойменним періодам розвитку науки. Перехід від однієї наукової епохи до іншої здійснювався через наукові революції (біфуркації) – трансформацію ідеалів і норм дослідження наукової картини світу і філософських (методологічних) основ науки [390]. Так, методологіям класичної і неklasичної наукової раціональності були притаманні суб'єкт–об'єктна односторонність трактування і деякі прогалини у розгляді систем. Наростання міждисциплінарних комплексних досліджень, розвиток ідей універсального (глобального) еволюціонізму, дослідження складних відкритих систем, що можуть розвиватися самостійно, сприяли формуванню у другій половині ХХ ст. постнеklasичної науки і відповідної раціональності. Основний акцент тоді перемістився на системи, що історично розвиваються, а напрями досліджень почали визначатися з урахуванням *ціннісно–мотиваційної структури діяльності суб'єкта*, що підкреслило важливість ціннісно–змістової побудови наукових систем.

Історичні етапи становлення наукової картини світу за В. С. Стьопіним [392] узагальнено у таблиці 1.1. Так, перша, науково–механістична картина світу, ґрунтується на класичній фізиці, астрономії тощо. Друга картина світу має у своїй основі імовірнісні методи описання фізичного, технічного, біологічного та інших світів, якими у подальшому стали користуватися у соціальній та

інформаційній сферах знання. Виникнення третьої картини світу, яка знаходиться у стадії формування, є наслідком глобального еволюціонізму, універсалізму, міждисциплінарного синтезу знання тощо. Однією з характерних її рис є розвиток і самоорганізація матеріальної та ідеальної реальності в єдину рухливу, гнучку структуру [391].

Важливим є те, що сучасна наукова картина світу не містить у своїй основі фундаментальної теорії, що свідчить про зміну статусу фундаментальних і прикладних знань. Основними її характерними ознаками є глобальний еволюціонізм (застосування ідеї розвитку на всіх рівнях організації матерії), розгляд процесів природи з позицій самоорганізації (синергетика), плюралізм істини, а також комплексність науки [391].

На думку М. М. Кожевнікова третя картина світу формується через наявність певних синергетичних параметрів, які «не залежать від конкретної онтологічної сфери або структурного рівня організації природи». Світова інформаційна мережа забезпечує все більшу ясність, динамічну рівновагу і передбачуваність сучасного світу, має значний евристичний потенціал, майже безмежні прикладні застосування, а «мережне мислення» сприятиме осмисленню фундаментальних проблем і створюватиме основу для формування «людини мережної» – «*homo web*» [156].

Трактування філософських основ науки у ХХ ст. було орієнтоване на фізику, а фізична картина світу була переведена у ранг загальнонаукової [69]. Вважається, що у ХVІІ ст. склалася механістична картина світу, через два з половиною століття – електродинамічна, а у першій половині ХХ ст. – квантово-релятивістська.

Між фізичною і техніко-технологічною картинами світу, зазначає В. П. Сергієнко, існує аналогія. Техніко-технологічна картина світу є цілісним образом техніки, відповідних технологій і знань про них, які входять в особливу систему уявлень про світ і людину, їх взаємодію та зв'язок з концепціями, об'єктами і технологіями, основою яких є фізичне знання [321, С. 123].

Наприкінці ХХ ст. склалася натуралістична картина світу, пов'язана з прогресом біологічного, глобального (біосферологічного) і універсального еволюціонізму. Поняття про біосферу створив Жан Батіст Ламарк на межі ХVІІІ–ХІХ ст. Біосфера розглядається ним як жива матерія, яка здатна до самоорганізації. Причому організація живої матерії, за словами В. І.

Вернадського не є випадковою і підтримується «внутрішньою формою», усюди проникною силою, яка стоїть в одному ряду із силами, визначеними фізикою [51]. Дослідники виокремлюють дві стратегії побудови наукової картини світу. Так, М. Планк у 1909 р. розглядав можливість поєднання знань про фізичний мікро- і макросвіт, водночас заперечуючи зведення уявлень про світ до природознавства, зазначаючи, що «існує неперервний ланцюг від фізики і хімії через біологію і антропологію до соціальних наук, ланцюг, який у жодному місці не може бути розірваний...» [279, С. 26].

Водночас В. І. Вернадський у 1910 р. до поняття макросвіту додавав геологічні явища, живий світ і світ свідомості людини, державних і суспільних утворень, людської особистості, що, на його думку, в системі утворює нову

картину світу, яка ґрунтується на понятті ноосфери [51, С. 432]. Зазначена дефініція була введена в науку у 20–х роках ХХ ст. Е. Леруа та П. Тейяр де Шарденом і означає «область планети, охоплену свідомою, розумною людською діяльністю» [421, С. 352]. С. У. Гончаренко визначає ноосферу як оболонку земної кулі, де відбувається складна взаємодія природи і суспільства в умовах дедалі більшого впливу людської діяльності на навколишнє середовище [72, С. 212].

Таблиця 1.1

Етапи становлення наукової картини світу

<i>Наукова картина світу</i>	<i>Вчені–творці наукової картини світу</i>	<i>Фундаментальні поняття</i>
Науково–механістична (перша) картина світу	Г. Галілей, Т. Гоббс, Р. Декарт, Л. Ейлер, І. Кант, Й. Кеплер, А. Лавуазьє, Ж. Ламетрі, П. Гольбах, Г. Лейбніц, М. Ломоносов, Д. Менделєєв, І. Ньютон, Ш. Кулон, Г. Ерстед, В. Вебер та ін.	Матеріальна точка, принцип далекодії, механічний годинник, однозначність, одиничність рішень та ін.
Імовірнісна (друга) картина світу	Л. Больцман, Н. Бор, Ч. Дарвін, Дж. Максвелл, Г. Мендель, М. Фарадей, А. Ейнштейн та ін. Витоки – в ідеях Я. Бернуллі, П. Лапласа, Б. Паскаля	Імовірність, невизначеність, нормальний розподіл Гаусса, принцип близькодії та ін.
Постнекласична (третя) картина світу	В. І. Вернадський, В. Мандельброт, М. М. Моїсеєв, І. Пригожин, В. С. Стьопін Г. Хакен, та ін.	Самоорганізація, синергетика, динамічна рівновага, динамічний хаос, ценоз, дисипативні структури, складність, ноосфера та ін.

У відповідності до біосферологічної картини світу, біосфера, доповнюючись світом науки і культури, поступово перетворюється у ноосферу. У цих умовах людина силою своєї думки і працею створила нову форму матерії, здатну до саморозвитку – технічну матерію. Тому ноосферу часто ототожнюють з техносферою, яка, у свою чергу, «змيناє» живу природу, беручи на себе функції біосфери, створюючи середовище для існування людини, що відповідає його природним потребам [232].

Основою для формування *техніко–технологічної картини світу* є об'єктивне існування техніко–технологічної раціональності, технічних наук і відповідної загальнонаукової галузі – філософії техніки. Онтолого–гносеологічне дослідження техніко–технологічної картини світу є актуальним для вирішення практичних, світоглядних і методологічних аспектів розвитку суспільства.

Результати дослідження, зміст яких викладено у п. 1.2, довели, що інженерні практико орієнтовані завдання нині пов'язані з проблемами проникнення техніко–технологічної раціональності у матеріально–практичні і духовно–теоретичні сфери існування суспільства, що призводить до перетворення природи, середовища, людини і суспільства загалом.

Ключовим критерієм у визначенні двох етапів формування техніко–технологічної картини світу є система співвіднесення «техніка–наука»: техніка поза наукою і щільна взаємодія техніки з наукою.

Виходячи з того, що в техніці і технологіях містяться знання як природничих, так і соціальних наук, О. Є. Забавніков вважає можливим включення техніко–технологічної картини світу до складу загальнонаукової поруч з фізичною, хімічною, біосферологічною та іншими природничо–науковими картинами світу та картинами світу, створюваними суспільно–гуманітарними онтологіями, як рівними з ними за ступенем узагальнення [111, С. 9].

Попередній етап дослідження виявив, що для формування картини світу певної науки необхідним є існування двох умов: 1) така картина світу повинна її відображати з точки зору певної форми руху матерії; 2) вона повинна мати відповідні засоби для виконання своєї задачі: універсальні абстракції, які дають можливість з позиції даної науки описувати і пояснювати об'єкти реальності [414].

Слід зазначити, що у технічному знанні не можна вирізнити освіту як «технічну» форму руху матерії, аналогічно до механічної, хімічної, біофізичної та інших форм руху у частинних картинах світу. Однак, наукове знання у цілому можна умовно розділити на сферу наукового знання про закони природи і суспільства і сферу наукового знання про закони їх цілеспрямованого перетворення, до якої і належить знання про закони створення, функціонування та розвитку техніки і технологій. Зазначене створює підстави для висновку, що *техніко–технологічна картина світу* є системою концептуальних принципів, понять, наочних образів, які створюють уявлення про техносферу і складають теоретичну основу для технічних наук. Таким чином, об'єктом техніко–технологічної картини світу є техносфера, у межах якої здійснюється, функціонує, трансформується техніка як відображення існуючих технологій.

Техносфера є певною характеристикою суб'єкта і його діяльності, з чого випливає, що через техніко–технологічну картину світу здійснюється орієнтація людини як у штучному, технічному світі, так і у тій частині природи, яка використовується у виробничій діяльності суспільства. У такому розумінні у техніко–технологічній картині світу власне світ – це результат діяльності людини. Аналіз техніко–технологічної картини світу здійснюється від суб'єкта, від суспільства, яке практично і теоретично відноситься до природи, а не від об'єкта і власне природи.

Таким чином, вважатимемо, що *техніко–технологічна картина світу* – це цілісний образ техніки та технологій і пов'язаної з ними діяльності, який формує знання про них в контексті уявлень про людину і світ. В структурі техніко–технологічної картини світу присутні з одного боку фундаментальні

принципи технічних наук, а з іншого – соціально–психологічні рефлексії, які нею детермінуються.

На відміну від картин світу, що ґрунтуються на інших науках, вона віддзеркалює дійсність в аспекті потреб людини, які вона може задовольнити, використовуючи різноманітні технічні засоби.

Як зазначає М. І. Іванов, техніко–технологічну картину світу можна вважати компонентом світогляду, бо в ній представлена об'єктивна реальність (природа і суспільство), їх взаємодія за схемою «суспільство–техніка–природа», місце і самоусвідомлення людини в ній [127, С. 53].

Аналіз наукової літератури показав, що у ХХ ст. паралельно розвивалися фізична, біологічна, біосферологічна і техніко–технологічна картини світу, а зусилля вчених були спрямовані на подолання суперечностей і досягнення єдності у межах кожної окремої картини. Зразком побудови картини реальності була фізика [232].

Для систематизації будь–якого знання необхідна присутність системних ознак, синтетичність, наочність. Беручи до уваги те, що стосовно природи у фізичній картині світу розглядається фізична форма руху матерії, а стосовно суспільства у суспільно–науковій картині світу – суспільна (соціальна), то з огляду на проміжний стан техніки і технологій між природою і суспільством, можна дійти висновку, що у техніко–технологічній картині світу має місце фізико–соціальна форма руху матерії [111, С. 10]. Виходячи з зазначеного, було зроблено висновок про те, що техніко–технологічна картина світу виступає в ролі самостійного структурного елемента загальнонаукової картини світу (рис.1. 2).

Взаємодія природничих, технічних і суспільно–гуманітарних наук відбувається через міждисциплінарну взаємодію, і вона не зводиться лише до взаємозв'язку методів, засобів пізнання тощо. В її основі лежить життєдіяльність людини, яка виражається у науково–пізнавальному, теоретичному і практичному освоєнні світу. Суттєвою у цьому аспекті є взаємодія відповідно до предмету, який вирізняється із спільного об'єкта пізнання (природи, суспільства, мислення).

М. А. Маковський зазначає, що взаємний вплив наук проявляється через множину типів, видів, способів і форм, серед яких вирізняються такі [211, С. 21]: комплексність наукових досліджень; обґрунтування висновків наук методами, принципами і теоріями інших наук; виникнення пограничних й інтегративних наук; всесвітня інформатизація, комп'ютеризація, технологізація, гуманітаризація і екологізація; визначальна роль філософських аспектів спеціальних наук (світоглядного, методологічного, гносеологічного, практично–діяльного тощо).

Значна роль належить нині галузевим і міжгалузевим видам взаємодії. Наслідком існування першого виду, який є ступеневим, стало виникнення суміжних наук: фізичної хімії, біофізики, соціолінгвістики тощо. Міжгалузевий вид дисциплінарної взаємодії – це взаємозв'язок між природничими, технічними і суспільно–гуманітарними групами наук. В цьому процесі важливим об'єднуючим чинником є інформатизація, технологізація, комп'ютеризація та

екологізація усіх сфер суспільства, інтегруючим фактором виступає мета, а системоутворювальним – загальнонаукова картина світу.

Взаємодія природничих, технічних і суспільно-гуманітарних наук обумовлена спільністю соціальних функцій, мети і завдань. Створення і експлуатація нових технологій і техніки – результат творчої взаємодії інженерів, економістів, соціологів, логіків, психологів і лінгвістів (економічна кібернетика, інженерна психологія, прикладна лінгвістика тощо). Виявлено, що автоматизація та комп'ютеризація виробництва змінили зміст праці, ускладнивши процес сприйняття і аналізу інформації, висуваючи нові вимоги до творчої здатності людини, збільшуючи навантаження на її психіку. Через взаємодію наук вирішується проблема узгодженості фізичних і психічних можливостей людини, її соціальних якостей з якостями сучасної техніки.

Методологічна єдність взаємодіючих наук виявляється, зокрема, у застосуванні спільного математичного апарату, методів інформаційних технологій, моделювання, формалізації тощо. Значення методологічної підготовки майбутніх інженерів знайшло відображення у наявності в навчальних планах підготовки фахівців таких дисциплін, як «Основи наукових досліджень», «Основи інженерної творчості», «Теорія пошуку розв'язання інженерних задач» та ін. [257, С. 253].

Зазначимо, що міждисциплінарна форма взаємодії наук безпосередньо стосується системи вищої інженерної освіти. Так, створення моделі фахівця, універсалізація і синтез знань, формування комплексних програм дисциплін університету, взаємозв'язок навчання і виховання, розвиток педагогіки вищої школи, підвищення кількості і ефективності наукових досліджень у вищій школі, становлення системи «університет-бізнес-виробництво» – найважливіші задачі, розв'язання яких потребує комплексного підходу, інтеграції знань із різних галузей, невід'ємною умовою чого є формування у свідомості майбутнього інженера техніко-технологічної картини світу.



Рис. 1.2. Техніко–технологічна картина світу: місце і характер взаємодії у структурі загальнонаукової картини світу

Таким чином, техніко–технологічна картина світу є відображенням існуючої реальності через можливості техніки і технологій, що розглядаються в аспекті задоволення суспільних потреб. Вона взаємодіє з природничо–науковою та соціально–науковою картинами світу через частинні онтології, що входять до їх складу. З'ясовано, що усвідомлення цієї взаємодії є важливим чинником у формуванні світогляду майбутніх інженерів, віддзеркалюючи проникнення техніко–технологічної реальності у матеріальну і духовну сфери суспільства.

1.4. Фундаменталізація навчання технічних дисциплін в системі фахової підготовки майбутніх інженерів

Як було показано в п.1.1.3, активна участь у стрімкому науково–технічному прогресі, конкурентна спроможність фахівця потребує формування особливого професійного, інженерного мислення [258, С. 139]. Його основними характеристиками є критичне ставлення до досягнутого, здатність запропонувати щось нове і вміння врахувати вплив усіх значущих внутрішніх та зовнішніх взаємозв'язків, які забезпечують надійне функціонування і конкурентну спроможність запропонованого. Інакше кажучи, розвинуте інженерне мислення ґрунтується на критичності, творчості і системності. Воно удосконалюється упродовж усієї професійної діяльності, але його основи закладаються ще у роки студентства. Роль і значення фундаментальних наук у цьому процесі важко переоцінити [200, С. 102].

На одну з особливостей вищої інженерної освіти вказав ще у ХІХ ст. Дж. Міль, зазначаючи, що вона надає «уміння орієнтуватися у полі людського знання, уміння схоплювати взаємозв'язки між окремими предметами, особливий математичний погляд на речі, який дозволяє діяти з новим і невідомим, виходячи із знання цілого» [413]. Фактично у цій цитаті виражена думка про важливу роль фундаментальної компоненти у змісті будь–якої освіти й інженерної зокрема.

Оригінальна концепція технічного мислення була запропонована Х. Сколімовські [330]. На його думку природничо–наукове і технічне знання стосуються різних типів реальності. Перший тип знання має на меті пошук істини й другий тип не може без нього обійтись, але не зводиться до нього. Визначальною рисою технічного мислення є його спрямованість на створення штучної раціональності відповідно до потреб суспільства, але водночас для «чистої» науки важливим є пізнання світу як такого.

Гіпотеза про період напіврозпаду знань (аналогія взята з поняття про період напіврозпаду радіоактивних елементів у фізиці) набула значної популярності у наукових, управлінських, економіко–дослідницьких колах фахівців [147]. Період напіврозпаду знань визначається як час після завершення навчання, упродовж якого професіонали втрачають половину початкової компетентності. Цей термін характеризує моральне старіння цілого ряду відомостей і положень під натиском новітніх досягнень науки та техніки. Нині

вважається, що період напіврозпаду знань у сфері техніки і технологій складає близько 3 років, а у проектуванні і «чистій» науці – близько 5 років.

Виявлено, що П. Кніхт виокремлює знання з коротким (притаманні фінансовій, економічній, технологічній та іншим сферам діяльності людини, зокрема приватній підприємницькій діяльності різного рівня) і довгим періодом напіврозпаду, які є фундаментальними, а, отже, значно стійкішими до дії факторів морального старіння, завдяки чому утворюють базу для багатьох видів знань з коротким періодом напіврозпаду [125]. Як зазначає С. М. Клімов [147], довготривалі знання набуваються індивідуумом у процесі отримання академічної базової освіти, що потребує тривалого часу і фінансується сім'єю та державою; ці знання мають тривалий цикл віддачі і виступають основою для інтенсивного оновлення короткострокових знань, а, отже, створюють значний суспільно-економічний ефект упродовж тривалого часу. Знання з коротким періодом напіврозпаду потребують набагато більш короткого періоду навчання, яке фінансується самим працівником і (або) роботодавцем; ці знання окупаються за короткий термін, в іншому випадку зусилля на їх придбання виявляться марними з причини швидкого старіння.

Технологізація всієї сфери існування сучасної людини, розвиток техніки і технологій потребують зміни підходів до навчання фундаментальних і технічних дисциплін. Так, у 1999 р. на Всесвітній конференції з науки ЮНЕСКО фізику було визначено як важливий чинник розв'язання енергетичних та екологічних проблем [477], а Міжнародний союз теоретичної і прикладної фізики стверджує, що фізика генеруватиме необхідні знання, потрібні для розроблення механізмів керування світовою економікою [476].

Фундаменталізація освіти має основоположне значення для формування як професійно значущих компетентностей фахівця техніко-технологічного профілю, так і його наукового світогляду, розвитку творчих здібностей, критичного ставлення до відбору засобів і методів науково-технічного пізнання існуючої реальності, сприяє всебічному розвитку особистості [151, С. 112].

Теоретичні й експериментальні методи, які використовуються у процесі навчання природничих дисциплін і, особливо, фізики, певним чином віддзеркалюють всі способи пізнання, критичного, техніко-технологічного мислення: індукції та дедукції, абстракції й узагальнення, аналізу і синтезу, методу аналогій, моделювання [48]. Як зазначає С. О. Семеріков, вивчення фундаментальних дисциплін у вищому навчальному закладі, яке ґрунтується на основоположних принципах дидактики і використанні сучасних інформатизованих форм, засобів і методів навчання, розвиває низку особистісних характеристик майбутнього фахівця [317], систему яких, на нашу думку, можна співвіднести з поняттям «технологічна компетентність».

Знання, сформовані у студентів на заняттях з фізики формують уявлення майбутніх інженерів про сучасну техніко-технологічну картину світу і слугують базою для вивчення загальнопрофесійних і спеціальнопрофесійних дисциплін. Наслідком вище зазначеного є те, що природничо-математичні і техніко-технологічні дисципліни навчального плану підготовки майбутнього інженера виявляються об'єднаними загальною методологією побудови,

орієнтованою на міждисциплінарні зв'язки [131, С. 56].

З упевненістю можна стверджувати, що наразі немає жодної сфери діяльності інженера (експериментально–дослідницької, проектно–конструкторської, виробничо–технологічної тощо), у якій навіть проста раціоналізація не зводилась би до моделювання виробу, механізму, процесу тощо. Мислення мовою моделей формується протягом усього циклу навчання студента, і фізиці як фундаментальній науці належить пріоритетна роль [235, С. 25].

Загальновідомо, що інженерія досліджує і використовує процеси, які вивчені за допомогою моделей фізики [127, С. 85]. Кожна конкретна інженерна технологія залучає кілька галузей фізики. Світова павутина (www), лазер, надпровідники і напівпровідники тощо, які формують фонди сучасних високих технологій, були винайдені фізиками.

Кожна з загальнопрофесійних і спеціальних дисциплін є інформаційною моделлю відповідної прикладної науки, адаптованої до певного контингенту слухачів [200, С. 23]. Будь–яка прикладна наука – це модифікований варіант тієї чи іншої фундаментальної науки. У процесі модифікації фундаментальна наука переорієнтовується на окремі прикладні цілі, її основні закони трансформуються в інженерні методи, а загальні рівняння перетворюються у розрахункові формули. Так, з електродинаміки сформувалися «Теоретичні основи електротехніки», «Електротехніка», «Радіотехніка» тощо. Іноді прикладна наука – це цілий науково–технічний напрям, який виникає внаслідок інтеграції декількох фундаментальних наук.

Наприклад, технологія інтегральних мікросхем ґрунтується на квантовій теорії твердого тіла, теорії взаємодії прискорених іонів з кристалічними ґратами, фізиці росту і розчинення кристалів, фізиці і хімії дефектів кристалу, фізиці поверхневих явищ, термодинаміці тощо.

Аналіз освітньо–професійних програм (ОПП) підготовки бакалаврів інженерних напрямів [REF _Ref377825423 \r \h 82, REF _Ref388348387 \r \h 83, REF _Ref415892674 \r \h 84] доводить, що кількість загальнопрофесійних дисциплін для інженерних спеціальностей знаходиться у межах від восьми до п'ятнадцяти. Переважна більшість з них базуються на природничих дисциплінах, решта тяжіє до математичного знання. Визначальне місце у структурі міжпредметних зв'язків належить фізиці, що відображено на відповідній блок–схемі міжпредметних зв'язків дисципліни «Фізика» у підготовці бакалаврів напрямку «Електроніка» (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Міжпредметні зв'язки фізики та загальнопрофесійних дисциплін у підготовці бакалаврів напрямку «Електроніка»

Наслідком глибокого пізнання процесів живої та неживої природи й біосфери стала необхідність інтеграції наук, що знайшло своє вираження у трансдисциплінарних підходах, які на рівні освіти проявляються в інтеграції технічних, природничих і гуманітарних знань і, як наслідок, перетворенні інженерних вищих навчальних закладів у технічні університети [441, С. 75].

Статус університету передбачає ряд ключових трансформацій навчального процесу у технічному вищому навчальному закладі, серед яких [200, С. 64]: 1) перехід до широкої університетської освіти; 2) високий рівень фундаментальної підготовки; 3) суттєве підсилення гуманітарної компоненти освіти; 4) інтеграція природничої, професійної і гуманітарної компонент підготовки майбутніх інженерів.

Таким чином, даний етап дослідження виявив наступне протиріччя у навчанні майбутніх інженерів: з однієї сторони, розуміння фізичної та техніко-технологічної картин світу є методологічною основою формування ТКМІ, формування якої має виражений міждисциплінарний характер, а з іншої – навчальні плани підготовки фахівців у вищих технічних навчальних закладах орієнтовані на фрагментарну практико орієнтовану побудову курсів фундаментальних і технічних дисциплін.

1.5. Проблема якості підготовки інженерних кадрів та освітня парадигма XXI століття

Подальший хід дослідження потребував з'ясування вимог сучасного суспільства до рівня і якості підготовки випускників вищих технічних навчальних закладів. Проведений ретроспективний аналіз виявив, що, відповідно до теорії Е. Тоффлера, історія розвитку цивілізації умовно поділяється на три

техніко–технологічні революції або «хвилі», що призвели до глибинних процесів у суспільстві: аграрну (тисячоліття), індустріальну (триста років) і постіндустріальну або інформаційну, яка на думку вченого має завершитися до 2025 р. [27, 410].

Термін «постіндустріальне суспільство» був введений Д. Беллом [27] для визначення стадії розвитку суспільства, яка змінює стадію індустріалізму, спосіб виробництва у якій ґрунтується на творчій діяльності із широким використанням новітніх технологій і передових технічних розробок, освіти впродовж життя, неперервного самовдосконалення, переважанні виробництва послуг (більше половини внутрішнього валового продукту країни) над виробництвом товарів. За цих умов основними якостями робітників на ринку праці стають високий рівень освіти, професіоналізм, здатність до навчання і креативність [141, 406].

Значна кількість досліджень вказує на те, що постіндустріальна епоха розвитку суспільства видозмінюється у напрямку «економіки знань», які є специфічним «продуктом» комунікації і взаємодії особливої соціальної групи людей – виробників знань («knowledge works»), – що забезпечують продуктивність усіх видів виробництва [27, 188]. Як зазначає Н. М. Лавриченко, зростає попит на «поширення і продаж знань як товару... вимоги до якості якого постійно зростають» [188, С. 82]. Передвісником зародження суспільства «четвертої хвилі» був В. І. Вернадський, який визначав зростання наукового знання як головний чинник розвитку і трансформації ноосфери як середовища, в якому живе людина [51].

Фахівці різних наукових галузей (економісти, соціологи, філософи та ін.) характеризують сучасну світову економіку як «економіку знань», яку розуміють як комплекс наукомістких галузей, орієнтованих на виробництво і обслуговування інформаційно–комунікаційного обладнання, створення і поширення програмних продуктів, розширення мереж для комунікації і систем формування, зберігання і отримання інформації [141, С. 215]. Природним є те, що основою економіки знань є освіта, а її рушійною силою – конкуренція на ринку праці, яка нині є конкуренцією знань.

Проведений аналіз сучасної наукової літератури і періодичних видань показав, що *глобалізація* як процес всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції та уніфікації є причиною зростання міжнародного поділу праці; міграції у масштабах усієї планети капіталу, людських та виробничих ресурсів; стандартизації законодавства, економічних і технічних процесів; зближення різних культур. Конкуренція, яка була колись зосереджена всередині національних кордонів, тепер поширилася за їх межі, створюючи нагальну проблему щодо виживання національних галузей економіки, у тому числі національних освітніх систем [12, 27, 141]. За таких «жорстких» умов сучасна людина змушена бути «мобільнішою, гнучкішою, поінформованою, а також критично і творчо мислячою, громадсько–активною і відповідальною, а відтак мотивованою до свого розвитку, навчання, освіти» [35, С. 127].

Процеси глобалізації у сфері освіти мають складний і суперечливий характер. З однієї сторони, світовий освітній простір об'єднується через формування інноваційних утворень («світові освітні мережі», «європейський та

світовий освітній простір»), які відкривають якнайширші можливості для навчальної, дослідницької, інноваційної діяльності [35, С. 98].

З іншої сторони, розрив між постійно зростаючою складністю навколишнього світу і можливостями людини усвідомлювати цю складність потребує активізації її потенційних можливостей до творчого бачення дійсності, здатності до постійного навчання. Цей факт спонукає до перегляду як *технології*, так і власне самого поняття «навчання», під яким розуміють уже не сам цей процес, а навчання з метою вироблення певних навичок, необхідних для життя у світі, який дуже швидко змінюється [441, С. 75].

Інноваційні процеси, які за означенням значно збільшують ефективність функціонування будь-якої системи, складають сутність сучасного суспільства [72]. Так, на думку значної кількості дослідників зміст освіти нині має змінюватись у напрямі *методологізації* [417, С. 325]. На думку Й. Песталоцці [273, С. 146], саме метод є найголовнішою одиницею, яка передається і засвоюється у процесі навчання.

Зазначимо, що педагогічна наука відгукнулася на виклик постіндустріального суспільства низкою теоретично обґрунтованих новітніх підходів до навчання: продуктивного евристичного навчання (А. В. Хуторський) [428]; творчого саморозвитку (В. І. Андрєєв) [11]; проблемного (І. Я. Лернер) [198], дослідницького (В. В. Краєвський) [177], проектного навчання (В. Д. Симоненко) [323], особистісно орієнтованого навчання (І. Д. Бех, В. В. Серіков, І. С. Якиманська) [33, 322, 449].

Актуальним нині є сформульований у 30-х роках ХХ ст. С. Л. Рубінштейном принцип єдності свідомості і діяльності [307], який за уточненням О. М. Леонтьєва доводить, що свідомість не просто проявляється і формується у діяльності як окрема реальність – вона вбудована у діяльність і нерозривно з нею пов'язана [197]. До новітніх теорій навчання належить також теорія контекстного навчання А. О. Вербицького [49], в основу якого покладено емпіричний досвід «активного» навчання, який по суті є індивідуальною та колективною роботою суб'єктів освітнього процесу у світлі ідеї «контексту», під яким розуміють систему зовнішніх та внутрішніх умов поведінки і діяльності людини у конкретній ситуації, що надає зміст та значення навчальній ситуації як цілому та її компонентам [50].

На думку соціологів вплив глобалізації на інноваційні процеси в суспільстві знаходить своє вираження у [303]: 1) розвитку ІКТ, які дають можливість формувати банки даних, глобальні мережі передачі і поширення інформації, техніки її опрацювання, що значно скорочує як час випуску нових продуктів, так і час їх існування; 2) розвитку мережних економічних структур; 3) інтеграції роботодавців з центрами виробництва знань – університетами, науковими центрами, дослідницькими установами тощо; 4) міжнародній стандартизації, широкому застосуванню принципів менеджменту якості тощо.

Наука, освіта та інноваційна діяльність в умовах світової глобалізації характеризуються такими явищами: 1) введенням трирівневої структури вищої освіти «бакалавр – магістр – доктор», (Болонський процес); 2) розвитком концепції неперервної освіти упродовж життя; 3) стандартизацією й уніфікацією

вимог до професійної освіти, створенням європейської рамки кваліфікацій; 4) відкритістю системи освіти і, як наслідок, зростанням кількості як студентів, так і викладачів; 5) зростанням обсягів фінансування освіти (як державного, так і корпоративного та приватного); 6) розвитком дистанційної освіти; 7) зростанням мобільності знань та інновацій; 8) поглибленням спеціалізації ланцюга «наука – освіта – інновації» та ін.

Було з'ясовано, що за таких умов університет є раціональністю для вироблення і нагромадження головного ресурсу цивілізації «четвертої хвилі» – знань. Важливим також є те, що кваліфікацію особи – носія основного виробничого ресурсу – можна підвищити тільки через збільшення інвестицій у неї (а не у виробництво): підвищення рівня освітніх послуг, медичного обслуговування, соціальної захищеності тощо.

На розвиток системи технічної університетської освіти, окрім адміністрації і наявних науково-педагогічних кадрів істотно впливає зовнішнє середовище (оточення), компонентами якого є: штучна раціональність, природна раціональність, сфера культури, держава, соціальна, економічна, виробнича сфери, світове співтовариство, наука. Так, наука є запорукою ефективної діяльності інженера у перспективі; природа – джерело фундаментального знання; штучна раціональність криє у собі проблеми, пов'язані із різноманітними загрозами для біосфери; споживачі освітніх послуг являють собою соціальну сферу; економіка і виробництво – галузі, що найбільше стимулюють розвиток системи інженерної освіти; міцність будь-якої держави безпосередньо залежить від рівня інтелектуального розвитку її громадян; вплив світової спільноти знаходить своє вираження у тенденціях глобалізації та інтеграції світової економіки з усіма наслідками, які при цьому мають місце [200]. Слід зазначити, що має місце зворотний вплив освіти на розвиток техніки і технологій, економіки, соціальної сфери та на інші сторони життєдіяльності людини, але він, однак, є вторинним відносно названих зовнішніх впливів [373].

У процесі переходу суспільства від аграрного до індустріального, а далі до постіндустріального відбувалася трансформація вимог до якості підготовки суб'єктів навчання [410]. Визначальним у взаємодії між наукою та освітою є переважаючий тип економічної діяльності у країні: економіка, яка орієнтована на отримання сировини, ґрунтується на досить простих технологіях, що значно знижує мотивацію до розвитку системи освіти. Водночас економіка «оброблювального» типу потребує постійного залучення все більш нових знань і, відповідно, «зацікавлена» у підготовці фахівців широкого профілю [441, С. 73].

Нами було проведено ретроспективний аналіз міжнародних документів, які визначають світові вимоги до сучасного інженера. Ними виявилися такі.

1. «Вимоги до випускника інженерного вищого навчального закладу» (програмний документ), Всесвітній конгрес з інженерної освіти, 1992 р.
2. «Потенціал компетентності інженера»: доповідь Європейської федерації національних федерацій інженерів (FEANI) для сертифікації програм підготовки інженерів.
3. «Вимоги до інженера XXI ст.» розроблені під егідою ЮНЕСКО на підставі документів найбільш авторитетних міжнародних організацій – FEANI (

Європа) та АВЕТ (Північна Америка), а також національних професійно-громадських організацій (асоціацій інженерної освіти, асоціацій і спілок інженерів).

4. Документи Комітету з інжинірингу і технологій (США).
5. Етичні кодекси інженера Німеччини, Франції, США.
6. «Європа знань 2020: бачення науково-дослідної та інноваційної діяльності в університетах» рекомендації конференції (Льєж, Бельгія, 2004 р.).
7. Дублінські дескриптори (Dublin Descriptors), 2005 р.
8. Документи конгресу Всесвітньої федерації інженерних організацій, World Federation of Engineering Organization (WFEO) (Пуерто Ріко, 2005 р.).
9. Вимоги до компетентностей випускників освітніх програм підготовки бакалаврів та магістрів у галузі техніки і технологій, а також критерії оцінки якості таких програм (Framework Standards for the Accredited Engineering Programs), які розроблені у проекті EUR-ACE (EURopean ACcredited Engineer), 2006 р.
10. Національна рамка кваліфікацій, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 року № 1341.
11. Рамкова програма ЄС з досліджень і технологічного розвитку «Horizon 2020» на 2014 –2020 рр. (фонд 80 млрд.євро).
12. Документи і рекомендації Спілки наукових та інженерних об'єднань України, Української асоціації аграрних інженерів, Асоціації інженерів консультантів, асоціації біомедичних інженерів і технологів, Всеукраїнського об'єднання організацій роботодавців «Федерація роботодавців машинобудівної промисловості» та ін.
13. Документи і рекомендації асоціації ректорів вищих технічних навчальних закладів України.

Дослідження чинних документів і наукових досліджень, які стосуються перспектив освіти на Україні виявили, що інновації у національній освітній системі нині розвиваються у таких пріоритетних напрямках, покликаних стати запорукою формування її конкурентної спроможності на світовому ринку: 1) навчальні інновації як методологія покращення мотивації учасників навчального процесу; 2) виховні інновації, що мають на меті «формування партнерських відносин між суб'єктами педагогічної взаємодії та особистісних цінностей у контексті із загально людськими»; 3) управлінські інновації для створення умов для прийняття самостійного управлінського рішення [35].

Водночас одним із головних напрямів модернізації інженерної освіти в Україні є передусім корінна зміна якості підготовки фахівців, конкурентна спроможність яких у сучасних умовах є визначальним критерієм оцінювання ефективності діяльності навчальних закладів. У «Білій книзі національної освіти України» зазначається, що «методологічними аспектами сучасного розуміння якісної освіти є інноваційна людина, озброєна знаннями, самодостатня демократична особистість, людиноцентризм, формування системи цінностей людини, глобалістської людини» [35].

Стаття 3 Указу Президента України від 30 вересня 2010 р. № 926 «Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні» [290],

відповідна Постанова Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2011 р. № 1283 «Про затвердження Порядку проведення моніторингу якості освіти» [289], Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 рр. та інші чинні нормативні документи визначають, що інноваційними напрямками розвитку вищої інженерної освіти є такі [244]: 1) оновлення змістової бази навчання інженера з метою уніфікації змісту і рівня підготовки спеціалістів у різних вищих навчальних закладах (Болонський процес); 2) перехід від «підтримувального» навчання до «випереджальної» освіти; 3) формування у студента професійного інженерного мислення; 3) розвиток здатності фахівця працювати в умовах величезних потоків наукових і технічних даних й оперативно добирати з них ті, що необхідні для майбутньої діяльності; 4) розвиток у майбутніх спеціалістів культури і практики моделювання техніко-технологічної раціональності; 5) підвищення професійної мобільності випускника вищого навчального закладу; 6) збереження кращих традицій вітчизняної вищої школи; 7) інтеграція гуманітарного, природничого і професійного знання.

Дослідники філософії сучасної освіти наголошують на тому, що її проблемне поле переплітається через систему чинників із соціологією, економічною теорією, логікою, етикою і естетикою, гносеологією, аксіологією тощо. Інакше кажучи, освіта нині, як зазначає М. С. Конох, – «це результат взаємодії соціокультурного досвіду через освітню систему, що визначає ієрархію цінностей суспільства і систему знань у цілому» [165].

Система інженерної освіти, як зазначає М. З. Згуровський, наразі повинна зосередитися на поєднанні фундаменталізації, інноваційності та якості навчання, а також підсиленні наукової компоненти та варіативності у виборі студентами навчальних дисциплін [118].

Одним з ключових питань в організації навчального процесу у сучасному технічному університеті, наголошує М. С. Кулик, є відповідність державним і міжнародним стандартам навчальних планів і програм дисциплін, які повинні створюватися на основі компетентнісного підходу до підготовки фахівців відповідного кваліфікаційного рівня [184].

Актуальним для сьогодення інженерної освіти Л. Л. Тovaжнянський вважає «стимулювання взаємодії у тріаді «університети – бізнес –промисловість», а також методичне сприяння розвитку «гуманітарного капіталу та формування в суспільстві загальної інноваційної культури» [408].

На унікальності технічного університету як виховного середовища, здатного формувати і розвивати у майбутнього інженера такі риси як висока культура, моральність і духовність, що притаманні гармонійно розвиненій особистості, наголошує В. П. Андрущенко [12].

Результати даного етапу дослідження показали, що нині пріоритетним вектором у діяльності вищих технічних навчальних закладів є дослідницько-інноваційна діяльність. На інтеграції освіти і досліджень у всіх циклах вищої школи було акцентовано увагу в Бельгійському комюніке 2009 р. щодо Болонського процесу [35].

Потреба сучасного суспільства у фахівцях техніко–технологічної сфери, які володіють принципово новими якостями, призвела до необхідності глибокого дослідження сутності комплексу компетенцій / компетентностей інженера і визначила основні тенденції розвитку інженерної освіти у світі, в основу якої покладено гуманістичну концепцію [28].

Підсумовуючи результати цього етапу дослідження, серед перспективних векторів розвитку сучасної вищої технічної освіти такі основні: 1) інтеграція вищої коли, науки і виробництва; 2) тотальна інформатизація соціальних, навчальних і виробничих процесів; 3) особистісно орієнтовані технології навчання; 4) компетентнісний підхід до формування фахівця; 5) гнучкість вищої технічної освіти до підготовки «актуальних» фахівців техніко–технологічного профілю; 6) аксіологізація – усвідомлення значущості вибору особистості, установка на саморозвиток; 7) неперервність освіти, як відгук на швидку зміну технологій; 8) збільшення чисельності студентів вищих технічних навчальних закладів (в тому числі і за рахунок дистанційної освіти), яка, за даними ЮНЕСКО до 2025 року у світі зростає до 260 млн осіб [509]; 9) розвиток наукових досліджень у системі вищої технічної освіти відповідно до запитів виробничих фірм; 10) мобільність студентів і викладачів; 11) створення розгалуженої мережі технічних університетів: професійних училищ (шкіл), коледжів, техніко–технологічних інститутів; 12) корпоративність; 13) екологізація, валеологізація, ергономічність. Отже, як зазначає В. П. Андрущенко, «освіта і наука постають у якості стратегічного ресурсу розвитку цивілізації» [12].

Дослідження тенденцій в педагогіці вищої інженерної школи в епоху постмодерну довело, що провідними в техніко–технологічній освіті нині є особистісно орієнтовані технології, спрямовані на формування в майбутнього фахівця здатності і готовності до навчання упродовж життя. Водночас нами було з'ясовано, що цей аспект у дидактиці технічних і фундаментальних дисциплін залишається недостатньо опрацьованим і дослідженим, що дало підстави для виокремлення одного з протиріч, яке покладено в основу даного дослідження.

1.6. Деякі аспекти навчального процесу з технічних дисциплін: досвід вітчизняної і закордонної вищої технічної освіти

Нами було з'ясовано нами раніше (див. п. 1.2, 1.5), у постіндустріальному, інформаційному суспільстві ключовим завданням сучасного технічного університету є формування фахівця – творця штучної природи, який має глибокі наукові знання і здатний до інноваційної діяльності [129]. Проведемо вибірковий аналіз практики освітнього процесу у вітчизняних і закордонних вищих технічних навчальних закладах у світлі сучасних вимог до фахової підготовки майбутніх інженерів.

Дослідження чинних міжнародних документів у галузі надання освітніх послуг виявило, що відповідно до Європейських освітніх стандартів, які ґрунтуються на Дублінських дескрипторах (Dublin Descriptors), випускники магістратури повинні уміти: 1) демонструвати знання на рівні аналізу, оцінювання, порівняння альтернатив; генерувати оригінальні ідеї у відповідній

галузі знань; 2) застосовувати свої знання на рівні володіння компетенціями, які дозволяють вирішувати завдання у міждисциплінарному контексті у відповідній галузі виробництва; 3) інтегрувати знання, вирішувати складні завдання в умовах неповної інформації з урахуванням соціальної та етичної відповідальності за прийняття рішення; 4) *володіти методами проведення сучасних експериментів і давати науково обґрунтовану інтерпретацію отриманих результатів*; 5) чітко і аргументовано доводити до аудиторії фахівців наукову інформацію та свої висновки; 6) здійснювати самоосвітню і саморегулюючу діяльність [464].

Отже, як видно із зазначеного, універсалізм особи сучасного випускника технічного університету визначається не обсягом знань, які він може утримувати в пам'яті, і не масивом знань з різних дисциплін, якими він оперувати, а здатністю до загальної орієнтації в інформаційному просторі, в умовах існування жорстких особистісних фільтрів – надійних засобів добору значущої інформації, а також в умінні постійно доповнювати і добудовувати свою особистісну систему знань. Як зазначає Е. Н. Князева «освічена людина відрізняється від неосвіченої тим, що може плідно провадити наукові дослідження, конструювати, успішно і творчо жити й працювати, коли, начебто, все забула» [148].

Питанням про те, яким якостям повинні відповідати сучасні спеціалісти і у якому напрямі надалі розвиватиметься освіта, присвячено величезну кількість обговорень: від інтерв'ю з відомими фахівцями у галузі освітніх інновацій до Міжнародних форумів з проблем глобалізації в економіці й освіті [510, 511].

Проведене нами дослідження чинних нормативних документів, зокрема складових ГСВО України, виявило, що у вищій інженерній освіті вирізняються три основних напрями, які потребують різної підготовки фахівців [224]:

- інженери, що виконують технологічні, експлуатаційні або організаційні функції, формування компетентності яких потребує врахування переважно практичної орієнтації їхньої діяльності;
- інженери–дослідники–розробники, які виступають у ролі сполучної ланки між наукою та виробництвом і потребують ґрунтовної науково–технічної підготовки;
- інженери–системотехніки, у складі компетентності яких присутня здатність до організації і керування складною інженерною діяльністю, комплексні дослідження і системне проектування, а їх академічна підготовка потребує широкої системної і методологічної направленості, міждисциплінарності, орієнтації на загальногуманну освіту.

Президент Асоціації складного мислення, відомий філософ і соціолог Е. Морен, розглядаючи найактуальніші аспекти реформи сучасної освіти, яка ґрунтується на впровадженні в ній усіх рівнів складного, нелінійного мислення, зазначає, що фахівцю нині важливо мати «добре влаштовану голову», аніж «голову, наповнену численними знаннями», бо у першому випадку знання не просто зібрані і накопичені, а й зв'язані у цілісну систему, що дає можливість особі: 1) ставити і розв'язувати узагальнені проблеми; 2) оперувати «принципами організації, які дозволяють зв'язувати знання і надавати їм сенс» [236].

Когнітивна здатність, або здатність до пізнання має нині життєво важливу цінність, бо це не тільки правильне використання логіки, правил дедукції та індукції у розумових побудовах, але й готовність до ведення дискусії, «відкритого конструктивного діалогу, в якому народжуються нові... горизонти знання, ... мислити глобально для вирішення локальних проблем» [148].

На конференції у Берліні (вересень 2003 р.) з питань Болонського процесу було визначено центральну роль освітніх програм університетів (їх змісту і налаштування). Європейська вища школа залучена до проекту уніфікації змісту освіти і навчальних програм через проект *TUNING* (Tuning Educational Structures in Europe) [506], який було розпочато у 2000 р. і спрямовано на узгодження навчальних програм європейських університетів. Серед низки важливих висновків, отриманих у цьому проекті було зазначено, що відмінності у механізмах і традиціях підготовки спеціалістів у різних країнах, у стандартах першого циклу вищої освіти (бакалаврату) та інших чинників, потребують зміщення акценту у формуванні програм підготовки фахівців у бік результату навчання, а не на відповідність кількості аудиторних годин.

Проведений нами аналіз наукової літератури, чинних міжнародних і вітчизняних нормативних документів виявив, що глобальні науково-технічні процеси у світі виявляють дві протилежні тенденції. З одного боку, зростає спеціалізація різних наукових дисциплін і, відповідно, фахівців – експертів у досить вузьких галузях, особливо, технічних; знання стає анонімним, формалізованим, математизованим, навіть у гуманітарних галузях. З іншого боку – впевнено заявляє про себе тенденція до інтеграції, цілісності; виникають області полідисциплінарних досліджень, які потребують взаємодії різних наукових дисциплін, що впливають одна на одну, зближуються. У цьому процесі відбувається трансдисциплінарний перенос понять і когнітивних схем.

Міждисциплінарність означає передусім взаємодію різних наукових галузей, циркуляцію спільних понять для розуміння деякого явища.

Встановлено, що зміст ОПП віддзеркалює широту і універсальність підготовки майбутнього інженера, що знаходить своє вираження у циклах гуманітарної та соціально-економічної (10–15 %), математичної і природничо-наукової (20–25 %), а також професійно-практичної (60–70 %) підготовки [82].

Проведене нами дослідження показало, що структура навчального процесу технічного університету складається з чотирьох блоків (циклів) дисциплін, які відрізняються своєю спрямованістю (рис. 1.4):

блок I – загальні гуманітарні та соціально-економічні дисципліни (рідна та іноземна мова, культурологія, історія, політологія, філософія, право тощо);

блок II – математичні і природничо-наукові дисципліни (вища математика, фізика, інформатика, інженерна та комп'ютерна графіка, хімія, теоретична механіка, екологія тощо);

блок III – загальнопрофесійні дисципліни, тобто такі, які стосуються діяльності інженера будь-якої спеціальності (проектно-конструкторської, організаційно-управлінської, експлуатаційної та інших видів діяльності, а також патентознавство, сертифікація тощо);

блок IV – спеціальні дисципліни, у яких найбільше виражена їх фундаментальна складова.

Слід зазначити, що в ОПП блок III і блок IV інтегровані циклом дисциплін професійної та практичної підготовки [84].

У «Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» зазначається, що одним з пріоритетних завдань для нашої держави є з-поміж іншого проектування «акмеологічного освітнього простору з урахуванням інноваційного розвитку освіти, запитів особистості, потреб суспільства і держави» [244]. Водночас сукупний «науковий бюджет» ЄС на 2014–2020 рр. відображає надання очевидних переваг розвитку всіх галузей, пов'язаних з високими технологіями [504], тому технічні університети орієнтуються на якнайширше ознайомлення студентів з їх можливостями, починаючи з перших курсів.



Рис. 1.4. Освітня структура технічного університету

З метою з'ясування організаційно-педагогічних умов у навчанні технічних дисциплін і фізики було проаналізовано загальні питання обсягу, змісту й організаційних особливостей навчання у вітчизняних і закордонних технічних університетах: Національному авіаційному університеті, Запорізькій державній інженерній академії, Херсонському національному технічному університеті, Варшавській політехніці (Politechnika Warszawska), Дрезденському технічному університеті (Technische Universität Dresden) та університеті імені Бен-Гуріона в Ізраїлі (Ben-Gurion University of the Negev). Підготовка інженерів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» у цих навчальних закладах здійснюється упродовж 7 – 8 семестрів. Дослідження проведено для спеціальностей «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Біомедична інженерія», «Електронні пристрої та системи». Добір зазначених напрямів

підготовки фахівців був детермінований тим, що вони мають виражений міждисциплінарний характер, є одними з наукоємних, чутливих до нових технологій і водночас таких, що детально опрацьовані для освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» з точки зору дидактики вищої школи.

Були виявлені такі тенденції й організаційні особливості:

- для циклів дисциплін природничо-наукової та професійно-практичної підготовки відсоток годин, призначених для роботи в лабораторіях, складає (залежно від семестру) 30 – 50 % від загального обсягу аудиторного часу навчання;
- кількість аудиторних годин для навчання в лабораторіях зростає зі зменшенням терміну підготовки фахівця;
- у програмах навчальних дисциплін усіх університетів увага акцентована на самоосвітній діяльності майбутніх інженерів, на яку в середньому відведено 40 – 50% загального навчального навантаження студента;
- у вітчизняній інженерній освіті та освіті, яку пропонує, наприклад, університет імені Бен-Гуріона, помітним є тяжіння до формування загальнонаукової складової в професійній компетентності майбутніх фахівців. Водночас, наприклад, у змісті й організації навчального процесу у Варшавській політехніці увага зосереджена на загально- і спеціалізовано-професійних та інструментальних компетенціях.

Із метою виявлення шляхів і способів формування компонент ТКМІ для аналізу було виокремлено низку дисциплін професійної та практичної підготовки, у навчанні яких формується уміння якісно, на сучасному методологічному і технічному рівні проводити фізико-технічний експеримент, добирати адекватні й ефективні засоби, методи, прийоми і способи для досягнення запланованих цілей, оптимальну структуру діяльності, аналізувати отримані результати, визначати вірогідність і проводити їх зіставлення з теоретичними висновками: «Основи вимірювань», «Апаратура автоматики і робототехніки», «Системи управління технологічними процесами», «Дослідження механічних операцій», «Основи теорії кіл та сигналів», «Технології біомедичних вимірювань», «Інженерна біомеханіка», «Опрацювання лабораторних даних», «Теорія електричних кіл», «Поля і хвилі», «Аналогова електроніка», «Датчики і сенсорні системи», «Основи фотоніки», «Основи радіокомунікації», «Загальна фізика».

Було з'ясовано, що, не зважаючи на різні терміни підготовки бакалаврів інженерного профілю, для циклів дисциплін природничо-наукової та професійно-практичної підготовки відсоток годин, призначених для роботи у лабораторіях, складає (залежно від семестру) 30 – 50 % від загального обсягу аудиторного часу навчання. Було також виявлено тенденцію до збільшення кількості аудиторних годин в лабораторіях зі зменшенням терміну підготовки фахівця.

Виявлено, що у програмах навчальних дисциплін усіх університетів увага акцентована на самоосвітній діяльності майбутніх інженерів, на яку, у середньому припадає 40 – 50% загального навчального навантаження студента.

Так, наприклад, навчальний процес в університеті імені Бен-Гуріона організований у такий спосіб, що аудиторні заняття упродовж семестру тривають по 12 тижнів і завершуються тривалими сесійними (самоосвітніми) періодами, які супроводжуються захистом проектів, здачею заліків та екзаменів.

Важливою практико орієнтованою особливістю організації навчального процесу у всіх зазначених закордонних університетах, як показало наше дослідження, є також і те, що лабораторні практикуми з технічних дисциплін і фізики виокремлюються переважно у самостійні навчальні курси, які оцінюються окремо від теоретико-практичних курсів з відповідних дисциплін.

Детальний розгляд програм навчальних дисциплін довів, що у розглянутих закордонних вищих технічних навчальних закладах у постановці лабораторних робіт спостерігається тяжіння до *натурного експерименту* з використанням програмного забезпечення; опрацювання навичок експериментальної діяльності на комп'ютерних моделях реальних об'єктів і процесів використовується виключно за умови відсутності необхідного обладнання або ж у випадку, коли комп'ютерне моделювання у дослідженні виступає у якості мети навчання. Водночас у вітчизняних вищих технічних навчальних закладах за наявності переважно застарілої матеріально-технічної бази навчальний процес орієнтований в основному на теоретичну підготовку із максимальним залученням програмного забезпечення, що віддзеркалюється у постановці *віртуальних практикумів* з використанням комп'ютерного моделювання. Зазначене дало підстави для висновку про те, що КОСФЕ є популярним, сучасним, актуальним універсальним і дієвим засобом у навчанні технічних дисциплін майбутніх інженерів.

На основі порівняльного аналізу навчальних планів підготовки фахівців було з'ясовано, що у вітчизняній інженерній освіті та освіті, яку пропонує, наприклад, університет імені Бен-Гуріона, помітним є тяжіння до формування загально наукової складової у професійній компетентності майбутніх фахівців. Водночас, наприклад, у змісті й організації навчального процесу у Варшавській політехніці увага зосереджена на загально- і спеціалізовано-професійних та інструментальних компетенціях.

Дослідження матеріально-просторової складової освітніх середовищ вітчизняних вищих технічних закладів виявило, що лабораторна база фізичного і технічних практикумів переважно стала фактично непридатною через відсутність матеріальних засобів на її модернізацію. Цим пояснюється, з одного боку, акцентування освіти на фундаментальній складовій техніко-технологічного знання, а з іншого – на практиці використання комп'ютерних моделей, які є, як відомо, ідеалізованими конструктами.

Спадання економічного зростання стало причиною скорочення термінів виробничих практик і, як наслідок, призвело до зростання значного розриву у вітчизняній інженерній освіті між теоретичними знаннями і практичною підготовкою. Вища школа виявилася відірваною не тільки від виробництва, але й від сучасної науки, тому що з падінням виробництва дедалі важче стало підтримувати зв'язок у тріаді «освіта-наука-виробництво». Як відомо, попит на фахівців визначається в основному їх здатністю бути мобільними і

конкурентоспроможними в умовах ринкової економіки, а рівень знань і пов'язаних з ними практичних умінь стає найважливішим критерієм компетентності. Проте, починаючи з 90-х років і дотепер, значна частина молодих фахівців виявилася не здатною до створення і використання технологій нових поколінь, не набула належних навичок застосування засобів автоматизації технологічних процесів, проектування і наукових експериментів, управління виробництвом тощо.

Однією з найважливіших (і наразі ще не розв'язаних) проблем сучасної вищої інженерної освіти є відсутність механізмів, які б забезпечували адекватність освітніх програм і поточних цілей та завдань підготовки фахівців, здатних брати активну участь у науково-технічному прогресі. Можна стверджувати, що на сьогодні вища технічна школа готує спеціалістів учорашнього дня, оскільки:

- викладач вищого навчального закладу не бере безпосередньої участі у процесі виробництва і не проводить наукових або конструкторських досліджень за всіма напрямками спеціальності відповідного профілю, а, отже, отримує відомості про досягнення виробництва з деяким (часто значним) запізненням;
- дуже складно передати студенту новітні науково-технічні дані, які безперервно нагромаджуються: викладачу потрібно не тільки своєчасно отримати й осмислити їх самому, а й перетворити у навчальний матеріал, доступний для розуміння студентами відповідного курсу.

Водночас у сучасних умовах чітко проглядається нові ознаки діяльності інженера, які визначають його загальнопрофесійну компетентність. Серед них:

- інноваційність – готовність досліджувати, висувати і розв'язувати принципово нові інженерні задачі;
- мобільність – готовність поновлювати наявний досвід і знання, адаптуватися до змін виробничих відносин, освоювати новий соціальний і виробничий досвід;
- бізнес-ефективність – готовність до успішної управлінської і економічної діяльності;
- інформаційність – готовність до розв'язання завдань інформатизації – автоматизованого зберігання, опрацювання і пошуку інформації;
- корпоративність – готовність дотримуватися інтересів фірми, працювати у команді, позитивно сприймати загальні інтереси групи і дотримуватися правил, запроваджених у даному колективі;
- соціально-екологічна відповідальність [28].

Отже, навчальний матеріал повинен бути логічно «вбудований» у структуру діючого навчального плану і бути забезпеченим необхідними методичними розробками, навчально-методичною літературою, лабораторним обладнанням тощо. Але зауважимо, що на момент готовності всього перерахованого змістова частина розглядуваного матеріалу невідворотно морально старіє [131].

Вихід із такої ситуації вбачається на сьогодні тільки у новій освітній парадигмі і переході на «випереджальну» освіту, яка потребує опори на те, що

наперед випереджає виробництво, а це – фундаментальна наука. Отже, освіта повинна «підтягуватись» до рівня сучасного виробництва й одночасно залучати у навчальний процес новітні досягнення фундаментальних наук, ознайомлювати з ними студентів досить ґрунтовно й навчати студентів «вловлювати» паростки нового у сфері професійної діяльності.

Для вищої інженерної освіти характерним є розвиток спеціальних здібностей, важливих для професійної діяльності, розвиток потреб і мотивів, пов'язаних з професією, формування навичок, удосконалення професійної кваліфікації шляхом самоосвіти. Очевидно, що цілі професійної освіти охоплюють все ширше коло питань і потребують для свого досягнення тісного взаємозв'язку із загальноосвітніми цілями.

З'ясовано, що одним з істотних недоліків професійної підготовки фахівця є недосконалість діючих програм з деяких технічних дисциплін і фізики, а, отже, нереальність, поставлених завдань. Додаткові труднощі створюють і різні концептуальні підходи до побудови навчальних курсів, структурування навчального матеріалу, а також характер навчання.

У процесі фізико–технічної освіти важливо усвідомлювати той факт, що, завдання:

- *фундаментальних наук* полягає у тому, щоб відкривати нові факти і систематизувати їх залежно від можливостей, або на описовому рівні (у наукових статтях, монографіях і довідниках), або у вигляді оригінальних узагальнень, включаючи формулювання законів природи і розроблення теорій через уведення нових уявлень і понять;
- *прикладних наук* полягає у використанні знань для розроблення конкретних технологій, пристроїв і процесів, спрямованих на задоволення специфічних потреб суспільства [392].

Вочевидь навчання фізики повинно бути спряженим з навчанням загальнопрофесійних і спеціальних дисциплін, базуватися на розгляді конкретних процесів і явищ, що відносяться до професійної діяльності майбутнього фахівця, тому процес навчання повинен здійснюватися на основі міжпредметних зв'язків загальнонаукових дисциплін із загально технічними і спеціальними дисциплінами, без чого неможливе успішне оволодіння професійними знаннями і вміннями.

Таким чином, узагальнюючи результати даного етапу дослідження, маємо підстави для наступних висновків, які систематизовано нами у праці [373]:

- взаємодія між вищою технічною освітою, наукою і виробництвом здійснюється завдяки постійній циркуляції інформації, яка їх породжує, стимулює і розвиває;
- постійна адаптація до середовища, в якому існує людина, спонукає до регулярного дослідження сфери її існування, що відбувається за участі фундаментальних наук;
- формування соціального замовлення спонукає рух інформації у бік прикладних і технічних наук і виробництва;
- вища технічна освіта, в основу якої покладено фундаментальну підготовку, що ґрунтується на використанні тієї ж інформації, яка використовується

технічними науками, створює умови для випереджальної освіти, яка забезпечує майбутнього інженера актуальними науково-технічними знаннями (на відміну від підтримуючої освіти, що забезпечує в кращому випадку лише адаптацію випускника технічного університету до існуючого рівня виробництва).

Зазначимо також, що дієвість взаємодії між вищою технічною освітою і виробництвом значною мірою залежить від інтенсивності руху інформації у системі «наука-освіта-виробництво», що детермінується впливом важливих зовнішніх чинників: світової спільноти, держави, економіки тощо.

Отже, проведений нами аналіз освітньої практики вітчизняних і закордонних вищих технічних навчальних закладів довів, що, по-перше, орієнтація планів і навчальних програм зазначених інженерних вишів на широке використання КОСФЕ підтверджує універсальність і актуальність цього дидактичного засобу у формуванні ТКМІ; по-друге, важливим особистісно орієнтованим аспектом організаційно-педагогічних умов, створених у технічних університетах, є самостійна і самоосвітня навчальна діяльність студентів. Водночас було з'ясовано, що особистісно орієнтовані методичні системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ є недостатньо дослідженими у педагогіці вищої школи.

Висновки до розділу 1

Отже, на основі аналізу наукової й науково-методичної літератури з'ясовано сутність і визначено ключові поняття дисертаційного дослідження:

технологічна компетентність майбутнього інженера – компонента професійної компетентності випускника вищого технічного навчального закладу, яка визначається комплексом когнітивних, операційно-діяльнісних та рефлексивно-аналітичних умінь, опосередкованих ціннісно-мотиваційними настановами особистості, і виявляється в його готовності ефективно виконувати виробничі функції на основі оптимального використання сучасних технологій;

комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту – цілісний об'єкт, взаємодіючими елементами якого є лабораторне фізичне дослідження і програмно-апаратні засоби на основі ІКТ, які використовуються для вимірювань і математичного опрацювання даних.

Ретроспективно-сутнісний аналіз феномену інженерної діяльності довів, що місія інженера в суспільстві – створення соціально затребуваної штучної раціональності (об'єктів, середовищ, технологій) з природної раціональності на основі використання природничо-математичних знань і практичного досвіду.

З'ясовано, що інженерна діяльність нині є комплексною і міждисциплінарною філософською проблемою і має інноваційний характер, що детермінований її стрімким розвитком у техніко-технологічній, соціальній та науковій сферах.

Показано, що мають місце філософська, професійна та особистісна детермінанти інженерної діяльності, на підставі яких формуються щонайменше три її алгоритми (узагальнений, інваріантний і особистісний) та виокремлюються філософський, науковий і гуманістичний аспекти світогляду фахівця, які

комплексно формуються в навчанні технічних дисциплін.

Взаємодія природи з суспільством через перетворювальну діяльність людини віддзеркалюється у системі спеціальних концептуальних принципів, понять і наочних образів – *техніко-технологічній картині світу*, яка є *теоретичною основою* для технічних наук. Основою для формування техніко-технологічної картини світу є об'єктивне існування техніко-технологічної раціональності, технічних наук і відповідної загальнонаукової галузі – філософії техніки. Об'єктом техніко-технологічної картини світу є техносфера, у межах якої створюються, функціонують і трансформуються техніка та відповідні технології, форма руху матерії є фізико-соціальною. Взаємодія техніко-технологічної картини світу з природничо-науковою і соціальною картинами світу здійснюється через частинні онтології, з чого зроблено висновок, що взаємодія природничих, технічних і соціально-гуманітарних наук відбувається через *міждисциплінарну взаємодію*, а їх методологічна єдність виявляється, зокрема, у застосуванні спільного математичного апарату, методів інформаційних технологій, моделювання, формалізації тощо.

Показано, що якість освіти з точки зору результативності нині оцінюється в суспільному (підготовка компетентних, конкурентоспроможних фахівців) і особистісному аспектах (адекватність і достатність здобутих знань для кар'єрного зростання й професійного успіху в умовах ринкового суспільства).

Визначено, що навчання нині – процес вироблення певних навичок (компетенцій / компетентностей), необхідних для життя у світі, який стрімко змінюється, що потребує застосування сучасних підходів у дидактиці вищої школи: компетентнісного, особистісно і проблемно орієнтованого підходів, евристичного, проектного, контекстного навчання тощо.

Аналіз організаційно-педагогічних умов у навчанні технічних дисциплін і фізики у вітчизняних і закордонних технічних університетах виявив:

- визнання ролі і значення для майбутніх інженерів навичок проведення сучасного фізико-технічного експерименту, який нині є частиною комп'ютерно орієнтованої системи навчання;
- зосередженість уваги у навчанні студентів технічного університету на формуванні навичок самостійної і самоосвітньої діяльності;
- певні розбіжності у розумінні змісту підготовки майбутніх інженерів однієї і тієї ж спеціальності в різних вищих технічних навчальних закладах, на що вказують відмінності освітньо-професійних програм і планів: в одних увага акцентована на загальнонаукових (фундаментальних) компетенціях фахівців, в інших – на спеціалізовано-професійних та інструментальних.

Таким чином, було виявлено низку протиріч зовнішнього і внутрішнього походження у проблемі формування ТКМІ. Було показано, що реалізація поставленого завдання можлива у методичній системі навчання технічних дисциплін і фізики на основі комплексного використання сучасних ефективних педагогічних підходів і універсальних засобів навчання, що визначило зміст і завдання наступного етапу дослідження.

За результатами цього етапу дослідження було опубліковано праці [REF _Ref417635816 \r \h 334], [REF _Ref417636101 \r \h 335], [REF _Ref417679788 \r \h 336], [REF _Ref414277957 \r \h 350], [REF _Ref414278363 \r \h 352], [REF _Ref417635478 \r \h 359], [REF _Ref414638662 \r \h 371], [REF _Ref415896633 \r \h 373], [REF _Ref417679932 \r \h 374].

РОЗДІЛ 2

НАУКОВО–МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ У НАВЧАННІ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН І ФІЗИКИ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У розділі досліджено місце технологічної компетентності в системі фахової підготовки майбутніх інженерів, роль комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту в її формуванні; обґрунтовано методологічну основу моделі створеної методичної системи.

2.1. Компетентнісний підхід у формуванні моделі майбутнього інженера

Конкуренція на міжнародному ринку праці доводить, що сучасному інженеру замало «знати» й «уміти»: він повинен бути *здатним* постійно поповнювати свої знання і *готовим* на будь-якому етапі дізнаватися про все, що йому знадобиться для конкретної практичної діяльності [98]. Тому, як наслідок дискусій про проблеми і шляхи модернізації європейської освіти, у педагогіці початку ХХІ ст. набуло широкого вжитку поняття «компетентнісного підходу в навчанні».

З'ясовано, що більшість авторів визначає *компетентнісний підхід* як сукупність загальних принципів визначення цілей і добору змісту освіти, організації освітнього процесу та оцінювання освітніх результатів [162]. Виходячи із його засад, місця вищих навчальних закладів у тому, щоб підготувати майбутніх фахівців, в першу чергу, як соціальних особистостей, здатних вирішувати певні проблеми і завдання виробничої діяльності за умови оволодіння системою умінь та компетенцій [82].

Освіта є консервативною системою, джерелами нового у якій є емпіричний досвід тих, хто викладає і виховує, розвинута психолого–педагогічна теорія та регулювання з боку органів влади й управління. Перші два чинники забезпечують еволюційний розвиток усієї освітньої системи.

Як зазначають представники Кембриджського екзаменаційного синдикату М. Холстед та Т. Орджі, рух у європейській освіті у напрямі компетентнісного підходу розпочато в основному під тиском роботодавців, а іншим, зустрічним, чинником виявилось прагнення підвищення конкурентної спроможності випускників університетів на ринку праці і рівня їх підготовленості у відповідності до міжнародних стандартів [425].

Компетентнісний підхід передбачає засвоєння суб'єктом навчання не відокремлених одне від одного знань, умінь і навичок, а оволодіння ними у комплексі. Відповідно до цього по-іншому визначається система методів навчання, в основі добору і конструювання яких покладено структуру

відповідних компетенцій і функцій, які вони виконують у освіті. Аксиоматичною ідеєю компетентнісного підходу є констатування факту того, що наразі вища освіта не має можливості сформувавши достатній рівень компетентності майбутніх фахівців, необхідний для ефективного розв'язання проблем у всіх сферах діяльності, у конкретних ситуаціях в умовах швидкозмінного суспільства. Зазначене детермінує мету навчального закладу – формування певної ієрархії компетенцій, тобто спеціальних особистісно-професійних якостей у визначеній сфері майбутньої виробничої діяльності.

На підставі дослідження ГСВО України для певних інженерних спеціальностей [79 – 84] нами з'ясовано, що в системі загальної освіти компетентнісний підхід формує:

- ключові (базові, універсальні, надпредметні) компетенції, наприклад, здатність до сприймання та опрацювання різноманітної інформації та готовність до наукового пошуку, навички роботи в команді тощо;
- узагальнені предметні компетенції, наприклад, створення математичної моделі фізико-технічного процесу, розв'язання певного класу технічних задач, уміння інтерпретувати графічний матеріал (таблиці, діаграми) тощо;
- уміння використовувати результати навчання у подальшій професійній діяльності;
- життєво і соціально важливі навички, до яких належать, наприклад, як грамотність користувача джерел інформації, так і вміння складати звіти у письмовій формі або здатність до професійної комунікації тощо.

Педагогічна наука має значний досвід з розроблення і впровадження ряду перспективних теорій, які ґрунтуються на формуванні і розвитку ієрархії компетенцій, серед них:

- теорія і технологія проблемного навчання (Т. В. Кудрявцев [182], О. І. Ляшенко [206], О. М. Матюшкін [218], М. І. Махмутов [220] та ін.);
- теорія поетапного формування розумових дій і понять (П. Я. Гальперін [62] та його послідовники);
- теорія розвиваючого навчання (В. В. Давидов [90], Д. Б. Ельконін [REF _ Ref406162739 \r \h 446] та ін.);
- розвиваюча дидактична система Л. В. Занкова [115];
- теорія особистісно орієнтованого навчання (І. Д. Бех [33], В. В. Серіков [322], І. С. Якиманська [449] та ін.);
- гуманістична система навчання і виховання, яка ґрунтується на дослідженнях Ш. О. Амонашвілі [7], С. У. Гончаренка [68] та ін.

Наукову основу для впровадження компетентнісного підходу на пострадянському просторі складають діяльнісна теорія засвоєння соціального досвіду, яку було розвинуто у працях Л. С. Виготського [59], С. Л. Рубінштейна [307], О. М. Леонтьєва [197], П. Я. Гальперіна [62] та багатьох інших педагогів і психологів, а також теорія контекстного навчання А. О. Вербицького [49].

Розглядаючи питання про місце компетентнісного підходу серед інших педагогічних систем, І. О. Зимня доходить висновку, що підходи до навчання, технології і методичні системи, які вже використовуються в науці, не виключають один одного, вони можуть бути ієрархічно організованими і

взаємодоповнювальними. Серед них може бути і компетентнісний підхід, як такий, що визначає результативно-цільову спрямованість освіти [122]. Авторка зазначає, що компетентнісний підхід не може бути протиставлений традиційному підходу формування знань, умінь і навичок, бо він є системним, міждисциплінарним, у ньому наявні як діяльнісні так і особистісні аспекти, іншими словами, йому притаманні прагматична й особистісна спрямованість (соціальність, відповідність культурі, системність, ситуаційність, міжпредметність, надпредметність, орієнтованість на практичну діяльність, умотивованість використання).

Компетентнісний підхід підсилює предметно-професійний аспект освіти, її практичну спрямованість, підкреслюючи значення досвіду, сформованості умінь практично реалізовувати знання, розв'язувати професійні задачі, а тому не може бути протиставлений тріаді «знання – умінь – навички» і, водночас, не є тотожним до них, бо у ньому зафіксовано і встановлено підпорядкованість знань до умінь.

Особливостями компетентнісного підходу, як зазначає О. І. Нікіфорова, є те, що, з однієї сторони, він ґрунтується на «компетенціях», що підкреслює його діяльнісну спрямованість, а з іншого, як це було зазначено у п. 1.1.2, до його структури входить дефініція «компетентність», яка «власне містить ще й особистісні якості (мотиви, цінності, моральні норми тощо) і визначається як ширший конструкт, який порівнюється з гуманістичними цінностями освіти у цілому» [251].

Як свідчать педагогічні дослідження, в аналізі сутності компетентнісного підходу стосовно поняття компетентності виділяють такі його складові: комунікативну; здоров'язберігаючу; ціннісно-змістову; предметно-діяльнісну; соціальну; інформаційно-технологічну [121]. Отже, можна зробити висновок про те, що психолого-педагогічна теорія, яку має бути покладено в основу реалізації компетентнісного підходу, повинна «захоплювати» не тільки предметно-технологічний, але й соціально-моральний аспект діяльності суб'єктів навчання [49].

Було з'ясовано, що теоретичні та прикладні питання запровадження компетентнісного підходу в освіті України були досліджені робочою групою українських науковців і практиків під керівництвом О. В. Овчарук [162].

Аналіз чинних нормативних документів показав, що компетентнісний підхід покладено в основу переходу до нового покоління ГСВО України [79–84]. У них загальні вимоги до властивостей і якостей випускників вищого навчального закладу як соціальних особистостей подаються у вигляді переліків компетенцій щодо вирішення типових задач професійної діяльності.

З'ясовано, що відповідно до посад, які можуть обіймати випускники вищого навчального закладу, вони повинні бути готовими до виконання виробничих функцій (здійснення певних типів діяльності) та типових для даної функції задач професійної діяльності. Кожній типовій задачі відповідає компетенція (інструментальна, загальнонаукова, соціально-особистісна, загальнопрофесійна, спеціалізовано-професійна), яка формується певною системою умінь, що забезпечують її функціонування. На підставі зазначеного

можна стверджувати, що завдання вищих навчальних закладів – забезпечення опанування випускниками певною системою знань і умінь та набуття відповідних компетенцій (Див. дод. Б).

У 2006 р. Європейською комісією у проекті EUR-ACE (EUROPEAN ACCREDITED ENGINEER) були розроблені вимоги до змісту компетентностей випускників за освітніми програмами підготовки бакалаврів і магістрів у галузі техніки і технологій, а також визначено критерії оцінки якості таких програм (Framework Standards for the Accredited Engineering Programs) [468, 469].

Відповідно до стандартів Європейської асоціації гарантії якості вищої освіти ENQA (European Association for Quality Assurance in Higher Education) вимоги, що висуваються до професійної компетентності випускників магістратури, складені з п'яти блоків [467]:

- 1) інженерний аналіз – використання сучасних програмних засобів, математичного моделювання інженерного об'єкта;
- 2) інженерне проектування – розроблення прикладних програмних засобів, оригінальність прийняття рішень та наукова новизна;
- 3) інженерне дослідження – рівень обґрунтування мети дослідження, добір методу дослідження, якість і рівень проведення натурального експерименту;
- 4) інженерна практика – експериментальна перевірка прийнятих рішень і рівень техніко-економічного обґрунтування науково-дослідних і проектних робіт;
- 5) особистісні якості – інформативність ілюстративного матеріалу, якість оформлення звітності.

Досліджуючи ієрархію компетентностей майбутніх інженерів – фахівців з неруйнівного контролю та технічної діагностики, А. Г. Протасов зазначає, що «рівень професійної компетентності магістра визначається його вмінням проводити натурний експеримент», а «уміння працювати з графічним матеріалом – наявністю у студента компетентності у проектувальній і конструкторській діяльності» [294].

Для оцінювання кількісної характеристики критеріїв «Інженерне дослідження» та «Експериментальна перевірка прийнятих рішень» А. Г.

Протасов виокремлює уміння проводити експериментальну перевірку основних технічних рішень, якісно здійснювати фізичний експеримент на сучасному технічному і методологічному рівні, здійснювати аналіз похибок, визначати вірогідність отриманих результатів та проводити їх співставлення з теоретичними висновками.

Нині у світі існують три організації, – форум мобільності інженерів (Engineers Mobility Forum (EMF)), реєстр інженерів країн АРЕС та Європейська федерація національних інженерних організацій, – які провадять реєстрацію професійних інженерів, сприяють формуванню єдиних вимог до якості підготовки фахівців з метою забезпечення їх мобільності, а також міжнародного визнання їх кваліфікацій.

Основні вимоги до змісту компетенцій, сформульовані учасниками EMF, ґрунтуються на здатності і готовності професійних інженерів до:

- використання універсальних і широких знань як основи практичної інженерної діяльності;
- комплексного розв'язання інженерних задач (формулювання завдання, дослідження й аналіз);
- проектування і розроблення комплексних інженерних задач;
- оцінювання результатів комплексної інженерної діяльності;
- відповідальності за інженерні рішення та їх наслідки;
- організації комплексної інженерної діяльності;
- провадження інженерної діяльності з дотриманням етичних норм;
- усвідомлення соціальних, культурних і екологічних наслідків комплексної інженерної діяльності;
- комунікації з іншими учасниками комплексної інженерної діяльності;
- неперервного професійного удосконалення, необхідного для підтримання і розвитку інженерних компетенцій;
- дотримання здорового глузду у провадженні комплексної інженерної діяльності;
- дотримання законодавства і правових норм, охорони здоров'я людей і забезпечення безпеки.

Таким чином, вимоги до складу і змісту компетенцій інженерів застосовуються при виконанні робіт різного роду, незалежно від спеціалізації інженера, містять як професійні так і особистісні знання, уміння і навички, що є основою визнання якості їх підготовки в галузі техніки і технологій та їх професійної мобільності.

На основі проведеного аналізу європейських освітніх стандартів, які ґрунтуються на Дублінських дескрипторах (Dublin Descriptors) та висновків, здобутих у проекті EUR-ACE, виокремлено вимоги до якості підготовки сучасних інженерів, які мовою компетенцій / компетентностей визначають здатність (готовність) фахівця в галузі техніки і технологій до:

- використання знань на рівні аналізу, оцінювання, порівняння альтернатив;
- генерування оригінальних ідей у відповідній галузі знань;
- вирішення завдань у міждисциплінарному контексті;
- інтеграції знань для вирішення складних завдань в умовах неповної інформації;
- проведення сучасних експериментів і науково обґрунтованої інтерпретації здобутих результатів;
- здійснення самоосвітньої і саморегулюючої діяльності.

Проект *TUNING* виділяє три типи загальних компетенцій : інструментальні (когнітивні, методологічні, технологічні та лінгвістичні здатності); міжособистісні (соціальна взаємодія і співпраця); системні (поєднання розуміння , сприйнятливості та знань, яке приводить до розуміння того, яким чином частини цілого співвідносяться одна з одною й оцінювати місце кожного з компонентів системи) (Див. Дод. В).

Було виявлено, що у системі вищої професійної освіти використання методу моделювання виконує функцію нормативного забезпечення у формуванні конкурентоспроможних фахівців.

Розроблення моделі фахівця дозволяє створити певний еталон, що містить такі компоненти, які знаходять своє вираження у відповідних компетенціях: знання, уміння, навички, перелік основних рис особистості та світогляду фахівця. Мета розроблення такої моделі – створення критеріїв добору змісту навчання, необхідного і достатнього для конкретного профілю. Модель фахівця має враховувати три підходи до формування змісту навчання: *семантичний* (тезаурус, комплекс категорій і атрибутів); *емпіричний* (удосконалення наявної системи знань); *діяльний* (прогностичний аналіз професійної діяльності бакалавра).

Узгодженість вимог, які очікують споживачі освітніх послуг (роботодавці, студенти, батьки) і можливостей їх реалізації з боку вищих технічних навчальних закладів, формується у вигляді *компетентнісної моделі майбутнього інженера* (або випускника іншого фаху), сутність якої визначається змістом ОКХ фахівця певного напрямку підготовки і визначеного освітньо-кваліфікаційного рівня. Компетентнісна модель фахівця містить виражені «мовою компетенцій»: 1) цілі діяльності фахівця; 2) функції, до виконання яких він повинен бути підготовлений; 3) індивідуальні якості, які повинні бути сформовані як професійно важливі; 4) нормативні умови, за яких ця діяльність повинна відбуватися; 5) навички прийняття рішень, пов'язаних з діяльністю; 6) навички роботи з інформацією [82].

Модель підготовки фахівця відображається в ОПП; вона будується на основі його компетентнісної моделі, поданої в ОКХ і використовується для організації навчального процесу; разом із засобами діагностики ОКХ і ОПП складають відповідний галузевий стандарт вищої освіти.

Узагальнення результатів, отриманих у проекті *TUNING*, дало підстави для побудови моделі професійної компетентності бакалавра технічного напрямку підготовки, яка у межах проведеного дослідження була необхідна для виокремлення в її структурі компонент ТКМІ (рис. 2.1.).

Формування навчальної і робочої навчальної програм технічних дисциплін, супутніх дидактичних матеріалів і технологій навчання – дидактичного комплексу загалом – розпочинається саме з вивчення компонентів ГСВО, що дає змогу з'ясувати сутність компетентнісної моделі фахівця конкретних профілів, обґрунтувати зміст та визначити основні вміння, навички і компетенції, які потрібні фахівцю певного напрямку для майбутньої діяльності.

Було з'ясовано, що професійна компетентність інженера – динамічна характеристика особистості, бо її зміст і якісний рівень залежать від низки чинників техніко-технологічного, економічного, соціального, психологічного характеру і, відповідно, вона є багатоаспектним утворенням, яке змінюється відповідно до суспільних процесів.

У проведеному дослідженні під *професійною компетентністю майбутнього інженера* розуміють інтегративну особистісну якість фахівця, яка є вираженням рівня оволодіння ним професійними знаннями і вміннями, що ґрунтуються на сформованій здатності до саморозвитку, творчості, гнучкості до зміни умов і контексту професійної діяльності, а також до розв'язання задач, що виходять за її межі. Іншими словами: професійна компетентність майбутнього

інженера є системою його соціально-особистісних, загальнонаукових, інструментальних, загальнопрофесійних і спеціалізовано-професійних компетенцій.

Професійна компетентність майбутнього інженера складається з таких компонент, які корелюють з функціями інженерної діяльності (див. п. 1.2):

- *науково-дослідницької*, яка характеризує стан професійних наукових знань, а також рівень сформованості професійних наукових навичок і умінь;
- *проектно-конструкторської*, яка характеризує здатність до проектування на основі спеціальних проектно-конструкторських знань та умінь, використання сучасних технологій і засобів проектування, обґрунтованого вибору й оптимізації у разі багатоваріантності рішень; урахування швидкої зміни технологій;
- *інформаційної*, яка пов'язана з процесами добору, засвоєння, опрацювання і трансформації даних в особливий тип предметно-специфічних знань, які дають змогу виробляти, приймати, прогнозувати і реалізувати оптимальні рішення;
- *організаційно-управлінської*, яка характеризує здатність до створення умов для професійної діяльності, організації роботи і взаємодії колективу; оцінювання витрат різного походження; контролю якості продукції, атестації і сертифікації систем тощо;
- *технологічної*, яка характеризує здатність використовувати основні закони і способи перетворювальної діяльності, що відповідають сучасному і перспективному стану розвитку суспільства.

На підставі зазначеного в основу визначення змісту і побудови структурної моделі ТКМІ покладено аналіз складових ГСВО, які є відображенням соціального замовлення сформульованого мовою компетенцій і виробничих функцій [79 – 84]. У цих нормативних документах (ОКХ, ОПП і засобах діагностики) узагальнюються зміст, обсяг і рівень освіти та професійної підготовки фахівця: відображаються цілі вищої освіти та професійної підготовки, вимоги до рівня компетентності та інших соціально важливих якостей і властивостей. Зміст виробничих функцій і пов'язаних з ними здатностей формує професійно-діяльнісну, а ціннісно-змістові настанови – соціально-особистісну компоненту загальнопрофесійної компетентності.

Було проведено аналіз складових ГСВО України для напрямів підготовки «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Біомедична інженерія», «Електронні пристрої та системи» [79, 80, 81, 82, 83, 84]. З'ясовано, що ТКМІ є важливим динамічним світоглядним чинником ефективної соціально-професійної реалізації особистості, а її складові виявляються в усіх групах компетенцій, задекларованих в ОКХ бакалаврів.



Рис. 2.1. Структура професійної компетентності бакалавра технічного напрямку підготовки відповідно до результатів проекту TUNING

До динамічної системи, якою є ТКМІ, на основі принципу узагальнення нами віднесено такі компоненти відповідних груп компетенцій.

1. *Загальнонаукові* компетенції, до яких відносяться базові:

- уявлення про філософські основи інженерної діяльності, розуміння причинно–наслідкових зв’язків у межах біосфери, взаємодії соціальної, природної і штучної раціональності тощо;
- знання з фізики в обсязі, необхідному для освоєння загальнопрофесійних дисциплін;
- знання з математики в обсязі, необхідному для використання математичного апарату у професійній діяльності;
- знання сучасних інформаційних технологій, навички використання програмних засобів тощо.

2. *Інструментальні* компетенції, визначальними серед яких у проведеному нами дослідженні є:

- дослідницькі навички;
- навички управління інформацією;
- навички роботи з комп’ютером.

3. *Загальнопрофесійні* компетенції, які у змістовому контексті ТКМІ знаходять своє вираження через базові уявлення про:

- засоби вимірювання;

- сучасні ІКТ та інструменти інженерних та наукових розрахунків, опрацювання даних, графіки, моделювання тощо;
- аналогової та цифрової схемотехніки;
- сучасні ресурси науково–технічної інформації.

4. *Спеціалізовано-професійні* компетенції, серед яких нами було досліджено такі, які стосуються широкого спектру інженерних напрямів підготовки:

- здатність до використання та експлуатації пристроїв та засобів;
- вміння добирати технічні засоби та їх компоненти для виконання заданих виробничих функцій;
- вміння проводити експериментальні дослідження і випробувати технічні пристрої та системи;
- вміння аналізувати науково–технічну літературу, технічну, технологічну та конструкторську документацію;
- здатність до використання нових технічних рішень;
- здатність до оцінювання проблемних ситуацій на виробництві та ін.

5. *Соціально–особистісні* компетенції, які є визначальними для майбутнього фахівця взагалі і для рівня його ТКМІ зокрема:

- здатність до навчання і саморозвитку;
- здатність до критики і самокритики;
- ініціативність і наполегливість у досягненні мети;
- організованість і дисциплінованість;
- розуміння та сприйняття інженерних цінностей та норм біоетики та ін.

Проведене нами дослідження ОПП фахівців зазначених напрямів виявило, що ТКМІ формується через комплексну теоретичну і практичну підготовку. Зміст теоретичної підготовки передбачає розвиток у майбутнього інженера уміння технологічно мислити, що детерміновано наявністю аналітичних, прогностичних, проєктивних і рефлексивних умінь. Практична підготовка орієнтована на розвиток здатності до виокремлення і встановлення взаємозв'язку між компонентами виробничої проблеми (задачі), метою і засобами діяльності, оптимального проєктування виробничого процесу.

Нами з'ясовано (див. п. 1.1.3), що в складі ТКМІ відповідно до структури світогляду особистості можна умовно виокремити комплекс взаємопов'язаних і взаємозумовлених компонент, які утворюють цілісну систему. Розглянемо їх детальніше.

До когнітивної компоненти технологічної компетентності входить сукупність техніко–технологічних знань. У процесі навчання студент повинен виступати не як пасивний об'єкт, який сприймає рафіновану навчальну інформацію, а як суб'єкт пізнавальної діяльності, який сам або за допомоги викладача виявляє ту чи іншу проблему, за власної ініціативи здійснює пошук шляхів її вирішення, залучаючи до цього наявні знання і доповнюючи за необхідності їх нестачу. Зміст когнітивної компоненти ТКМІ виявляється в універсальних технологічних уміннях і знаннях, які виявляються у всіх видах інженерної діяльності (див. п. 1.2).

Операційно–діяльнісна компонента ТКМІ характеризує здатність до здійснення цілеспрямованих дій у ході навчального і виробничого процесу,

організацію і керування діяльністю з досягнення запланованого результату; добір адекватних методів, засобів і технологій, створення оптимальних умов для проектування виробничого процесу з виокремленням його окремих структурних одиниць і функціональним підходом до аналізу, які забезпечують практичний результат. До складу цієї компоненти нами віднесено також такі комунікативні навички як здатність до роботи у команді, уміння брати на себе відповідальність за роботу групи тощо.

Рефлексивно-аналітична компонента ТКМІ характеризує рефлексивну діяльність, самооцінку, розуміння і сприйняття майбутнім інженером нормативних вимог до професійно виконуваної діяльності, оцінювання і аналіз на цій підставі мети, процесу, результатів і наслідків. До цієї компоненти нами віднесено прогностичну здатність і готовність передбачення планових і незапланованих результатів своєї діяльності. Рефлексивно-аналітичні здатності мають властивість перенесення у різні сфери знання і діяльності, що забезпечує досягнення поставленої мети у швидкозмінних умовах на основі ціннісно-мотиваційних настанов особистості.

Ціннісно-мотиваційна компонента ТКМІ має у своїй основі прагнення майбутнього інженера до розвитку таких особистісних якостей як установка на творчий саморозвиток, спрямованість на професійну діяльність, самостійність і відповідальність за результати навчання, самомотивація, здатність і готовність здійснювати професійну діяльність на підставі змісту, професійних і загальнолюдських цінностей, ставлення до існуючої дійсності та особистісно-професійних пріоритетів. Ціннісна складова цієї компоненти проявляється в усвідомленні особистісної значущості техніко-технологічних знань, умінь і навичок.

Характеристика компонент ТКМІ підкреслює інтегративність функцій і дій майбутнього інженера, їх взаємну доповнюваність і адаптованість до мети. Всі основні блоки дій мають складну структуру і можуть бути виражені через визначені функції майбутнього інженера, що входять до структури різних технологічних процедур, цілеспрямованість яких визначається залежно від їх складу і сфери впливу [251].

Отже, ТКМІ слугує індикатором його творчих, проектувальних й аналітичних умінь, а також рефлексивного позиціювання стосовно результатів своєї діяльності. Інакше кажучи, ця особистісна якість фахівця характеризується знаннями про технології і власне технологій, методів, засобів, форм діяльності й умов їх використання та організації виробничих процесів.

Виходячи з факту того, що фізика є фундаментальною наукою, яка на основі математичного апарату і відтворюваних експериментальних результатів описує широке коло явищ навколишнього світу на різних його рівнях (фізику Всесвіту, Землі, класичну фізику, фізику конденсованого стану, мікрофізику атомних, ядерних і суб'ядерних рівнів), розвиває математичні навички, навички проведення фізико-технічного експерименту, формує загальнонаукове розуміння техніко-технологічних процесів, які озброюють випускника гнучкістю мислення, здатною наблизити його до створення моделей складних систем, чим створює ґрунтовні засади для навчання усіх технічних дисциплін,

розглянемо зміст компетенцій, які формуються у майбутніх інженерів у процесі її вивчення.

Одним із практичних результатів дослідження освітніх програм і практики організації навчання у європейських вищих навчальних закладах, здобутих у ході виконання проекту *TUNING*, було виокремлення змісту компетенцій, що формуються у навчанні фундаментальних дисциплін, зокрема фізики (Див. Дод. Д).

У ході виконання проекту *TUNING* випускники університетів, роботодавці і фахівці у галузі фізики серед загальних компетенцій виділили такі основні (у порядку зменшення значущості): здатність до аналізу і синтезу; розв'язання проблем (професійних завдань); здатність безперервно навчатися; уміння застосовувати знання на практиці; креативність і здатність до роботи у команді.

Окрім того, компетенції, які формуються у процесі навчання фізики класифікуються за такими типами: 1) пізнавальні здібності і компетенції; 2) практичні навички; 3) додаткові ключові компетенції.

Аналіз здобутих даних виявив, що у навчанні майбутніх інженерів з використанням КОСФЕ формується низка компетенцій, які, з однієї сторони є базисними для навчання всієї множини технічних дисциплін, а з іншої – визначають формування ТКМІ. До таких компетенцій нами було віднесено експериментальну, оцінювання, вирішення проблем, моделювання, математичну, систематизації знань, здатності до навчання, особистісно-професійну, літературного пошуку, управління та специфічно-комунікативну (табл. 2.2).

Аналіз передового досвіду європейських вищих технічних навчальних закладів з організації навчального процесу на засадах компетентнісного підходу надав підстави для побудови матриці співвідношення видів навчальної діяльності та специфічних компетенцій, які при цьому формуються (Див. Дод. Ж). Така таблична структура створює можливість виокремлення найефективніших сучасних методів навчання у технічному університеті. Дані останнього стовпчика показують кількість видів компетенцій, яка може бути сформована в межах даної освітньої діяльності, а останнього рядка – кількість виявлених освітніх заходів, які сприяють розвитку компетенції.

З наведеної матриці стає очевидним висновок про те, що активне проблемно орієнтоване навчання, лабораторні і практичні заняття, проектні дослідницькі лабораторні роботи, роботи в малих групах (командах) і навіть лекції мають високі потенціальні можливості для комплексного формування і розвитку значної кількості предметних компетенцій, в той час, як вплив на них інших видів навчальної діяльності не такий значний.

Усвідомлення того, що витoki фундаментального знання містяться, передусім, в експерименті, дало можливість на підставі аналізу ГСВО України обраних спеціальностей на основі компетентнісного підходу зробити важливий висновок про те, що формування практично усіх фахових навичок у студентів технічного університету розпочинається з лабораторних практикумів, особливо фізичних [79–84].

При цьому забезпечується оволодіння, зокрема, такими уміннями:

- засвоєння нових знань, прогресивних технологій та різноманітних інновацій
- складання планів досліджень та випробувань;
- проведення розрахунків прогнозованих параметрів та характеристик за заданими алгоритмами і за допомогою ПК;
- використання загального та спеціального контрольо-вимірювального і випробувального устаткування;
- проведення опрацювання результатів фізико-технічного експерименту;
- використання науково-технічної документації щодо властивостей матеріалів,
- добору матеріалів із заданими фізичними властивостями;
- оцінювання впливу технічних та організаційних чинників на продуктивність праці та ефективність виробництва та ін.

Таблиця 2.2

Компетенції, що формуються у навчанні з використанням КОСФЕ

Назва компетенції	Зміст компетенції
Експериментальна	Уміння проводити експерименти самостійно, зокрема, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані та бути обізнаним у найважливіших експериментальних методах
Оцінювання	Уміння оцінювати порядок величин у різних фізичних явищах, значущість отриманих результатів, величину і джерела похибок вимірювань
Вирішення проблем	Здатність виконувати розрахунки самостійно або за допомогою комп'ютера, включаючи уміння використовувати програмне забезпечення для опрацювання числових даних, моделювання фізичних процесів або контролю проведення експерименту
Моделювання	Здатність визначати основи процесу або навчальної ситуації і створювати її робочу модель; виконувати необхідні наближення; критично мислити для побудови фізичних моделей; адаптувати наявні моделі до нових експериментальних даних
Математична	Уміння використовувати широко вживані математичні та числові методи
Систематизації знань	Розуміння найголовніших фізичних теорій (логічної і математичної структури, експериментальної основи описуваних явищ) та їх місця у техніко-технологічному знанні
Навчання	Здатність до освоєння нових галузей знань, самоосвітньої і самостійної професійно орієнтованої діяльності
Особистісно-професійна	Відповідальність за результати навчання, рівень набуття навичок і відповідних компетенцій
Літературного пошуку	Уміння шукати і використовувати фізико-технічні літературні джерела даних, які стосуються науково-дослідної роботи і технічних проектів; знання технічної англійської мови, необхідної для on-line пошуку
Управління	Уміння працювати з високим рівнем автономії, планувати і керувати проектами, бути активним їх учасником
Специфічно комунікативна	Уміння подавати результати дослідження для професійної або непрофесійної аудиторії (як усно, так і у письмовій формі, у разі потреби описувати складні явища або проблеми простою мовою,

зрозумілою аудиторії); уміння працювати у міждисциплінарній команді

Отже, виокремлення найефективніших методів навчання в технічному університеті, комплексне і багатоаспектне дослідження ієрархії специфічних компетенцій, які розвиваються у навчанні технічних дисциплін і фізики, у постановці і проведенні комп'ютерно орієнтованого навчального фізичного і фізико–технічного експерименту, виявило, що з їх формуванням у майбутнього інженера розвивається комплекс особистісно професійних якостей, пов'язаних зі становленням технологічного і критичного мислення (див. п. 1.1.3). Зазначене надало підстави для обґрунтованого припущення про прогнозовану ефективність КОСФЕ як універсального міждисциплінарного засобу для формування ТКМІ у проєктованій нами методичній системі.

Проведений нами аналіз проблеми формування ТКМІ у вищому технічному навчальному закладі з використанням теоретичних методів дослідження як, наприклад, аналіз і синтез, дав підстави для побудови моделі ТКМІ, яка структурно і функціонально поєднує:

- загальнонаукове, світоглядне (глибинне) походження ТКМІ, що виражено відповідністю її специфічних компонент до компонент світогляду особистості як засадничої категорії у філософській науці;
- вищу технічну освіту, зміст і якість якої детермінована зовнішніми (суспільство, ГСВО, Національна рамка кваліфікацій) і внутрішніми (соціально–особистісні передумови, здібності, мотиви тощо) вимогами, в якій відбувається формування і розвиток ТКМІ;
- КОСФЕ як дієвий засіб формування ТКМІ на міждисциплінарному рівні (рис. 2.2).

2.2. Особистісно орієнтована парадигма в сучасній інженерній освіті

Особливістю стратегії розвитку освіти, основні принципи якої закладено у Дакарських рамках дій в освіті (освіта для всіх) [91], Лісабонській конвенції, Болонській декларації [54], є перенесення акцентів на таку базову освіту, яка закладає стійкі навички неперервного навчання і є за своєю суттю переходом від парадигми навчання до парадигми здобування освіти упродовж всього життя. Реалізація такого підходу спрямована на подолання основної суперечності існуючої освітньої системи: між стрімкими темпами зростання обсягу і якості знань у сучасному світі й обмеженими можливостями їх засвоєння у період навчання.



Рис. 2.2. ТКМІ: світоглядна ґенеза та формування у навчанні з використанням КОСФЕ

На підставі зазначеного зроблено висновок, що освітні установи повинні формувати у суб'єктів навчання здатність і готовність до систематичного навчання, потребу у постійній самоосвіті та самовдосконаленні [66]. Якщо традиційна парадигма навчання ґрунтується на передачі знань від викладачів до студентів, то парадигма епохи постмодерну передбачає створення середовища для нагромадження досвіду, що сприятиме не тільки здобуванню знань студентами для самих себе, але й здійсненню відкриттів, розв'язанню поточних проблем (задач), пов'язаних з професійною діяльністю тощо. Мета парадигми здобування освіти, як відзначають американські дослідники Роберт Бар і Джон Таг, не у поліпшенні *якості викладання* (хоча і це важливо), а у постійному підвищенні *якості навчання*, продуктивності освіти [19, С. 15].

На основі дослідження науково-педагогічних джерел нами було з'ясовано, що в основу особистісно орієнтованої педагогіки у вищій школі покладено гуманістичний підхід, що виник як педагогічний напрям у 60-тих роках ХХ ст. на основі праць К. Роджерса [304], А. Маслоу [217], Р. Мей [19] та ін. і який передбачає значну перебудову особистісних установок педагога. Якщо парадигма освіти до кінця ХХ ст. ґрунтувалася на «універсальності навчальних програм, фронтальному спілкуванні, стандартних оцінках знань, умінь, навичок, примусовості, трансляційній формі передачі інформації і пасивності ...», то гуманістичний підхід в освіті апелює до індивідуалізації і диференціації навчання, що передбачає використання нормативів і відповідно програм розвитку, до радості суб'єкта навчання від освітньої діяльності, від процесу творчості» [126, С. 150]. Основоположна теза особистісно орієнтованої педагогіки в тому, що джерела і рушійні сили розвитку та особистого зростання містяться у самій людині. Головне завдання навчання: допомогти особистості зрозуміти себе, мобілізувати свої внутрішні сили і можливості для продуктивного саморозвитку.

Ідея особистісного підходу обґрунтовувалася і розвивалася: Б. Г. Ананьєвим [REF_Ref417797959 \r \h 9], Л. С. Виготським [REF_Ref376906167 \r \h 59], В. В. Давидовим [REF_Ref380270882 \r \h 90], Л. В. Занковим [REF_Ref376905048 \r \h 115], О. М. Леонтьєвим [REF_Ref377844895 \r \h 197] та ін. Певні сторони проблеми особистісно орієнтованого навчання набули подальшого розвитку в роботах І. Д. Беха [REF_Ref388366918 \r \h 33], С. У. Гончаренка [REF_Ref409791370 \r \h 68], Д. Б. Ельконіна [REF_Ref406162739 \r \h 446], І. А. Зязюна [REF_Ref409701718 \r \h 126], В. В. Серікова [REF_Ref414433593 \r \h 322], В. А. Сластьоніна [REF_Ref388392765 \r \h 52], І. С. Якіманської [REF_Ref377844726 \r \h 449] та багатьох інших.

З позицій особистісно орієнтованої педагогіки знання є засобом для досягнення головної мети – розкриття здібностей особистості, її саморозвитку та самореалізації, здатності до вирішення життєвих питань в умовах невизначеності, формування навичок конструктивної комунікації з іншими соціальними суб'єктами, творчого освоєння навколишнього світу: децентрованого, фрагментованого, неупорядкованого, позбавленого причинно-наслідкових зв'язків і стійких ціннісних орієнтирів. Освітній результат у цьому контексті розглядається крізь призму компетентісного підходу (див. п.2.1), який дозволяє

виявити рівень знань, умінь і навичок особи в конкретних професійних ситуаціях [259, С. 9]. Проведене дослідження показало, що особистісно орієнтована освіта – педагогічний процес, який створює умови для прояву особистісних якостей студента: мотивації, вибору, самореалізації тощо.

До процесуальних визначників якості освіти постіндустріального поступу цивілізації відноситься її максимальна наближеність до замовника, диверсифікація та децентралізація, міждисциплінарний характер поширення знань; відкритість, гнучкість, варіативність, динамічність, інноваційність, технологічність, технічна оснащеність тощо [188, С. 80].

З'ясовано, що з огляду на результативність освіти в особистісному контексті її якість має визначатися рівнем володіння метакомпетентностями, що ґрунтуються на високому рівні освіченості і кваліфікації у певній множині галузей економіки, ефективної реалізації у різноплановій професійній діяльності. Результативним критерієм якості освіти у суспільному контексті нині є підготовка фахівців, спроможних навчатися і розвиватися упродовж життя як у межах професій, так і з огляду на громадянську і політичну компетентності. Як зазначає Н. Лавриченко, до особистісних якостей успішної людини належать комунікативність, креативність, лідерство, здатність приймати самостійні рішення і нести за них відповідальність, уміння працювати в команді тощо [188, С. 81].

Аналіз науково-методичної і періодичної фахової літератури виявив, що освітнім ядром нині стає індивідуальна освітня програма (а не вищий навчальний заклад), а центром, відповідно, – індивід, який з дитинства разом зі спеціальними професіоналами – тьюторами і психологами – її створює, а потім – реалізує. Індивід за такого позиціювання стає замовником і до будь-якого навчального закладу він ставиться прагматично, відповідно до того, що йому на даному етапі необхідно знати, якими компетенціями / компетентностями володіти. Навчальна програма підготовки фахівців нині передбачає переміщення суб'єктів навчання по всьому світі, коли один семестр слухається в одному університеті, наступний – в іншому; з одним контентом людина працює через Інтернет, інший прослуховує у режимі реальних семінарських занять тощо.

Нова освітня парадигма втілюється у сучасних педагогічних технологіях. Зазначимо, що педагогічна технологія – дидактичний напрям, передвісники появи якого виникли у педагогічній науці у 70-х роках минулого століття. Відповідно до [265, С. 112], у педагогічній технології чітко розрізняють дві галузі: технологію навчання і технологію у навчанні. Перша досліджує структуру процесу навчання, вивчає механізми навчальної діяльності, процедури вибору оптимальних стратегій навчання. Предметом вивчення другої є використання комплексу сучасних технічних засобів навчання в освітньому процесі.

Досить часто педагогічна технологія і технологія навчання вживаються як синоніми для визначення системного методу створення, застосування і визначення всього процесу навчання і засвоєння знань з урахуванням технічних і людських ресурсів та їх взаємодії. З'ясовано, що їх мета – оптимізація всіх форм освіти.

Слід зазначити, що консервативність системи освіти є, з одного боку, її перевагою, бо у такий спосіб забезпечується неперервність і спадковість наслідування культури, а з другого боку, ця її риса – значний недолік, оскільки система освіти постійно відстає від науки і економіки, які досить стрімко розвиваються. Період зміни сучасних технологій виробництва становить 3–5 років (див. п.1.4) і, як наслідок, технологічна неграмотність сучасного випускника університету має місце ще до того моменту, коли він стане його випускником. Риси нової освітньої парадигми, які відрізняють її від класичної, закладеної Я. А. Коменським [160, С. 125] у XVII ст., наведено у табл. 2.3, що дає можливість прослідкувати відмінність між традиційною (предметно орієнтованою) і гуманістичною (особистісно орієнтованою) парадигмами навчання [49, С. 93].

Таблиця 2.3

**Порівняння класичної і сучасної освітніх парадигм
(за А. А. Вербицьким)**

Класична парадигма	Парадигма епохи постмодерну (кінець XX – початок XXI ст.)
Основна місія освіти: <i>підготовка і адаптація</i> підростаючого покоління до життя і продуктивної праці	Основна місія освіти: забезпечення умов для самовизначення і <i>самореалізації</i> особистості у будь-якому віці
Людина – проста система	Людина – дуже складна система
Знання – з минулого («школа пам'яті»)	Знання – з майбутнього («школа мислення»)
Освіта – процес передавання тому, хто навчається, відомих зразків знань, умінь і навичок	Освіта – створення людиною зразка оточуючого світу у собі самому через активне сприйняття себе у світі інтелектуальної, предметної, соціальної і духовної культури, набуття системи компетентностей
Той, хто навчається (студент, учень) – об'єкт педагогічного впливу	Той, хто навчається (студент, учень) – суб'єкт пізнавальної діяльності
Суб'єкт–об'єктні, монологічні стосунки педагога і того, хто навчається	Суб'єкт–суб'єктні, діалогові стосунки педагога і того, хто навчається
Відтворююча, <i>репродуктивна</i> , діяльність того, хто навчається	Активна, ініціативна, <i>творча</i> діяльність того, хто навчається

Технології сучасного відкритого постіндустріального суспільства (насамперед інформаційні і технології масової комунікації), а також сучасні соціальні інститути (право, політика, власність, засоби масової інформації тощо) суттєво змінили уявлення про механізми вікової та психологічної ідентифікації людини. Нині ідея «навчання і виховання» замінюється ідеєю «розвитку людського потенціалу» (людини як можливості), що цілком відповідає як сучасному суспільству, так і сучасній педагогічній теорії й практиці в контексті постмодерну. Антропологічним ідеалом в освіті стає концепт «людини можливої» (гуманітарне трактування) на відміну від концепту «людини здатної»

(діяльнісне трактування) [285]. Предметом педагогічного впливу у зв'язку з цим стають «квазіприродні» антропологічні якості, або, можливості, які побудовані на іншому типі зв'язку людини з природою, аніж той, який мали «здібності». Сучасну освітню постмодерністську технологію можна назвати гуманітарною технологією виробництва нового типу продукту – людського потенціалу.

Зазначимо, що антисцієнтичність педагогіки постмодерну виявляється у «відмові від абсолютної ролі науки, натомість – схильності вважати головною цінністю людину, а головною проблемою – самореалізацію людини, її духовний та моральний розвиток через різні культурні традиції та цінності» [234, С. 69]. Універсальними можливостями людини (її потенціалом) дослідники вважають: рефлексію і розуміння; технологію дій і комунікацій; можливості інтерпретації і мислення; здатність до самовизначення стосовно культури і соціуму; визначення мети і соціально-культурну персоніфікацію; здатність до організації, самоорганізації, організації систем знання [444, С. 37].

У ході проведеного дослідження з'ясовано, що педагогічна теорія постмодерну зосереджена на дослідженні наступної проблематики.

По-перше, це – аналіз навчальних і освітніх цілей, які визначаються державними стандартами і фокусуються на:

- формуванні особистості, здатної до постійного самовизначення, саморозвитку і самореалізації;
- посиленні відповідальності суб'єктів навчального процесу стосовно його результативності;
- толерантності і до міжособистісних стосунків і до культурних цінностей.

По-друге, це – визначення змісту навчання, який виражається і конкретизується в освітньо-професійних програмах і планах і характеризується:

- впливом культурного і мультикультурного компонентів;
- інтеграцією навчальних дисциплін, інноваційних методів і технологій навчання, багатоаспектним оцінюванням;
- орієнтується на взаємодію між усіма учасниками педагогічного процесу: від викладачів і студентів до громадських організацій.

У контексті наведеного переліку зазначимо, що відповідний спосіб організації навчання має на меті формування освітнього середовища, придатного для самореалізації особистості [234, С. 70], найважливішими здобутками якої у процесі освіти є здобуття навичок критичного та творчого мислення (див. п.1.1.3).

По-третє, це – розвиток нових навчальних технологій та методик, які нині:

- акцентовані на особі того, хто навчається;
- вимагають розроблення і постійного удосконалення активних і творчих методів, прикладом яких можуть бути метод проблемного навчання, проектів, корпоративного навчання тощо [176, С. 125].

Паралельно й у тісному взаємозв'язку з освітніми цілями, змістом і навчальними технологіями зазнала змін і система оцінювання результатів навчання. На думку дослідників цієї педагогічної проблеми методика і критерії оцінювання повинні надавати комплексну та достовірну інформацію стосовно індивідуальних досягнень суб'єктів навчання (студентів), заохочуючи їх до

систематичного індивідуального самоконтролю власної навчальної діяльності.

В особистісно орієнтованому підході, за означенням С. У. Гончаренка, викладач ставиться до студента як до «самосвідомого, відповідального суб'єкта власного саморозвитку і як до суб'єкта виховної взаємодії» [68, С. 4].

Найважливіше в даному підході, зазначає І. А. Зязюн, – формування у студентів не лише нормативних знань, але передусім механізмів самонавчання та самовиховання з врахуванням максимального включення індивідуальних здібностей кожного.

Мету, зміст і методи навчання об'єднує в особистісно орієнтованій освіті В. В. Серіков, зазначаючи, що така освіта максимально реалізується в умовах затребуваності сил саморозвитку суб'єкта навчання, а саме тоді, коли особистість має право вибору змісту навчального матеріалу, організаційних форм і методів навчання [322, С. 17]. З'ясовано, що особистісно орієнтований підхід допомагає виявленню та розкриттю можливостей, становленню самосвідомості, самореалізації, самовизначенню, самоствердженню.

З'ясовано, що одним з видів особистісно орієнтованої педагогіки є теорія контекстного навчання А. А. Вербицького [REF_Ref378432375 \r \h 49], предметом дослідження якої є створення педагогічних умов, необхідних для динамічного руху від навчальної діяльності студента до його професійної діяльності, що виявляється у зміні потреб і мотивів, мети, дій (вчинків), засобів, предмету і результатів. Такий перехід послідовно моделюється у формах діяльності студентів з огляду на зміст професійної діяльності, зокрема, її предметно-технологічних (предметний контекст) і соціальних (соціальний контекст) складових. Зміст контекстного навчання будується на логіці навчального предмету і логіці майбутньої професійної діяльності.

Проведене нами дослідження виявило, що визначення мети – «ахіллесова п'ята» особистісно орієнтованої педагогіки. Витоки зазначеної проблеми у тому, що традиційна педагогіка, століттями утримуючи освітній простір під своїм впливом, зводила педагогічний ризик до мінімуму в умовах, коли цілі зрозумілі й очевидні і коли можливою є раціоналізація та уніфікація педагогічного процесу.

Ситуація радикально змінюється у процесі реалізації особистісно орієнтованої освіти, коли, як зазначає Г. А. Окушова, «неможливим є ігнорування внутрішнього змісту особистісного розвитку, також неможливим є визначення конкретної педагогічної мети – образу особистості. Вона виглядає як мозаїка зі втраченим єдиним змістом і сенсом. Мета, як і кінцевий освітній результат, невизначені, більш того, вони постійно змінюються» [259, С. 9].

В епоху знань визначальним є поняття самоорганізації як одне з ключових понять синергетики, яке стосовно освіти означає *самоосвіту*. Як зазначає Е. Н. Князева, «найкращий спосіб керування – самокерування», бо «головне – це не передача знань..., а оволодіння способами поповнення знань і самоосвіти зі швидкою орієнтацією в складно організованих базах даних і розгалужених системах знання» [148].

Таким чином, синергетична парадигма у педагогіці вимагає нового діалогу між викладачем і студентом, в основу якого покладено не передачу знань від одного до іншого, а створення умов, які уможливають процеси народження

знань самими студентами, їх активну і продуктивну творчість. Така нелінійна ситуація відкритого діалогу, прямого і зворотного зв'язку, спільної активності призводить до того, що суб'єкти освітнього процесу починають функціонувати в одному темпі, діяти в одному ритмі, навчання стає інтерактивним, призводить до якісних змін у їх свідомості. Головне проблемне питання синергетичного підходу у педагогіці, зазначає Е. Морен, у з'ясуванні того, яким чином, «здійснюючи незначний резонансний вплив, підштовхнути систему (особу) на один з власних і найсприятливіших шляхів розвитку, як забезпечити самокерований і самопідтримуючий розвиток» [236, С. 177]. Сутність синергетичного підходу криється у стимулюючій, пробуджуючій освіті, освіті як відкритті себе і співпраці з самим собою та іншими людьми [148].

Дослідження змісту і методології навчального процесу у вітчизняних і закордонних вищих технічних навчальних закладах вказують на те, що значні результати у розвитку здібностей майбутніх інженерів досягаються поєднанням традиційного навчання з технологічними підходами [39, С. 103]. Одним із таких є проблемно орієнтоване навчання (або просто «проблемне навчання»), яке включає систему комплексної самостійної роботи дослідницького характеру і формує навички пошуку і розв'язання проблемних ситуацій та завдань, що стосуються актуальних питань науки і практики [487].

Розв'язання задач властиве всій науковій діяльності. Однак факт того, що студент спроможний розв'язати задачу в аудиторії, ще не означає, що він зможе розв'язувати фізико-технічні завдання у професійній сфері. Ймовірно, що досвід і впевненість можуть бути двома основними чинниками, які потребують того, щоб студенти розвивали професійно орієнтовані навички, працюючи самостійно або у групах, розв'язуючи навчальні завдання, особливо відкриті і контекстні.

Відомо, що опрацювання алгоритмізованих, програмованих завдань відіграє важливу роль у навчанні. Однак, існує потреба через використання значної кількості розширених відкритих проблем дати можливість студентам розвивати загальнопрофесійні навички, здатність проникати у суть того, що стосується їх майбутньої фахової діяльності. Важливо усвідомлювати, що проблеми реального світу, як, наприклад, інженерні завдання, мають тенденцію бути дуже відкритими, їх часто непросто розв'язати, застосовуючи відповідні алгоритми, а це значно збагачує практичний досвід студентів.

Проблемно орієнтоване навчання (від англ. *Problem based learning*) символізує зсув парадигми у викладанні та навчанні у напрямі їх побудови навколо проблем з реальним сценарієм. Цей метод сформувався у процесі навчання медицини і доводить факт того, що генеруватися можуть різні результати навчання [489]. На розвиток індивідуальної траєкторії у вирішенні завдань проблемного характеру значно впливає рівень інтелектуального розвитку студентів. Досить часто виконання завдань призводить до алгоритмічного процесу, обмежує простір справжнього інтелектуального розвитку студентів. Однак, практичний досвід показує, що студенти бажають більшого і насправді спроможні на більше.

Виявлено, що концепція проблемно орієнтованого навчання була вперше офіційно впроваджена у систему навчання у *McMaster University* (Канада) [482].

Наразі дослідження у цій галузі педагогіки, як є субсистемою особистісно орієнтованого навчання, в умовах революційного розвитку інженерії на міждисциплінарній основі, отримали «друге дихання», є предметом для обговорення на багатьох науково-методичних конференціях, виступають у ролі тем для дискусій на сторінках педагогічних видань.

Педагогічні дослідження доводять, що мотивація у реалізації проблемного навчання у викладанні технічних і природничих дисциплін є визначальною вимогою особистісно орієнтованого навчання [428, С. 97]. У процесі проблемного навчання студенти навчаються на реальних проблемах, подібних до тих, які трапляються на практиці. Викладання навчального матеріалу через здобування практичних навичок є однією з основних відмінностей проблемного навчання від звичайних методів. У першому випадку студенти більш «індуктивні»: вони частіше активно намагаються розв'язувати реальні завдання, застосовуючи свій досвід і майстерність; активно вивчають зміст запитання у ході розв'язання проблеми, на відміну від традиційного методу, коли викладач читає лекції, а студенти пасивно слухають і «вчаться», а далі намагаються відповісти на запитання, запропоновані викладачем у кінці заняття.

Проблемне навчання використовує три основних чинники [338, С. 176]: допитливість студента, міждисциплінарні методи (зв'язки), роботу у команді. Також доведено, що метод проблемного навчання формує у студентів ключові і загальнопредметні компетенції [428, С. 136].

З'ясовано, у процесі проектування завдань проблемного характеру потрібно враховувати такі елементи [192, С. 97]:

а) *навколишнє середовище*: аналіз і врахування ситуацій, які можуть виникнути під час розроблення діяльності стосовно рівня розуміння або використовуваних студентом методів, таких, як можливі стратегії розв'язання проблеми;

б) *навчальний план*: зміст, на якому зосереджена діяльність та для якого вона в основному створена, тобто, зміст, яким студенти мають опанувати під час розв'язання проблеми; навчальний план – традиційне ядро навчання, однак у контексті проблемно орієнтованого навчання його дотримання відбувається дещо інакше;

в) *аналітична точка відліку*: належить до попереднього (ретроспективного) і майбутнього (потенційного) змісту та цілей інтегрованих курсів з метою збагачення проблеми, спонукання до довгострокового зберігання та стимулювання виникнення у студента нових запитань, особливо таких, які мають міждисциплінарний характер;

г) *використання технологій*: технологічних елементів (програмного забезпечення, цифрових вимірювальних комплексів, засобів масової інформації, електронних засобів зв'язку тощо), що необхідні для розв'язання завдань діяльності; одним із завдань може бути використання технологій для ідентифікації задачі та оцінювання її правдоподібності [458, С. 169].

Розвиток ТКМІ у навчанні технічних дисциплін і фізики відбувається через пошук шляхів і добір методів та інструментарію розв'язання поставленого завдання. Слід зазначити, що відповідні методичні системи не є новими у

вітчизняній педагогіці вищої інженерної школи і досить тривалий час застосовувалися, як зазначає С. У. Гончаренко, як проектно-технологічний тип організації навчального процесу [72, С. 295], який полягає у розподілі продуктивної діяльності студента на окремі завершені цикли, які називаються *проектами*.

Вихідними тезами *проектного навчання* є такі:

- у центрі уваги – індивід, який навчається, а роль викладача – у сприянні розвитку його творчих здібностей;
- освітній процес будується не у відповідності до логіки предмета, а за логікою діяльності, що створює певний особистісно професійний зміст у навчальному процесі, який значно підвищує мотивацію до навчання;
- індивідуальний темп роботи над проектом забезпечує вихід кожного суб'єкта навчання на його власний рівень розвитку;
- комплексний підхід до розроблення навчальних проектів сприяє збалансованому розвитку основних фізіологічних і психологічних функцій індивіда;
- глибоко усвідомлене засвоєння базових знань забезпечується шляхом їх універсального використання у різноманітних ситуаціях.

Отже, дослідження наукових літературних джерел з педагогіки і психології вищої школи довело, що особистісно орієнтована спрямованість освіти є однією з визначальних вимог сьогодення до організації навчального процесу у вищих навчальних закладах. Одним з її постулатів є «навчати, досліджуючи; досліджувати, навчаючи», дотримання якого відкриває шлях до формування творчої особистості, здатної до критичного, інженерного і технологічного мислення, що визначає процес формування і розвитку ТКМІ. Зазначене детермінувало добір особистісно орієнтованого підходу в навчанні, як однієї із методологічних засад у проєктованій нами методичній системі.

2.3. Аксіологічні засади навчання технічних дисциплін

У становленні майбутнього інженера як фахівця професійна освіта виконує дві основні функції: по-перше, є засобом самореалізації особистості у продуктивному виробництві, по-друге, забезпечує стійку професійну кар'єру в умовах ринкової конкуренції.

Парадигма професійної освіти в епоху постмодерну ґрунтується на констатації того, що нині визначальна мета виховання – це розвиток у студентів активної життєвої і професійної позиції, здатності до творчості, зацікавленості та потребі у саморозвитку. З огляду на сказане, основним змістом професійного виховання є забезпечення соціалізації особи майбутнього інженера і саморозвиток людини [298, С. 763]. Психологічним фактором становлення професіоналізму у сучасних умовах є спрямованість особистості на самовдосконалення і творчість, соціальним – засвоєння широкого спектру професійних і загальнолюдських норм, цінностей і орієнтацій.

Поняття цінності є одним з ключових у сучасній суспільній думці, воно використовується у філософії, соціології, психології, педагогіці для позначення об'єктів і явищ, їх властивостей, а також ідей, що втілюють у собі моральні

ідеали, виступають у ролі певних еталонів [421, С. 569]. Виокремлюють соціальні, соціально–практичні, предметно–практичні, науково–технічні, онтологічні, гносеологічні передумови впровадження аксіологічного підходу в науково–технічних знаннях.

Нами було з'ясовано, що аксіологізація нині є провідною тенденцією розвитку вищої освіти, а її сутність розкривається у визначеннях, які висвітлюють її мультивекторну спрямованість:

- компонент гуманізації освіти: в теорії і практиці вона визначає склад та ієрархію моральних цінностей, в яких системоутворювальним ядром виступає людина як головна цінність;
- сукупність педагогічних умов (факторів), що сприяють розвитку сутнісних сил особистості, піднесенню потреб, збагачення морального потенціалу, формуванню академічної зрілості студента як суб'єкта освітнього процесу;
- процес, що поєднує певні аспекти розвитку освітньої діяльності університету та особистості студента: з позиції вищої школи – це процес, який розкриває резерв якості освіти, а з позиції особистості студента – результатом аксіологізації виступає розвиток ціннісного ставлення до пізнання, професії, до себе та інших; розвиток стійких професійно–значущих і життєво–ціннісних орієнтацій, які обумовлюють пошук, оцінку, вибір і проектування власного життєвого шляху;
- метод, метою якого виступає розвиток креативно–ціннісних властивостей особистості, без яких неможлива творчість, самостійна діяльність людини у напрямку досягнень високих результатів, цілей життя, професійного зростання.

Проведене дослідження виявило, що особливо актуальним є питання аксіологізації інженерної освіти в умовах широкого впровадження у освітню практику освіти сучасних ІКТ.

Фактичний відрив користувача програмних навчальних продуктів від викладача (особливо при використанні on–line технологій навчання) переводить процес навчання з позиції виховання суб'єктів навчання на рейки технократизації, що спричиняє деформацію особистості користувача у напрямку технократії. Подібне відхилення в розвитку мислення майбутнього інженера у напрямі інтелектуалізму сприяє розвитку логічного мислення при недорозвиненості емоційної сфери, образних уявлень, уяви.

Зазначене детермінує у процесі створення методичних систем, пов'язаних з теорією і методикою навчання технічних дисциплін і фізики, до яких також відноситься система формування ТКМІ з використання КОСФЕ, необхідність врахування вирішення завдання їх аксіологічної спрямованості.

Дослідження науково–педагогічної літератури показало, що застосування аксіологічного підходу у методичних системах у вищій технічній освіті, що ґрунтуються на використанні ІКТ навчання можливе за умови реалізації таких його функцій:

- методологічної, яка містить компоненти, що відображають методологію аксіологічного стилю мислення, через відображення цілісності предметних знань і умінь (наприклад, у формі електронних навчальних матеріалів);

- формувальнo–аксіологічної, яка містить такі, важко реалізовані в умовах класичної інженерної технології освіти, компоненти як загальноосвітні, розвиваючі та виховні;
- проектувальнoї, яка відображає існуючі компоненти прогностичного дидактично значущого аксіологічного планування цілей і завдань у методичному забезпеченні навчального процесу інженерної освіти;
- прогностичної, яка забезпечує оптимальний сценарій передбачення результатів впровадження в освітній процес практично всіх розроблених вище аксіологічних функцій та їх компонент.

Найважливішим чинником успішного навчання у вищому навчальному закладі є характер навчальної *мотивації*, її енергетичний рівень і структура. Деякі автори поділяють мотивацію навчальної діяльності на недостатню і позитивну, яка охоплює пізнавальні, професійні і особистісні *мотиви* [130, С. 132]. Такими мотивами є потреби й інтереси, прагнення й емоції, настанови й ідеали.

У психолого–педагогічній літературі мотиви, які діють у системі навчання, класифікують за видами, рівнями, спрямованістю і змістом, які систематизовано нами у вигляді структурної схеми, наведеної в [REF_Ref415896633 \r \h 373, С. 107].

Джерелом *зовнішніх мотивів* є суспільство у цілому, педагоги, батьки та інші особи; ці мотиви існують у вигляді підказок, натяків, вимог, указівок, підганянь, примусів тощо. Вони найчастіше діють ефективно, але їх дія стикається з внутрішнім опором особистості, що не є гуманним. Істинне джерело мотивації людини – у ній самій – у її *внутрішніх мотивах*. Необхідно, щоб той, хто навчається, сам захотів щось зробити і зробив це. Ось чому вирішальне значення надається не мотивам навчання (зовнішньому натиску), а мотивам учіння (внутрішнім спонукальним силам) [73, С. 195].

Усвідомлені мотиви виражаються у вмінні того, хто навчається, розповісти про причини, що спонукають його до дії, вибудувати спонукування за ступенем значущості, а *неусвідомлені мотиви* лише відчуються у незрозумілих, неконтрольованих свідомістю потягах і можуть бути доволі сильними.

Реальні мотиви усвідомлюються студентами та їх викладачами, а *надумані* (уявні) *мотиви* могли б діяти за певних обставин.

Проведене дослідження показало, що дидактичний процес повинен ґрунтуватися на реальних мотивах і одночасно створювати передумови для виникнення нових, більш високих і дієвих перспективних мотивів.

У категорії поділу мотивів за рівнями під *широкими соціальними мотивами* розуміють відповідальність, розуміння соціальної значущості навчання; прагнення особистості через навчання затвердити свій соціальний статус тощо. *Вузькі соціальні* (або позитивні) *мотиви* передбачають прагнення зайняти в майбутньому певну посаду, отримати визнання оточуючих і гідну винагороду за свою працю.

В основу *мотивів соціального співробітництва* покладено орієнтацію на різні способи взаємодії з оточуючими суб'єктами діяльності, затвердження своєї ролі і позиції у групі тощо.

З'ясовано, що *широкі пізнавальні мотиви* проявляються як орієнтація на ерудицію і реалізуються як задоволення від самого процесу навчання, його результатів, перспектив тощо.

Пізнавальна діяльність людини є провідною сферою його життєдіяльності, а *навчально-пізнавальні мотиви* орієнтовані на способи здобування знань, засвоєння конкретних навчальних дисциплін.

Одними з найважливіших наразі є *мотиви самоосвіти* – орієнтація на індивідуальне здобування як основних, так і доповнювальних знань.

За спрямованістю та змістом мотиви диференціюють як соціальні (соціально-ціннісні), пізнавальні, професійно-ціннісні, естетичні, комунікаційні, статусно-позитивні, традиційно-історичні, утилітарно-практичні (меркантильні).

Така інтерпретація дозволяє прослідкувати пряmolінійний і майже однозначний зв'язок позитивної мотивації з успішністю навчання [102, С. 168]. Проведений більш детальний аналіз мотивів навчальної діяльності дає підстави для виокремлення спрямованості на здобування знань, на придбання професії, диплома. Педагогічна практика показує, що існує прямий кореляційний зв'язок між спрямованістю на здобування знань і успішністю навчання, що не прослідковується для інших видів спрямованості. Студенти, які націлені на здобування знань, характеризуються високою регулярністю навчальної діяльності, цілеспрямованістю, сильною волею тощо. Ті ж, хто націлений на здобування професії, часто проявляють вибірковість, поділяючи дисципліни на «потрібні» та «не потрібні» для їх професійного становлення, що, як показує педагогічний досвід, часто позначатися на їхній академічній успішності [270, С. 332]. Настанова на отримання диплома робить студента ще менш розбірливим у виборі засобів на шляху до його здобуття – нерегулярні заняття, «штурмівщина», шпаргалки тощо.

Було з'ясовано, що для дослідження мотиваційних тенденцій у навчанні студентів часто використовується опитувальник «особових переваг» А. Едвардса [465], апробований Т. В. Корніловою [170, С. 110].

Аналіз науково-педагогічної літератури показав, що між здібностями людини і мотивацією існує складна система взаємозв'язків. Ці два чинники перебувають у діалектичній єдності, і кожен з них певним чином впливає на рівень успішності. Висока позитивна мотивація може заповнювати нестачу спеціальних здібностей і недостатній запас знань, умінь і навичок та відіграє роль компенсаторного чинника, який, до речі, не спрацьовує у зворотному напрямку: яким би здібним і ерудованим не був студент, без бажання і поштовху до навчання він не досягне успіху.

Мотивація навчальної діяльності пов'язана із внутрішніми та зовнішніми потребами особистості. Перша з них означає потребу у провадженні певної діяльності, а друга – можливість її здійснення. Слід зазначити, що внутрішня потреба є первинною, а зовнішні чинники ефективно діють тільки за її наявності. Мотиви навчання є різними, оскільки процес навчання входить до складу різних видів діяльності. Окрім здобуття нового досвіду і професійних компетенцій / компетентностей, студент може бути зацікавлений і у тому, щоб

отримати повагу оточуючих, певну винагороду, задоволення самим процесом пізнання.

С. Л. Рубінштейн [307] визначив пізнавальну і ділову мотивацію як основні мотиви навчання, причому ділова мотивація міститься у пізнавальній. Це означає, що, здійснюючи пізнавальну діяльність, людина розуміє, що її результати можуть бути придатними для здобування у майбутньому якихось життєвих благ. Цей дослідник також зазначав, що ці два мотиви можуть бути настільки близькими один до одного й тісно пов'язаними, що їх не можливо протиставити (рис. 2.3).

Перенесення мотиву з кінцевого результату навчання на саму навчальну діяльність є виключно важливим чинником, який фактично визначає ефективність процесу навчання.



Рис. 2.3. Структура мотивації навчальної діяльності відповідно теорії С. Л. Рубінштейна

Дослідження показало, що найефективнішою у навчанні є безпосередня предметна мотивація, хоча й опосередкована мотивація може відігравати істотну роль. Один з таких опосередкованих мотивів, здатних перевести інтерес студентів на навчання технічних дисциплін і фізики, пов'язаний з їх компетентністю як користувачів ПК і програмно-апаратного забезпечення. Так, власний педагогічний досвід і багаторічна практика викладання показує, що певна частина з них вже на молодших курсах вищих технічних вищих

навчальних закладів володіють сучасними мовами програмування (див. п. 4.1).

Сучасні технології самостійного навчання передбачають підвищення активності тих, хто навчається: істина, здобута через напруження власних зусиль, має величезну пізнавальну цінність. На цьому шляху значні можливості мають інтерактивні технології навчання, які використовуються у навчальних посібниках нового покоління. Вони спонукають суб'єктів освіти постійно підтримувати зворотний зв'язок, ставити і відповідати на запитання, взаємодіяти з мультимедійними системами тощо. Водночас необхідно наголосити на тому, що надмірне використання цих засобів навчання може призвести до перенапруження сенсорних органів і внутрішніх сил суб'єктів навчання [150; 213 ; 450].

Пізнавальний інтерес – позитивне оцінне ставлення суб'єкта до його діяльності – один з постійно діючих рушійних мотивів діяльності людини, реальна причина дій. За Л. С. Виготським формування інтересу ґрунтується на таких педагогічних засадах [59, С. 403].

1. Перед тим, як залучати суб'єкта навчальної діяльності власне до навчального процесу, необхідно його зацікавити і переконатися у тому, що він приклав максимально можливі для цього зусилля; роль викладача визначається керівництвом навчальною діяльністю.
2. Потрібно переконатися у тому, що весь навчальний інтерес спрямований у бік предмета вивчення, а не на винагороди, бажання догодити, острах бути покараним тощо.
3. Педагогічну систему потрібно вибудовувати так, щоб вона була максимально наближеною до життя, а для студента технічного університету – до майбутньої професійної діяльності; навчання при цьому потрібно розпочинати з того, що вже відомо.

На сьогодні не викликає сумніву той факт, що успішність залежить від ступеня розвитку мотивації, однак слід зазначити, що одне з основоположних правил, на яких ґрунтується вся навчальна діяльність, стверджує, що ніякі знання, які не підкріплені самостійною діяльністю, не можуть стати істинним надбанням людини. Особливо значущою є роль самостійної діяльності у вищій школі.

У процесі дослідження з'ясовано, що за кредитної технології навчання [REF_Ref417806244 \r \h 407, С. 29] скорочення обсягу аудиторної роботи, безпосередньо підвищує значення і статус самостійної роботи студентів (СРС). При цьому її активізація сприяє розширенню та закріпленню навчального матеріалу, здобуванню нових професійних знань, розвитку *креативності* та *інтерактивності*, формуванню практичних навичок. Самостійна робота сприяє розвитку умінь студента працювати з науковою літературою й інформаційними ресурсами. Особливе значення мотивація у СРС має в методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ (п. 4.4).

Аналіз науково-педагогічної літератури довів, що дослідники педагогіки і психології вищої школи, окрім зовнішньої і внутрішньої виокремлюють процесуальну мотивацію. У сучасних соціально-економічних умовах і такому розвитку ринку праці, за якого конкуренція вимагає від фахівців опанування все

більш новими компетенціями / компетентностями, основне навантаження припадає на використання процесуальної мотивації, що ґрунтується на розумінні студентами корисності та значущості виконуваної роботи. Тому методичний зміст СРС повинен орієнтуватися на розв'язання майбутнім фахівцем конкретних, практичних проблем, з використанням інструментарію з різних галузей знань [52, С. 93]. У цьому випадку значущою є роль використання технології проектного навчання, *case-study*, комплексних технологічних завдань, у процесі виконання яких студент може продемонструвати не тільки академічні знання, але й нетрадиційні підходи та новаторське мислення.

Педагогічний досвід і практика показують, що існує багато способів розвитку мотивації у студентів, серед яких ефект цікавості, ефект загадки, створення ситуацій постійного пошуку, індивідуальне визначення мети, тобто планування цілей і завдань самими студентами тощо.

Компетентнісний підхід у навчанні теж має у своїй методологічній основі аксіологічні засади. Так, ціннісно-змістові компетенції в ієрархії компетенцій, створеній А. В. Хуторським винесено на першу позицію [429], а в системі компетенцій В. І. Байденка вони знаходяться на четвертому місці (інструментальні, професійні, соціально-особистісні, ціннісно-змістові, загальнокультурні) [18]. Слід зазначити, що відповідно до класифікації останнього дослідника до професійних цінностей майбутнього інженера належать:

- здатність переносити отримані знання у соціальну реальність;
- дотримання соціальних стандартів і етики;
- соціальна компетенція (здатність нести відповідальність, участь у прийнятті групових рішень, розв'язання конфліктів);
- духовна організація.

Зазначимо, що у психології розрізняють феномени загального інтелектуального розвитку, креативності і дослідницької здатності. За означенням, наведеним у [42, С. 160], інтелект – здатність засвоювати вже сформовані, наявні знання і уміння, застосовувати їх для розв'язання задач. Доведено, що існує кореляційний зв'язок між рівнем загального інтелектуального розвитку і академічною успішністю студентів [379]. Однак, орієнтація системи освіти на «середнього» студента у багатьох випадках призводить до того (як показують відповідні тести), що лише близько половини студентів підвищують рівень інтелектуального розвитку за роки навчання в університеті. До того ж, як це доводить у своїх дослідженнях С. Д. Смірнов, таке підвищення «спостерігається у слабких і середніх студентів, а сильні часто виходять з вишу з тим же, з чим і прийшли» [379].

Було з'ясовано, що до загальних особистісних здатностей відноситься і креативність але, на відміну від інтелектуальних здібностей, ця характеристика вказує на готовність суб'єкта до створення чогось нового. На думку переважної більшості дослідників психологічна креативність є сутністю, відносно незалежною від інтелекту [REF_Ref377853876 \r \h 42, С. 194]. У тестах, метою яких є оцінювання рівня креативності особистості, використовуються задачі відкритого типу, в яких оцінюється побіжність розумових процесів (кількість

генерованих варіантів розв'язання), гнучкість мислення (різноманітність запропонованих категорій розв'язання), оригінальність (даний варіант розв'язання зустрічається менше, аніж в одному відсотку випадків).

У підготовці майбутніх інженерів, як вже було зазначено раніше (див. п.1.2), важливим є формування дослідницьких навичок і відповідної поведінки, яка є складовою розумової активності і відрізняється від інтелектуальних здібностей і креативності тим, що суб'єкт за власної ініціативи досліджує якийсь новий об'єкт або явище в умовах відсутності чіткого формулювання умови завдання і плану його розв'язання [379]. У цьому випадку задача, яку особа ставить перед собою, спрямована на освоєння нових знань, зняття невизначеності, здобування даних тощо.

У проведеному дослідженні було з'ясовано важливу роль в ефективності навчання майбутніх інженерів конструкту, який нами окреслено як *ставлення до навчання*, яке складається з пізнавального, емоційного і діяльнісного компонентів. Ставлення до навчання має тенденцію до сталості впродовж тривалого часу після того, як воно сформувалося у суб'єкта навчання. Дослідники зазначають, що існує чіткий зв'язок між пізнавальним і емоційним компонентами, а, отже навчання технічних дисциплін і фізики повинно охоплювати їх обох, а не ставитися до них як до сутностей, які взаємно виключають одна одну [REF_Ref388344878 \r \h 463, С. 139]. Ставлення до навчання може бути розвинене, а значна кількість психолого–педагогічних досліджень вказує на те, що підхід, який застосовується до побудови навчального плану, відіграє вагомую роль у розвитку бажаного ставлення студента до навчання.

Дослідники розрізняють чотири види ставлення до навчання технічної дисципліни: ставлення до певної (визначеної) технічної дисципліни; ставлення до конкретних тем; ставлення до процесу навчання технічної дисципліни; ставлення до навчання взагалі. Так, опитування і анкетування студентів–першокурсників вищих технічних закладів переконливо доводить, що негативне ставлення до навчання фізики, яке через причини різного походження було сформоване у середній школі – домінуючий компонент, який знижує готовність студентів у подальшому вивчати технічні дисципліни, а отже є головною причиною того, чому технічні спеціальності не приваблюють потенційних студентів до навчання на відповідних спеціальностях в університетах (див. п.5.1).

Дослідження навчального процесу і педагогічна практика вказують на те, що фізика і, як наслідок, значна кількість загальнотехнічних дисциплін, у багатьох випадках стають майже недоступними для достатнього опанування ними вже зі шкільної лави (майже завжди через перевантаження науковими відомостями), тому студенти (як і учні) вдаються до простого запам'ятовування матеріалу, а це все саме по собі виробляє негативне ставлення до навчання цих дисциплін.

Слід зазначити, що останні два види ставлень (ставлення до процесу навчання технічної дисципліни і ставлення до навчання взагалі) з наведеного вище переліку вивчені досить мало. Однак ставлення до навчання у більшості

випадків розцінюється як здатність до наукового способу мислення. Дослідження свідчать, що успіх у цьому великою мірою залежить від когнітивного розвитку студента.

Використання у процесі навчання елементів усіх механізмів діяльності інтелекту усуває необхідність розділяти навчання на два етапи: засвоєння знань і застосування знань. Знання, що засвоюються у дії, виявляються більш міцними і власне засвоєння відбувається легко і швидко.

З метою використання у проектованій нами методичній системі формування ТКМІ, розглянемо ідеї декількох сучасних теорій освіти, які використовуються для побудови навчальних програм.

Теорія когнітивного прискорення (Shayer M. і Adey P.) базується на визнанні факту існування проблеми, пов'язаної з невідповідністю між пізнавальною здатністю студентів і вимогами навчальних планів, розв'язання якої автори пропонують здійснювати через непостійні впливи [455, С. 179].

Теорія когнітивного завантаження (Sweller J.), основний постулат якої полягає у тому, що здатність до запам'ятовування даних експоненціально залежить від форми подання інформації, розглядає проблеми взаємозв'язку між складністю завдання й архітектурою процесу пізнання. На основі цієї теорії було спроектовано численні навчальні стратегії, які мають у своїй основі, наприклад, ефект уявлення, ефект інтерактивності, ефект загасання керівництва тощо. Ця теорія розвивається і має чималі перспективи для методики фізико-технічних дисциплін. Її недоліками дослідники вважають обмеженість «у фокусі», коли увага розпоршується по всіх змінних величинах, задіяних у процесі навчання [499, С. 261].

Теорія опрацювання інформації (Johnstone P.) ґрунтується на факті того, що керування вивченням дисципліни через використання ІКТ значно покращує навчальну діяльність студента. Головна вимога у цьому процесі – ретельна його організація, потреба у підготовці студента за допомогою ввідних лекцій до лабораторних робіт, проведення пробних занять тощо [498, С. 133]. Психолого-педагогічними дослідженнями доведена значна прогностичність цієї моделі, проте у літературі зазначається зосередженість на фактичному розробленні матеріалу і нехтуванні іншими аспектами системи опрацювання інформації (наприклад, сприйняття і уявлення).

Теорія концептуальних змін (Posner G. і Strike P.) ґрунтується на припущенні, що навчання – це раціональний процес і знання можуть (і повинні) подаватися у раціональній формі, прийнятній і зрозумілій для того, хто навчається [486, С. 213].

Дослідження показують, що вказані теорії не завжди можуть призвести до принципів змін у опануванні і засвоєнні знань, оскільки процес опрацювання інформаційних даних є особливим для кожного конкретного індивіда; при цьому потрібно брати до уваги також і соціальні та емоційні впливи.

Наразі значна частина досліджень сконцентрована на дослідженні методики подання наукового знання, його розумінні і реорганізації семантичних наукових категорій. Здобуті результати доводять існування явного прогресу у академічних успіхах студентів за умови перенесення акцентів у змісті

навчального предмета на концептуалізацію та персоналізацію.

Проведений нами аналіз психолого–педагогічних досліджень показав, що сучасна альтернативна теорія навчання фізико–технічних дисциплін спрямована на концептуальну перебудову навчального плану, основною, визначальною ідеєю якого є те, що навчання в університеті має запропонувати студенту розуміння ключових фундаментальних ідей, а також знання того, *як використовувати здобуті дані і де знайти ті, які йому потрібні для орієнтації у фахових ситуаціях поза аудиторією.*

Нами встановлено, що у процесі навчання фізико–технічних дисциплін починають формуються основні моральні принципи і цінності творчої особистості, які ґрунтуються на розумінні того, що майбутній інженер націлений на вдосконалення існуючих та пошук принципово нових техніко–технологічних рішень; він створює нову штучну реальність і сприяє її поширенню. Відкриття, винаходи, раціоналізація, створення принципово нової техніки і технології, впровадження інновацій у життя суспільства для блага людини – основа творчої діяльності майбутнього інженера.

Основоположні моральні принципи, норми і цінності оформлюються у професійних кодексах, клятвах, які є документами саморегулювання відповідного інженерного «цеху». З одного боку, в них зафіксовано деякі стандарти поведінки, в яких виражено інтереси людей – користувачів з результатів інженерної діяльності. З іншого боку, кодекси сприяють підтримці морального престижу і репутації професіоналів у суспільстві, допомагають навіяти довіру до них і забезпечити сприятливі духовно–моральні передумови для розвитку членів професійної спільноти. Для інженерів, як творчих особистостей, існують моральні кодекси, такі як, наприклад, «Етичний кодекс американської спільноти цивільних інженерів» [295].

Проведене нами дослідження показало, що до моральних цінностей майбутнього інженера, які починають формуватися вже з першого курсу навчання у технічному університеті відносяться такі: сумлінність, яка полягає, насамперед, у виключенні недбалості праці; уміння працювати в команді; ефективність техніко–технологічної діяльності, що призводить до зростання продуктивності праці; наполегливість у доведенні нових наукових ідей, інженерних рішень до їх реалізації, в пошуку істини, у вирішенні складних проблем; об'єктивність, гуманність як один із проявів професійної діяльності, що виражається у створенні умов, необхідних для творчості, ергономічності технічних рішень, турботі про безпеку та зростанні технічної озброєності праці, технологічності нових пристроїв і процесів; націленість особи на постійне підвищення кваліфікації, збагачення знань, придбання професійних компетенцій, оволодіння сучасною комп'ютерною культурою, як необхідною умовою освоєння новітніх методів пізнання, проектування, розробки економічно грамотних, науково обґрунтованих технічних рішень, організації праці та управління, поєднання науки і практики, використання всіх можливостей для перекладу новітніх досягнень фундаментальних і прикладних наук на мову технічної думки; усвідомлення того, що нетворча праця там, де можлива творчість – аморальна тощо [154].

Ціннісно–мотиваційна сфера майбутнього інженера не виникає у фахівця внаслідок «викладання», а формується і розвивається через систематичну інтеграцію у навчальний процес технічного університету за рахунок методологічних, педагогічних і технологічних підходів. На цьому шляху ефективними є педагогічні методи, які стимулюють процес навчання (проблемно–пошуковий метод, рольові ігри, дискусії, проекти тощо). Особливе значення мають інтерактивні методи навчання, тобто такі методи, які дозволяють учасникам начального процесу взаємодіяти між собою, тобто навчатися через взаємодію.

Таким чином, сьогодні, коли розвиток освіти відбувається у контексті пріоритету людського і гуманістичного, теорія цінностей переживає своє нове відродження у зв'язку з новими соціальними, науково–технічними реальностями дійсності, оскільки все більшу роль у світогляді нових поколінь починають грати загальнолюдські категорії, цінність і унікальність власне життя людини. З урахуванням зазначеного гуманітарна корекція і аксіологічна спрямованість інженерної освіти може визначатися як: професійна, методологічна, світоглядна, соціальна і гуманістична.

Зазначене створило умови для висновку про те, що процес проектування методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ потребує залучення до її методологічної основи міждисциплінарного підходу, який ґрунтується на загальносвітоглядних, соціологічних, аксіологічно–детермінованих засадах.

2.4. Системний підхід: особливості реалізації в педагогічних дослідженнях

Застосовуючи загальне означення методичної системи, запропоноване С. У . Гончаренком [72, С. 305], до проблеми, окресленої проведеним дисертаційним дослідженням, зазначимо, що проектована нами методична система формування ТКМІ з використанням КОСФЕ є впорядкованою сукупністю взаємопов'язаних і взаємообумовлених методів, форм, засобів і технологій планування, проведення, контролю, аналізу, коригування навчального процесу з технічних дисциплін і фізики, спрямованих на підвищення ефективності компетентісно орієнтованого навчання студентів вищого технічного навчального закладу.

Педагогічною теорією і практикою доведено, що навчання тільки тоді буде ефективним стосовно формування визначених знань, умінь, навичок, компетенцій / компетентностей, коли воно буде проектуватися і будуватися як методична система [162, С. 17].

Характерними ознаками сучасної методичної системи навчання, і яким водночас повинна задовольняти методична система формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, є :

- науково обґрунтоване планування процесу навчання;
- єдність і взаємопроникнення теоретичної та практичної підготовки студентів;
- високий рівень поставлених педагогічних завдань і швидкий темп вивчення навчального матеріалу;
- максимальна активність і достатня самостійність навчання;

- поєднання індивідуальної та колективної, аудиторної і позааудиторної, самостійної і самоосвітньої діяльності студентів;
- насиченість навчального процесу технічними засобами навчання;
- комплексний підхід до навчання.

Зазначене детермінувало подальше дослідження нами поняття «система», яке було розпочато у п. 1.1.4. Було з'ясовано, що зміст і форма системи визначається множиною певних визначених взаємопов'язаних елементів (прості і складні системи). Водночас за характером зв'язків між компонентами системи поділяють на: 1) детерміновані (динамічні), тобто такі, в яких процеси мають причинно–наслідковий характер; 2) стохастичні, в яких взаємодія між частинами має ймовірнісний характер [421, С. 477].

Проведений нами аналіз наукових джерел показав, що об'єктивно існуюча єдність світу, його структурованість і взаємозв'язки між окремими частинами характеризуються властивістю системності [267].

Як зазначає К. О. Сорока, фундаментальна властивість системності оточуючої реальності виявляється не тільки на рівні матеріального світу: пізнавальна і практична діяльність людини також є системними. Так, пізнавальна діяльність є системною, бо знання, які здобуває людина – це ієрархічна система взаємопов'язаних моделей світу. Водночас практична діяльність, яка характеризується цілеспрямованістю, алгоритмічністю, системністю результатів діяльності, – це певна структурованість процедур, спрямованих на перетворення людини та її довкілля, що є також складною системою з множиною комутативних і зворотних зв'язків і наслідків [267].

Відповідно до означення, яке подано у «Філософському словнику» за ред. В. І. Шинкарука, системний підхід – «один із спеціальних способів наукового дослідження, за яким досліджуваний об'єкт розчленовують на елементи, що їх розглядають у єдності, тобто як систему» [421, С. 478].

Слід зазначити, що системний підхід є універсальним за своєю природою і сутністю, і широко застосовується для досліджень у соціології, психології та педагогіці [32, 49, 67, 119, 183, 401]. Проектуючи моделі методичних систем на основі системного підходу, виходять з того, що їх елементи безпосередньо або опосередковано взаємодіють або функціонально залежать між собою і внаслідок цього стають основою для нового, відносно самостійного педагогічного утворення вищого порядку, наприклад, сукупності суб'єктів навчання, що мають вищі освітні результати, особистісні якості та характеристики.

Зазначене визначило необхідність добору системного підходу як компоненти методологічної основи проведеного нами дисертаційного дослідження з метою побудови теоретичної моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Системоутворювальним чинником розробленої нами методичної системи є мета, яка визначається суспільними вимогами – формування ТКМІ з використанням КОСФЕ. У центрі знаходяться особистості того, хто навчає, й того, хто навчається, тобто, висловлюючись мовою сучасної освітньої парадигми – суб'єктів освітнього процесу, якими у розробленій нами методичній системі є студенти і викладачі вищого технічного навчального закладу. Їхня спільна

діяльність будується на духовній єдності та здійснюється на підставі загального алгоритму: первинний аналіз ситуації, постановка конкретної освітньої мети й задач; добір змісту та засобів досягнення мети; планування і здійснення освітніх заходів; контроль, аналіз результатів; коригування спільної роботи. Заздалегідь встановлюються критерії і показники ефективності освітнього процесу.

Зазначимо, що об'єктом освітнього процесу є зміст навчального матеріалу, який містить інваріантну і варіативну компоненти. Суб'єкти освітнього процесу обирають оптимальну технологію, яка містить певні узгоджені методи, засоби, організаційні форми і технології спільної діяльності. Практичним результатом освітнього процесу (функціонування методичної системи), який на прикінцевому етапі порівнюється з метою, поставленою у методичній системі, є рівень розвитку певних якостей його суб'єктів і, власне кажучи, освітнього закладу загалом.

Було з'ясовано, що технологія навчання, яка сама є процесом, передбачає досягнення запланованих результатів, а її сутність розкривається цільовим, процесуальним, кількісним і розрахунковим компонентами [REF _Ref408835911 \r \h 72, С. 331].

Мета проектованої нами методичної системи – формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, – ґрунтується на сукупності основних педагогічних принципів (п. 2.5), які детермінують структурний зміст технологічної компетентності, надають їй об'єктивно обумовленого, цілеспрямованого характеру.

У процесі побудови методичної системи за основу було взято усвідомлення того, що її формоутворювальними властивостями, які водночас виступають і її ознаками, є, зокрема, такі [167, С. 52].

1. Наявність цілей, які визначають процес формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, для досягнення якої створюється методична система. Цілі поділяються на суб'єктивні (такі, для яких система створена певним суб'єктом) і об'єктивні (визначаються станом ідеального майбутнього). Водночас мета системи визначає її структуру, склад і взаємодію частин, наявність вхідних і вихідних характеристик.

2. Якісна визначеність системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ вказує на факт того, що ця система має свої якісні ознаки, притаманні тільки їй і відсутні в інших системах.

3. Цілісність системи – ознака, яка вказує на те, що частини, які входять до її складу (функціональні блоки), виступають як одне ціле стосовно навчального середовища, в якому відбувається формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

4. Проектована у проведеному дисертаційному дослідженні методична система повинна бути гетерогенною і структурованою, що означає множинність її компонент та організованість на різних взаємопов'язаних рівнях.

5. Взаємодія частин методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ повинна бути певним механізмом, який покликаний забезпечити її продуктивність.

6. Взаємодія методичної системи з навколишнім середовищем повинна характеризувати її як ціле стосовно інших систем. Нами було визначено, що

методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ необхідно бути відкритою системою, тобто такою, яка активно обмінюється з навколишнім середовищем інформацією, енергією, речовиною. Зазначимо, що у закритій системі такий обмін обмежений.

7. Окремі елементи системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, її структурно-функціональні блоки, об'єднуючись, повинні створювати нову її якість, що є ознакою, яка вказує на її інтегративність.

8. Емерджентність проекрованої методичної системи виявлятиметься у тому, що їй будуть притаманні нові якості, такі, яких не мають її елементи (структурно-функціональні блоки), що складають систему. Зазначимо, що методична система є тим більш організованою, чим більшою мірою її характеристики відрізняються від характеристик структурних елементів.

9. Методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, як нами було попередньо визначено, притаманна властивість функціональності, яка пов'язана з її структурованістю, при цьому «функціональність системи динамічно змінюється відповідно до зовнішніх впливів, змінюючи типи зв'язків між її елементами та у самих елементах» [416, С. 395].

10. Гомеостатичність проекрованої у проведеному дисертаційному дослідженні методичної системи ґрунтується на її здатності до стійкості та рівноваги, збереження стабільності складу і функціональних властивостей, що пов'язано, з одного боку, добором практично усталеної концептуальної основи, а з іншого – використанням матеріальних засобів, форм, методів і технологій навчання, які пройшли тривалий шлях становлення як складові частини дидактики технічних дисциплін і фізики.

На основі дослідження наукових і науково-педагогічних джерел, показано, що дібрані для побудови методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ педагогічні технології (особистісно орієнтовані, проблемно орієнтовані, проектного навчання тощо) характеризуються системністю (комплексністю, цілісністю), науковістю (концептуальністю, розвиваючою орієнтацією), структурованістю (алгоритмічністю, процесуальністю, наступністю, варіативністю), керованістю (діагностичністю, прогнозованістю, ефективністю, оптимальністю, відтворюваністю).

У контексті проведеного дослідження для цілісного уявлення і розуміння сутності та специфіки формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, дослідження об'єктивних зв'язків і взаємодії між складовими цієї компоненти професійної компетентності, встановлення педагогічних тенденцій і закономірностей даного процесу будемо проектувати модель формування розглядуваної компетентності на підставі визначення її основних базових елементів і характеристик: визначення мети, завдань, принципів, педагогічних умов, функціонування, критеріально-оцінних характеристик, контролю і моніторингу. Проектована у такий спосіб методична система повинна забезпечити ефективне формування ТКМІ і об'єктивне оцінювання сформованості її компонентів.

Отже, обраний нами в якості компоненти концептуальної основи дослідження системний підхід ґрунтується на проектуванні, функціонуванні та аналізі педагогічних систем, при чому потрібно брати до уваги той факт, що

будь-яка система визначається її складовими і водночас є частиною ще більш загальної системи (наприклад освітнього середовища вищого технічного навчального закладу), а її функціонування може бути подано у вигляді процесуальних блоків «вхід–перетворення–вихід».

2.5. Дидактичні принципи у змісті концептуальної основи проведеного дослідження

Загальна організація, зміст, форми і технології, які використовуються в досліджуваній нами методичній системі, ґрунтуються й визначаються фундаментальними положеннями – дидактичними принципами у навчанні і вихованні. Відповідно до означення, запропонованого І. Т. Фроловим, принцип – «керівна вимога, припис, як діяти для досягнення мети, норма діяльності» [416, С. 632]. В. І. Шинкарук трактує цю філософську категорію, як «первоначало, те, що лежить в основі певної сукупності фактів, теорії, науки» [421, С. 410]. Стосовно теоретичного знання принцип означає вимогу до розгортання самого знання у систему, де всі теоретичні положення логічно пов'язані між собою і впливають певним чином одне з одного.

Як зазначає І. П. Підласий, метою дидактики як розділу педагогіки є насамперед «розкриття об'єктивних законів, які віддзеркалюють суттєві і необхідні зв'язки між явищами і факторами навчання», які водночас є теоретичною основою для створення технологій навчання [281, С. 381]. Там же, автор зазначає, що процес навчання на практиці здійснюється на підставі певних правил, закономірностей – дидактичних принципів.

З'ясовано, що дидактичні принципи є основними вимогами до організаційних форм і методів, визначення змісту навчального процесу у відповідності до поставленої в ньому мети [106, 281]. Вони являють собою нормативні засади навчання, які конкретно–історично сформувалися на підставі емпіричного педагогічного досвіду. Дидактичні принципи виступають як засадничі категорії дидактики, на підставі яких її закони та закономірності використовуються для досягнення певних освітніх цілей.

Слід зазначити, що через дидактичні принципи здійснюється перехід від теорії до практики навчання, в них закладені «правила, ... в яких передбачаються типові способи дії педагога в типових ситуаціях» [281, С. 383]. Дослідження аспектів історії дидактики доводить, що становлення узагальнених правил, дотримуючись яких можна було б досягти якнайвищих навчальних результатів, відбувалося упродовж тривалого часу у наполегливій боротьбі різних теорій і поглядів [106, С. 713–714].

Проведене дослідження науково–методичної літератури виявило, що під впливом соціально–економічних процесів дидактичні принципи, визначаючи нагальні вимоги суспільства щодо якості і результатів освіти (див. п.1.5), видозмінюються і удосконалюються.

Педагогічний досвід і практика доводять, що сучасне освітнє середовище вирізняється різноманітністю форм, засобів, методів і технологій. Зазначене детермінувало усвідомлення того факту, що у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ потрібно використовувати принципи, які

підкреслюють єдність і універсальність науки, вказують на зв'язок між різними її галузями. Тому в основу створення моделі проекрованої нами методичної системи нами було покладено низку засадничих принципів у вихованні і навчанні у вищій школі, які є водночас основними принципами, на підставі яких здійснюється будь-яке педагогічне моделювання [24, С. 215].

1. Принцип гуманізації і природодоцільності, відповідно до якого центром педагогічної моделі є людина, а сама модель орієнтована на розвиток особистості з урахуванням її особливостей. Дотримання цього принципу знаходить своє вираження у тому, що педагогічна система підпорядковується реальним потребам, інтересам і можливостям студентів. У проведеному дослідженні було констатовано, що ідея гуманізму повинна поширюватися на форми, методи, засоби і технології, які використовуються у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

2. Принцип саморозвитку педагогічних систем передбачає їхню динамічність, в якій має місце ініціатива та імпровізація, відсутня жорстка структура, надмірна деталізація й алгоритмізація. Було з'ясовано, що у педагогічній науці практично неможливо створити точну, статичну модель, бо педагогічна діяльність – це особливий вид творчості, який передбачає взаємодію між суб'єктами освітнього процесу, що потребує застосування гнучких, індивідуальних методів впливу. На практиці зазначене знаходить своє вираження у тому, що модель повинна бути розроблена у такий спосіб, щоб її компоненти можна було легко коригувати або замінити, а навчальні плани повинні бути складені так, щоб їх можна було багаторазово використовувати з урахуванням умов, що змінюються.

3. Принцип рефлексії професійної діяльності містить у собі самооцінку і самоаналіз особистості, що виражається у готовності виконувати професійні функції на основі прийнятих особистістю системи гуманістичних норм моралі, принципів і цінностей.

4. Принцип фундаментальності та професійної спрямованості, який виражається у необхідності ґрунтовної базової фізико-математичної підготовки майбутніх фахівців у контексті практичного використання знань у майбутній інженерній діяльності. Основою цього принципу є низка провідних положень філософії, педагогіки і психології, відповідно до яких «ефективність і якість навчання перевіряються, підтверджуються і направляються практикою» [281, С. 392].

5. Принцип інтегративності, тобто єдності освітньої, розвивальної і виховної функцій навчання, передбачає різнобічний розвиток особистості. Наслідком цього є те, що знання, яких набуває студент, є основою для формування його світогляду. Інтегративність тут розглядається у світлі єдності технічного і гуманітарного знання, що формує моральну, духовну, професійну культуру майбутнього інженера як цілісної особистості.

6. Принцип систематичності і послідовності, відповідно до якого навчання «має здійснюватися у логічній послідовності, системно, що має забезпечувати збереження наступності змістової і процесуальної сторін навчання, ... послідовний розвиток і удосконалення суб'єктів впливу» [271]. Цей принцип

ґрунтується на усвідомленні того, що людина тільки тоді набуває дієвого знання, коли в «її свідомості відображається чітка картина зовнішнього світу, яка відображає систему взаємопов'язаних понять» [281, С. 394], що формується через певну технологію навчання.

Дослідження показало, що виокремлені нами принципи навчання і виховання у вищій школі, виступаючи в органічній єдності, логічно доповнюють методологічну основу проєктованої нами методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

2.6. Дистанційна освіта і «хмарні» технології в освітньому середовищі вищого технічного навчального закладу

Створювана нами методична система формування ТКМІ з використанням КОСФЕ є інформаційно насиченою педагогічною структурою, а її функціональність залежить від швидкості руху інформації, яку, зокрема, можуть забезпечити тільки комп'ютерні мережі, інтегровані у світовий інформаційний простір.

Нами було з'ясовано, що дистанційна освіта – один з напрямів розвитку сучасної педагогічної теорії і практики, який ґрунтується на необхідності підготовки людини до життя у швидкозмінних умовах. Водночас – це один з методів гуманізації процесу навчання, тобто переходу суб'єкта навчання до сприйняття світу в широкому культурному контексті.

Подібна мета припускає інтеграційне навчання, що має у своїй основі ключові проблеми виживання людини і співпраці різних співтовариств або членів одного співтовариства, а також розвитку цивілізації як сукупності конкретних культур. Глобальна дистанційна освіта нічого не підмінє і ніщо не витісняє з досягнутого у вітчизняній і світовій педагогіці. Вона зовсім не ідеал, а лише один із можливих варіантів підготовки людини до життя у сучасних умовах. Можна стверджувати, що вона виступає як об'єктивно необхідне доповнення до будь-якої якісної освіти.

On-line освіта сьогодні – це система управління навчанням, яка потребує використання специфічного програмного забезпечення. Часто використовуються альтернативні терміни, такі як «віртуальне навчальне (або освітнє) середовище» або «система дистанційної освіти». Студенти наразі широко використовують Інтернет, включаючи такі його можливості, як дискусійні форуми, чати, журнали, інструменти автоматизованого тестування, різноманітного on-line контролю і консультацій тощо.

Основна проблематика освіти через мережу включає питання розвитку нових технологічних схем, модернізацію методичних ресурсів і розвиток їхньої інфраструктури [96, С. 86]. Актуальні проблеми освіти через мережу розглядаються, з одного боку, на фоні скорочення робочих місць у майже всіх розвинутих країнах, модернізації змісту багатьох професій під впливом екологічних обмежень, а з іншого, як наслідок безперервного технологічного розвитку людства.

Все це веде до скорочення життєвого циклу знань і навичок, перетворює освітню функцію з разової (як на початку століття) і відтвореної (в середині століття) у регулярну. Найяскравішим прикладом цього є ІКТ, які змінюють програмно-технічні платформи через півтора-два роки. У цих умовах класична форма денного навчання стає лише частиною

загального освітнього інструментарію, причому дедалі меншою частиною. Нині безперервно зростає непряма участь в освітньому процесі електронних засобів масової інформації, у першу чергу, загальнодоступних комп'ютерних мереж.

Використання супутникового і кабельного телебачення з освітньою метою ще деякий час залишатиметься дорогим і не кожному доступним. Як найпопулярніша «несуча технологія» у дистанційній освіті на сьогодні з великим відривом від конкурентів у багатьох країнах використовується звичайна електронна пошта і *SKYPE* спілкування.

Глобальна мережа Інтернет дає можливість підтримувати такий важливий режим зв'язку, як телеконференції. Під комп'ютерною телеконференцією розуміється спеціальним чином організована ділянка пам'яті на ПК, яка підтримує роботу телекомунікаційної системи.

Від традиційної заочної дистанційна освіта, яку можна здобути через мережу, відрізняється тим, що той, хто її отримує, як правило, не має повноцінного вербального і візуального контакту з викладачем (викладачами) навіть епізодично. Він не виїжджає на настанови й екзаменаційні сесії, не присутній особисто на лекціях і екзаменаційних випробуваннях. Навчання зводиться до отримання через мережу програм, методик, завдань і спеціальних текстів, відповідей (також по мережі) на контрольні запитання і тести, виконання і надсилання на адресу установи дистанційного освіти якоїсь підсумкової роботи

Реальний контроль за роботою того, хто навчається, фактично зведений до нуля, а тому не дивно, що престиж і якість дистанційної освіти наразі дуже низькі, навіть порівняно з престижем заочної освіти.

Сучасний рівень розвитку технологій певним чином гальмує темпи розвитку дистанційної освіти. Ймовірно що, коли швидкість обміну даними і якість подання цих даних на призначеному для користувача терміналі підвищуватимуться настільки, що зможуть створювати хоча б мінімальний ефект присутності, якість і, відповідно, престиж дистанційної освіти наблизяться до якості і престижу очної, оскільки можна буде проводити цілком повноцінні віддалені лекції, конференції, колоквиуми й іспити. Якоюсь мірою це можливо й сьогодні на основі використання програм типу *Microsoft Office Live Meeting*, *SKYPE* тощо.

Важливе значення нині для віддаленого освітнього спілкування мають освітні портали університетів. Зазначимо, що існують різні їх типи. Часто це сайт університету, який є своєрідними воротами між мережею освітнього закладу і зовнішнім світом. Якщо університет провадить дистанційну освіту, всі необхідні дані про відповідні програми також доступні на його сайті [245].

З відомих у світі, мабуть, з найбільшим розмахом практикує відкриту дистанційну освіту Гарвардський університет [474]. Хоча, незважаючи на безумовно гучне ім'я й авторитет, престиж диплома, отриманого за підсумками його дистанційних програм на сьогодні не високий.

Швидшими темпами розвиваються портали, що спеціалізуються саме на дистанційній освіті, і які готують своїх слухачів переважно до отримання цих документів у іншому місці. Природно, що такі портали орієнтуються на популярні у світі іспити, тобто стандарти *de facto*, як, наприклад, підготовка до міжнародного іспиту *TOEFL*, *TESL* тощо. Вони взагалі не займаються

фундаментальною освітою, але прагнуть дати тільки конкретний певний набір достатньо вузьких знань, умінь і навичок.

Ще один помітний тип освітніх порталів – портали освітніх відомств держав. Один з найхарактерніших і показових прикладів такого порталу – домашня сторінка освітнього відомства США [507]. Тут є посилання на сторінки з відомостями (даними) окремо для: а) студентів; б) батьків і сімей; в) вчителів; г) державних службовців; д) адміністрацій вищих навчальних закладів, е) отримувачів грантів тощо. На сайті освітнього департаменту можна реєструватися і після цього налаштувати його під свої особисті потреби: формувати власну динамічну сторінку, на яку виводитиметься актуальна саме для конкретного користувача інформація.

На сьогодні всі українські вищі навчальні заклади і досить багато загальноосвітніх шкіл мають свої корпоративні сайти, адаптовані як для очної, заочної, так і для дистанційної освіти. Як приклад, тут можна навести сайт Національного авіаційного університету, який задовольняє майже всім зазначеним вище вимогам [245].

Глобалізація і розвиток технологій – процеси об'єктивні, взаємозв'язані та неминучі, і освіта просто зобов'язана мати їх на увазі. Навчання студентів застарілими технологіями на застарілій техніці, або ж орієнтація навчання на локально поширені технології призводять до того, що молодий фахівець, особливо якщо він змінив місце проживання, або взагалі не може працювати відповідно до задекларованої у його дипломі спеціальності, або вимушений здобувати новий фах.

Проте сучасна інтегрованість більшості українських вищих навчальних закладів у світову мережу дає можливість викладачам і студентам постійно отримувати оперативну інформацію про найсучасніші відкриття, прориви і досягнення, про найновіші стандарти і рекомендації й орієнтуватися в освітньому процесі саме на «передній край» науки і технологій.

В ідеалі мережа університету повинна стати мінімальною організованою структурною одиницею світової освітньої мережі. Анонси матеріалів, що виходять за вузько університетські інтереси, можуть розміщуватися на регіональному та/або відомчому освітньому порталі або на міжнародних спеціалізованих порталах. Всесвітню мережу марно називають добре структурованою анархією, підкреслюючи тим самим, що якась єдина структура освітніх мереж навряд чи можлива.

У проведеному нами дослідженні було проведено аналіз дидактичних можливостей «хмарних» технологій з метою їх використання у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Було з'ясовано, що на думку провідних експертів можливості «хмарних» технологій є неосяжними для людства, зокрема для різноманітних видів навчальної діяльності. Окрім широкого застосування в освітній сфері, основними їхніми перевагами виявилися такі:

- це драйвер інновацій для всіх людей усього світу: будь-яких бізнесів і користувачів, які прагнуть досягти чогось нового, цікавого, затребуваного: «хмарні» технології відкривають нові можливості для наукового і творчого

- пошуку кожного бажаючого;
- це те, що насправді об'єднує людей і допомагає у розв'язанні індивідуальних завдань, які поставлено перед окремою людиною або компанією;
 - це технологія, яка стирає функціональні відмінності між різними типами пристроїв: на домашньому персональному комп'ютері, ноутбучі, планшеті, телевізорі, телефоні можна отримати один і той же набір можливостей та інструментів;
 - це кращий з існуючих інформаційно-технологічних інструментів для економії грошей, часу, ресурсів, доступний і привабливий для будь-якого користувача.

Домінуючою і популярною серед академічних установ наразі є платформа з відкритим вихідним кодом *Moodle*, на базі якої впроваджуються системи управління навчанням у закордонних і вітчизняних вищих навчальних закладах, зокрема, у НПУ ім. М. П. Драгоманова.

Очевидними перевагами використання *Moodle* є такі [327]: *Moodle* – комунікації є надзвичайно ефективним ресурсом; в них можлива реалізація налаштування під необхідні потреби; вартість ліцензії постійно знижується.

Водночас з'ясовано, що до недоліків *Moodle* можна віднести таке [REF _ Ref417635753 \r \h 369, С. 147]:

- форум містить великий обсяг даних, які іноді досить важко знайти;
- на сьогодні проблемою залишається також відсутність належної технічної підтримки з боку спеціально підготованих фахівців.
- На платформі *Moodle* можна використати всі переваги *Web*–тестування:
- тестування виключає витрати і зусилля щодо друку завдань, їх розповсюдження, збирання та перевірки контрольних робіт;
- значно полегшується відстеження успішності студентів і може бути створена її бази даних;
- є можливість створення звітів та отримання даних для дослідження ефективності методів навчання;
- висока надійність;
- задоволення потреб студентів в об'єктивності та ефективності тестування.

У ході дослідження було з'ясовано, що оцінювання ефективності навчального середовища є одним з найефективніших заходів у освіті. Ґрунтовно розроблений тест може надати достатню кількість даних про результати навчальної діяльності студентів. За наявності швидкого зворотного зв'язку тестування може значно поліпшити якість навчання та СРС у вищому навчальному закладі.

Тест-модуль у *Moodle* має велику кількість опцій і утиліт, що робить його максимально гнучким. Є можливість створення тестів з різними типами питань, випадково генерувати тести зі списку запитань, дозволити студентам повторити спробу або пройти тест кілька разів, і отримати відмітку про всі спроби.

Серед спектру можливих тестових завдань у *Moodle* виділяються такі типи:

- запитання множинного вибору: один або кілька варіантів відповіді;
- короткі відповіді на запитання: слова або фрази;

- запитання «так / ні»;
- запитання на відповідність;
- випадкові запитання;
- числові запитання (з допустимим діапазоном значень);
- вбудовані запитання–відповіді (закритий стиль);
- вбудовані фрагменти текстів і графіки.

Попри те, що на форумах достатньо критикують програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, зокрема, наголошують, що платформа *Moodle* продуктивна лише для фахівців у галузі ІКТ і надто складна для основних (пересічних) користувачів щодо установа та використання, вже понад 70 % *Moodle*–користувачів ідентифікували себе у процесі реєстрації як учителі та викладачі, дослідники on–line навчання чи адміністратори мереж навчальних закладів.

Нами було з’ясовано, що одна із сильних сторін *Moodle* – спільнота, яка виросла навколо цього проекту. І розробники, і користувачі беруть участь у дискусійних форумах, обміні порадами, розміщенні фрагментів коду, допомагаючи новим користувачам. Низька вартість *Moodle*, гнучкість і простота користування допомагає тримати інформаційні технології у межах досяжності людей з обмеженими технічними і фінансовими ресурсами.

Однак, проведене нами дослідження показало, що *Moodle* не може існувати сам по собі. Якщо викладачі не відповідально, і не творчо ставляться до створення і дизайну контенту, та до створення on–line матеріалів, то *Moodle*, або будь–який інший подібний навчальний засіб, буде залишатися порожньою оболонкою.

Отже, проведений нами аналіз особливостей і проблем дистанційної освіти і «хмарних» технологій виявив інноваційні дидактичні можливості (віддалене спілкування суб’єктів освітньої діяльності, проведення різних видів контролю, обмін даними тощо) цих інформаційних систем. Зазначене надало підстави для висновку про те, що впровадження цих освітніх засобів у навчально–методичний комплекс методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ сприятиме підвищенню його педагогічної ефективності.

Висновки до розділу 2

Проведений нами аналіз науково–педагогічної літератури засвідчив, що комплекс питань, детермінованих протиріччям між швидкозмінними вимогами сучасного суспільства до якості професійної підготовки майбутніх інженерів та інертністю змісту вищої технічної освіти, може бути частково вирішений застосуванням компетентнісного підходу у навчанні технічних дисциплін і фізики, який є системним та міждисциплінарним і має виразний особистісно орієнтований аспект.

На основі побудованої структурної моделі професійної компетентності бакалавра технічного напрямку підготовки в ній виокремлено компоненти ТКМІ. Доведено, що ТКМІ формується через комплексну теоретичну і практичну підготовку.

З'ясовано, що в складі ТКМІ відповідно до структури світогляду особистості можна умовно виокремити комплекс взаємопов'язаних і взаємозумовлених компонент, які утворюють цілісну систему: *когнітивну, операційно-діяльнісну, рефлексивно-аналітичну та ціннісно-мотиваційну.*

Показано, що найефективнішими методами навчання в технічному університеті є лабораторні й проектні роботи та практичні заняття, що довело прогнозовану ефективність КОСФЕ як дієвого засобу у формуванні технологічної компетентності майбутніх інженерів.

Виявлено, що впровадження особистісно орієнтованих технологій навчання у професійній підготовці майбутніх фахівців (метод проектів, метод проблемного навчання, кейс-метод тощо) сприяє формуванню особистості, здатної до самовизначення, саморозвитку й самореалізації, розвиває відповідальність щодо результативності навчального процесу, орієнтує студента на розвиток критичного, проблемного і творчого мислення.

Дослідження засвідчило, що значні дидактичні можливості в процесі формування технологічної компетентності майбутніх інженерів із використанням КОСФЕ мають проблемно орієнтовані і проектні технології (як компоненти особистісно орієнтованого підходу у навчанні), відповідно до яких освітній процес переважно будується не на логіці дисципліни, а на логіці діяльності, що сприяє залученню студентів до комплексної самостійної роботи дослідницького характеру, формуванню навичок роботи в команді, пошуку й розв'язання завдань, що стосуються актуальних питань науки і професійної практики, розвитку допитливості студента, глибшому усвідомленню базових знань і міждисциплінарних зв'язків, передбачають індивідуальний темп навчання та суттєво підвищує ціннісно-мотиваційну складову ставлення до процесу навчання. Зазначене детермінувало необхідність доповнення концептуальної основи дослідження положеннями особистісно орієнтованого підходу у навчанні.

Було виявлено важливе регуляторно-функціональне значення особистісних ціннісно-мотиваційних важелів у формуванні технологічної компетентності майбутніх інженерів, що визначило залучення до процесу моделювання створюваної методичної системи однієї з провідних тенденцій розвитку вищої освіти – аксіологічного підходу в навчанні.

З огляду на те, що формування структурно-функціональної моделі будь-якої методичної системи здійснюється на засадах системного підходу, було здійснено аналіз особливостей його застосування для створення моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ. З'ясовано, що системоутворювальним чинником методичної системи є її мета, яка визначає структуру, склад і взаємодію її частин, наявність вхідних і вихідних характеристик, а до її формоутворювальних властивостей, які водночас є і її ознаками, належать наявність суб'єктивних (для яких система створена певним суб'єктом) і об'єктивних (які визначаються станом ідеального майбутнього) цілей, якісна визначеність, цілісність, гетерогенність і структурованість, взаємодія частин системи, взаємодія системи з навколишнім середовищем, інтегративність, емерджентність, функціональність, гомеостатичність.

Обґрунтовано, що загальна організація, зміст, форми, методи і технології, які використовуються у методичних системах, ґрунтуються і визначаються фундаментальними положеннями – принципами у вихованні й навчанні. На підставі зазначеного в складі концептуально-цільового блоку моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ увага була акцентована на принципах гуманізації, саморозвитку педагогічних систем, рефлексії професійної діяльності, фундаментальності й професійної спрямованості, інтегративності, систематичності й послідовності, які гармонічно доповнюють обрані педагогічні підходи.

Дослідження дидактичних можливостей інноваційних технологій навчання, до яких належать дистанційна освіта і «хмарні» технології, дали підстави для їх подальшого використання у проєктованій методичній системі.

Отже, обґрунтування методологічних засад створюваної методичної системи та добір матеріально-технічних засобів на основі ІКТ створили передумови для проєктування її моделі.

Результати цього етапу дослідження висвітлено у працях [REF _Ref417636327 \r \h 240], [REF _Ref414981058 \r \h 347], [REF _Ref415336171 \r \h 348], [REF _Ref417635613 \r \h 355], [REF _Ref414278096 \r \h 356], [REF _Ref414277926 \r \h 361], [REF _Ref414638882 \r \h 366], [REF _Ref417635753 \r \h 369], [REF _Ref415896633 \r \h 373].

РОЗДІЛ 3

КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У розділі обґрунтовано структуру, компоненти й особливості функціонування методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, досліджено психолого–педагогічні та організаційно–педагогічні умови її функціонування, з'ясовано сутність критеріїв сформованості ТКМІ та зміст відповідних показників–індикаторів, обґрунтовано рівні сформованості технологічної компетентності.

3.1. Модель методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів

У педагогічних дослідженнях для проектування різноманітних освітніх середовищ, вивчення об'єктивних закономірностей і зв'язків між педагогічними явищами та факторами різного рівня і значення широко використовується метод моделювання, який, як зазначає Ю. К. Бабанський, є «вищою і особливою формою наочності та засобом упорядкування інформації» [17, С. 115].

Нами було з'ясовано, що моделювання є методом наукового опосередкованого пізнання об'єктів, які неможливо або досить складно вивчити безпосередньо. Сутність методу моделювання в тому, що замість реального об'єкта теоретично або експериментально досліджують його модель – дещо спрощений реальний об'єкт [421, С. 302].

За означенням, поданим у філософському словнику модель – «речова, знакова або уявна система, що відтворює, імітує чи відображає принципи внутрішньої організації чи функціонування, ті чи інші властивості досліджуваного об'єкта (оригіналу)» [416]. В. В. Краєвський визначає модель як систему елементів, які відтворюють окремі сторони, функції предмета вивчення [178]. Досить влучним є означення, яке дає Є. С. Рапацевич, зазначаючи, що модель – це «система, дослідження якої слугує засобом отримання інформації про іншу систему» [271].

З'ясовано, що у педагогічних дослідженнях моделі виконують такі функції: пояснювальну (демонстрація основних правил поведінки системи), ілюстративну (наочність функціонування) і передбачення (визначення результату роботи системи, що створює підстави для прогнозування та внесення необхідних змін і коректив для оптимізації подальшого її функціонування).

На моделюванні як важливому методі пізнання, що є незамінним джерелом певної інформації про предмет дослідження у тих випадках, коли сутність явища, яке вивчається, не деталізоване, а його емпірична картина потребує доповнення, наголошує І. Г. Матросова [218].

На основі проведеного теоретичного та практичного аналізу досліджуваної проблеми нами було з'ясовано (п. 2.1 – 2.4), що в основу побудови теоретичної моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ доцільно покласти такі підходи: компетентнісний, який забезпечує комплексне використання знань із різних галузей науки; особистісно орієнтований як ефективний інтегративний метод формування навичок самоосвітньої діяльності майбутнього інженера; аксіологічний як основу для формування ціннісно-мотиваційних орієнтацій особистості фахівця та системний підхід, без якого не можливе проектування освітніх моделей, аналіз взаємодії між компонентами педагогічної системи, закономірностей і різного роду чинників, визначення критеріально-оцінних характеристик ТКМІ.

У процесі проектування досліджуваної методичної системи констатовано, що системоутворювальним чинником у ній є формування ТКМІ, яка відображає здатність фахівців до виконання технологічно орієнтованої професійної інженерної діяльності, зокрема дослідницької, на основі методології фундаментальних дисциплін, яка потребує залучення різноманітних засобів на основі ІКТ. На основі проведених раніше етапів дослідження (п. 2.1) було обґрунтовано добір ефективного засобу для досягнення поставленої мети, яким, на нашу думку, є КОСФЕ, до складу якої входять лабораторно-дослідницькі завдання на основі натурного експерименту, зорієнтовані на комплексне використання студентами сучасних цифрових вимірювальних комплексів, програмних засобів забезпечення їх функціонування, опрацювання результатів, електронного документування тощо.

На підставі положення системного підходу (В. Афанасьєв [318]) про те, що структура будь-якої системи визначається її функціями, нами було з'ясовано, що методична система формування ТКМІ з використанням КОСФЕ здійснює такі функції:

- *соціальну*, яка спрямована на досягнення мети навчання відповідно до соціального замовлення;
- функцію *керування*, яка забезпечує чітку організацію процесу формування технологічної компетентності майбутніх інженерів;
- *наукову*, яка забезпечує розроблення, апробацію та впровадження в практику вищої інженерної освіти нових технологій навчання;
- *аксіологічну*, яка зорієнтована на розвиток особистісних настанов студентів;
- *діагностичну*, яка забезпечує контроль й оцінювання стану сформованості ТКМІ відповідно до заданих вимог;
- *рефлексивну*, за допомогою якої здійснюється зворотний зв'язок із суб'єктами навчальної діяльності з метою усвідомлення ступеня реалізації поставлених цілей, адекватності і оптимальності змісту й результатів навчання.

Нами було досліджено, що в процесі досягнення поставленої мети формування ТКМІ з використанням КОСФЕ модельована нами методична система виконує певні узагальнені завдання, серед яких визначальними є такі:

- формування у студентів навичок опрацювання здобутої фізико–технічної інформації з використанням програмного забезпечення, можливостей цифрових вимірювальних комплексів, інформаційних мереж, електронного документообігу;
- формування соціально–гуманітарних, загально професійних і спеціальних знань в галузі технологій на методологічному рівні;
- розвиток у майбутніх інженерів здатності до творчості через активні та інноваційні методи навчання, залучення до дослідницької роботи;
- формування ціннісного ставлення до навчального процесу як інструменту оволодіння майбутньою професією;
- формування позитивної мотивації до процесу пізнання;
- розвиток прагнення до самовдосконалення, самоосвіти упродовж всього життя;
- розвиток комплексу професійних і особистісних якостей, необхідних для успішної самореалізації у професії і соціальному житті.

На основі аналізу робіт Б. С. Гершунського [64], Л. І. Гур'є [87], А. Я. Савельєва [311] та інших було уточнено послідовність і принципи побудови моделей для дослідження методичних систем. Процес моделювання методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ був умовно поділений на такі етапи.

Визначення мети і конкретизація задач моделювання. На цьому етапі було проведено аналіз сутності інженерної діяльності в сучасному суспільстві, з'ясовано важливу роль сформованості критичного та технологічного мислення майбутнього фахівця, виявлено існуючі протиріччя в освітньому середовищі технічного університету, що стосуються проблеми дослідження, внаслідок чого було виокремлено задачі дослідження та подано їх у вигляді сукупності елементів; послідовно проаналізовано кожний елемент і на підставі узагальнення теоретичної і методичної літератури здійснено синтез понятійних моделей (ТКМІ, КОСФЕ тощо).

Збирання, систематизація і опрацювання даних, які стосуються задач дослідження, відбувалося через спостереження за особливостями навчального процесу у навчанні технічних дисциплін і фізики, визначення його освітнього потенціалу для формування ТКМІ. На цьому етапі було виокремлено КОСФЕ як універсальний міждисциплінарний засіб для досягнення мети дослідження.

Виявлення основних чинників, які здійснюють суттєвий вплив на досліджуваний об'єкт здійснювалося через дослідження необхідних і достатніх психолого– і організаційно–педагогічних умов функціонування розробленої нами методичної системи (див. п. 3.2).

Побудова моделі методичної системи. На цьому етапі було трансформовано понятійну модель у структурно–функціональну. Для цієї мети визначено основні елементи структури, їх ієрархію, зв'язки між компонентами та характер їх взаємодії.

Уточнення розробленої моделі методичної системи на підставі проведення педагогічного експерименту відбувалося шляхом експериментальної перевірки функціональності створеної моделі методичної системи в навчальному

процесі вищого технічного навчального закладу, зокрема, проведенні її експертної оцінки, здійсненні експериментального навчання, проведенні аналізу його результатів, оптимізації змісту функціональних блоків і їх коригування.

Заключний етап моделювання методичної системи мав на меті розроблення комплексу рекомендацій, що стосуються практичного перенесення результатів дослідження на об'єкт (процес навчання технічних дисциплін і фізики).

Основними компонентами запропонованої моделі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ є концептуально–цільовий, змістово–проблемний, організаційно–технологічний, моніторинговий та результативно–критеріальний блоки, які є взаємообумовленими і взаємозв'язаними (рис. 3.1).

Концептуально–цільовий блок відображає соціальне замовлення суспільства, мету і завдання побудови педагогічної системи, а їх усвідомлення й особистісне оцінювання суб'єктами педагогічної системи складають ту необхідну умову, яка визначає позитивне ставлення особистості до окресленої мети та прагнення її реалізувати.

Досліджувана нами методична система має на меті формування і розвиток ТКМІ з використанням КОСФЕ, одним із найпотужніших засобів якого є сучасний лабораторний фізико–технічний експеримент. Контекстуальними елементами зазначеної мети виступають розвиток технологічного, критичного мислення, стимулювання суб'єктів освіти до саморозвитку та формування активної позиції майбутніх інженерів стосовно професійної компетентності, затребуваної суспільством на даному етапі його соціально–економічного розвитку.

Зазначена мета дає можливість виокремити завдання, які визначають зміст і технології діяльній взаємодії суб'єктів освітнього процесу в процесі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Змістово–проблемний блок передбачає формування змісту навчання на підставі ГСВО, навчальних програм технічних і фундаментальних дисциплін, психолого– та педагогічно–організаційних умов освітнього середовища. На цьому етапі відбувається ранжування студентів за рівнем розвитку якостей особистості, пов'язаних зі сформованістю компонент ТКМІ (ціннісно–мотиваційною, когнітивною, операційно–діяльністю, рефлексивно–аналітичною). Виявлені рівні передбачають диференціювання навчального процесу для кожної групи студентів, що супроводжується добром відповідних педагогічних технологій, форм, методів і засобів.

Організаційно–технологічний блок, який відображає власне реалізацію розглядуваної системи, був сформований з урахуванням особливостей змістово–проблемного блоку, сучасних і традиційних підходів до навчання, які знайшли своє вираження в аудиторній (форми, методи, засоби і технології) та позааудиторній діяльності (консультування, формальна і неформальна самоосвіта).

З'ясовано, що форми навчання – зовнішня сторона організації навчального процесу, яка відображає характер взаємодії та взаємозв'язків його учасників [270]. Всі форми навчання відрізняються одна від одної за двома ознаками:

характером спілкування того, хто навчає, з тим, хто навчається та характером спілкування тих, хто навчається, між собою. На підставі цих ознак виокремлюються колективні та індивідуальні форми навчання.

Поруч з традиційними формами навчання (лекція, практичне заняття, семінар, лабораторне заняття, індивідуальні консультації), які відбуваються у призначений час у межах університету, у моделі методичної системи нами було передбачено такі форми організації навчального процесу, які ґрунтуються на взаємодії суб'єктів навчального процесу на засадах використання комп'ютерних засобів: лекції із застосуванням мультимедійних технологій, on-line консультації, використання електронних документів лабораторної звітності (ЕДЛЗ) для контролю навчального процесу, *Web*-спілкування тощо.

Засоби навчання у розробленій методичній системі можна розділити на *матеріальні* (комп'ютерно орієнтоване лабораторне обладнання, цифрові вимірювальні комплекси, класичне лабораторне обладнання, друкований дидактичний матеріал, як, наприклад, технологічні карти виконання лабораторних робіт і завдання для контролю результатів пізнавальної діяльності) та широкий спектр *інформаційно-технологічних* методичних посібників, дидактичних матеріалів до тих сучасних продуктів, які забезпечують супровід виконання фізико-технічних робіт (у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ – робіт лабораторного практикуму): *Web*-ресурс; інтерактивні засоби візуалізації даних (*Microcal Origin, Tracker, Data Point, Measure, MultiLab, Excel* тощо), цифровий дидактичний матеріал у вигляді, наприклад, ЕДЛЗ (див. п. 4.1.1), завдань тестового контролю тощо. Проведене дослідження виявило, що формування ТКМІ може ефективно реалізуватись у імітаційно-професійній діяльності, яка пов'язана з фаховою реалізацією майбутніх інженерів: на основі навчально-професійних, проблемних задач, лабораторних практикумів, які поєднують фундаментальне (фізичне) і технічне знання; використання актуального програмного забезпечення, виробничих екскурсій тощо.

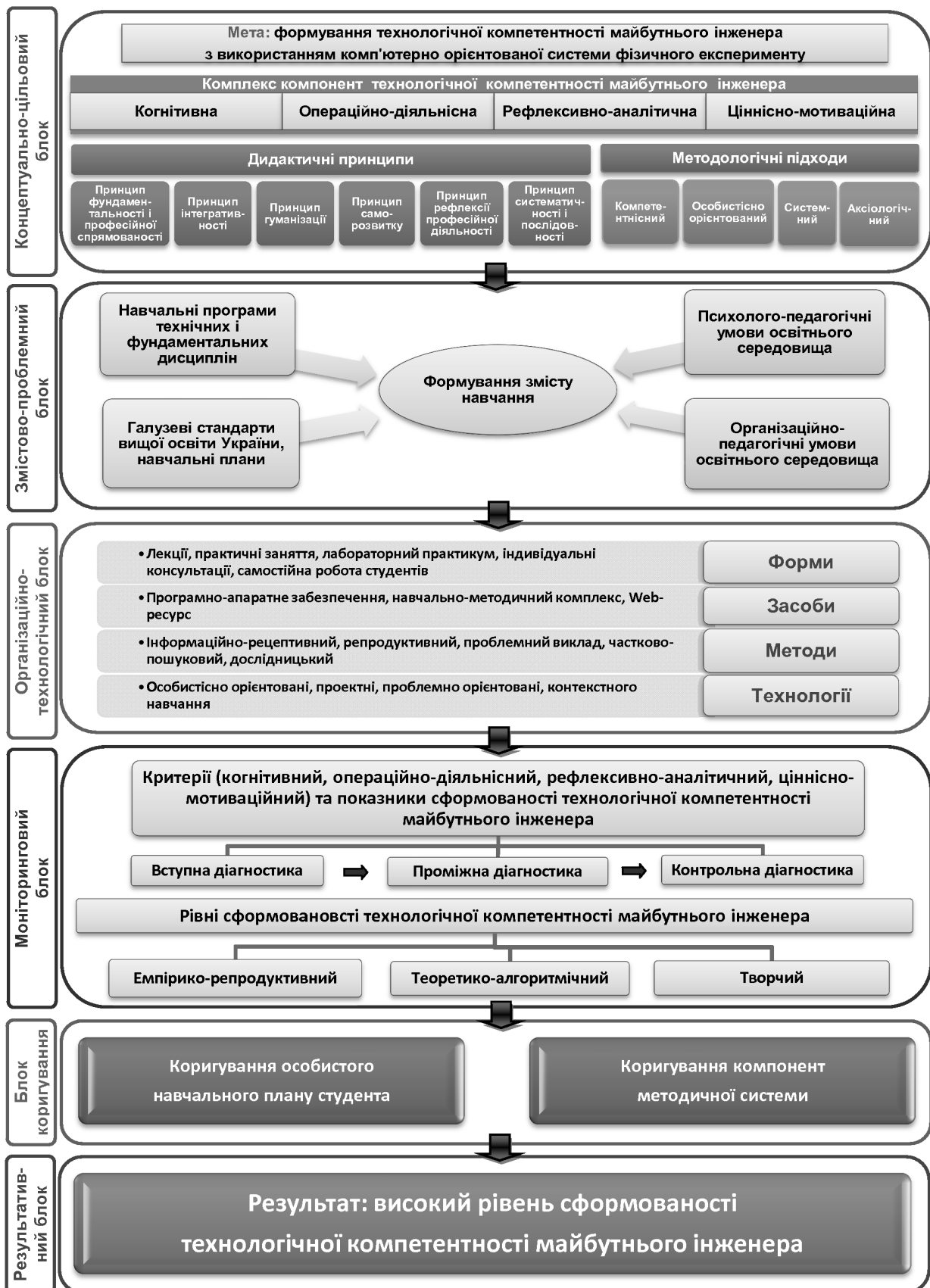


Рис. 3.1. Методична система формування ТКМІ з використанням КОСФЕ

Проблема добору ефективних методів навчання залишається актуальною як у теоретичному, так і в практичному плані, тому що від нього залежить як

освітня діяльність викладача й студента, так і результат навчання.

У дослідженні нами було використано інформаційно–рецептивний і репродуктивний методи навчання, метод проблемного викладу, частково–пошуковий і дослідницький методи.

В організаційно–технологічному блоці нами виділено технології навчання, визначальними серед яких у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ були особистісно орієнтовані, проектні, проблемо орієнтовані та контекстного навчання, застосування яких визначалося відповідно до наявних організаційно–педагогічних умов.

Показано, що *моніторинговий блок* відображає етапи контролю процесу формування технологічної компетентності. Він містить форми узагальнення й аналізу результатів формування ТКМІ. У ході дослідження показано, що система діагностики знань складається з різних видів контролю: усне опитування, письмовий і тестовий контроль, зокрема автоматизований, бесіди тощо.

Результативно–критеріальний блок призначений для аналізу та інтерпретації результатів формування ТКМІ на підставі когнітивного, операційно–діяльнісного, рефлексивно–аналітичного, і ціннісно–мотиваційного критеріїв. Показано (див. п. 3.3) оптимальність для реалізації завдання цього етапу дослідження застосування індикаторного методу.

Нами було досліджено, що *функція блоку коригування* – це реалізація зворотного зв'язку із організаційно–технологічним блоком, внаслідок чого за результатами моніторингу змінюється особистий навчальний план студента і / або коригуються компоненти методичної системи.

Запропонована методична система формування ТКМІ з використанням форм, засобів і методів КОСФЕ має всі необхідні системні ознаки [16, 37], зазначені вище (див. п. 2.2):

- наявність системоутворювального чинника, яким є мета (концептуально–цільовий блок);
- наявний компонентний склад методичної системи (структурованість) у вигляді блоків (концептуально–цільовий, змістово–проблемний, організаційно–технологічний, моніторинговий, блок коригування і результативний блок), які певним чином взаємодіють між собою, здійснюючи поетапне досягнення запланованого результату – досягнення високого рівня сформованості ТКМІ;
- цілісність, інтегративність і здатність до розвитку виявляються у діалектичній єдності та взаємодії системоутворювальних компонент, як частин цілого;
- ієрархічність – розташування частин цілого у порядку від вищого до нижчого [16] – виражається у тому, що стосунки між учасниками процесу формування ТКМІ є суб'єкт–суб'єктними: обидві сторони є партнерами, спільно керують процесом формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, що особливим чином організує і студентів, і викладачів;
- множинність форм опису методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ передбачає побудову певної кількості її моделей, кожна з яких описує певний її аспект (сторону) на підставі виконуваних

функцій (соціальної, керування, наукової, аксіологічної, діагностичної та рефлексивної);

- керованість методичної системи у процесі її функціонування, яка реалізується викладачем через добір оптимальних способів і методів керування, що забезпечує рухливість, дієвість та ефективність відповідного навчального процесу.

Запропонована методична система формування ТКМІ з використанням КОСФЕ та окремі її елементи були апробовані в освітніх середовищах Національного авіаційного університету, Державної льотної академії України, Херсонського національного технічного університету, Керченського державного морського технологічного університету, Запорізької державної інженерної академії та Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Її просторово-матеріальну структурну складову утворює комп'ютерно-інтегрований лабораторний комплекс – основа відповідного навчально-методичного комплексу, орієнтованого на навчання технічних дисциплін і фізики – із сучасним обладнанням для натурних досліджень та цифровими вимірювальними комплексами від відомих виробників навчальної техніки, а технологічно-процесуальна складова реалізується через ЕДЛЗ (див. п. 4.1.).

3.2. Педагогічні умови функціонування методичної системи

На сьогодні *освітнє середовище* визначається як система впливів і умов формування особистості за заданим зразком, а також можливостей для її розвитку, що містяться у соціальному (ставлення викладачів, підхід до освітнього процесу, стиль взаємостосунків у педагогічному колективі, студентських колективах тощо), просторово-наочному (рівень комфорту навчальних приміщень, меблів, технічних засобів навчання, дизайну інтер'єрів, наявність бібліотеки і читальних залів тощо) оточенні, а також як зв'язки між соціальним і просторово-наочним компонентами освітнього середовища [431].

Характеризуючи інформаційне освітнє середовище вищого навчального закладу, І. Г. Захарова зазначає, що воно є «системою, в якій акумульовано не тільки програмно-методичні, організаційні та технічні ресурси, але й інтелектуальний і культурний потенціал вищої школи, змістовий і діяльний компоненти суб'єктів навчання (викладачів і студентів)» [117].

Проведене дослідження показало, що інформаційно-навчальне середовище розглядається як сукупність умов, які сприяють процесам інформаційно-навчальної взаємодії між викладачем, студентами і засобами ІКТ, а також активізують пізнавальну активність суб'єктів навчання за умови активного і оптимального наповнення компонентів середовища [72]. У ньому виділяють такі основні складові: матеріально-ресурсну або просторово-матеріальну (матеріально-технічна база), інформаційно-технологічну або організаційно-технологічну (методичне забезпечення та технології навчання) та соціально-особистісну (суб'єкти освітнього процесу), у кожній з яких відбулися і продовжують відбуватися істотні зміни пов'язані з інформатизацією пізнавального процесу [431].

Так, аналізуючи навчальне середовище «Відкрита природнича демонстрація», І. С. Чернецький до просторово–матеріальної його складової відносить спеціально обладнані приміщення, об'єкти, пристрої, механізми, комп'ютерно орієнтовані засоби проведення експерименту для здійснення навчально–дослідницької діяльності, а також «відеозаписи й пристрої та обладнання для їх відтворення і демонстрації» та кваліфіковані педагогічні кадри [432].

Організаційно–технологічна складова інформаційно–навчального середовища складається з різноманітних методик і технологій навчання, спрямованих на ідеалізований кінцевий результат – формування і розвиток дослідницьких умінь та відповідних компетенцій суб'єктів навчання. Через цю компоненту здійснюється взаємодія між соціально–особистісною і просторово–матеріальною складовими. З цією метою, як зазначають Ю. О. Жук [161], І. С. Чернецький [431] та інші використовуються різноманітні процесуальні засоби: діяльності (навчально–дослідницькі завдання); організації (з перспективою переходу до дослідницького методу); ціннісно–мотивувального переконання (дискусії у міні групах); засоби управління навчально–дослідницькою діяльністю (навчально–методичні комплекси).

Щодо соціально–особистісної складової інформаційно–навчального середовища, то, як зазначають Л. Л. Макаренко [209] та С. М. Яшанов [453], вона ґрунтується внутрішніх соціально–особистісних потребах, пізнавальних мотивах та інтересах до змісту та технології навчально–дослідницької діяльності, динамічний розвиток яких забезпечує здатність і готовність суб'єкта навчання до самомотивації, саморегулювання, самостійної науково–дослідницької діяльності.

Дослідження М. І. Жалдака [108], Ю. О. Жука [161], В. В. Лапінського [191], Л. Л. Макаренко [209], І. С. Чернецького [431], С. М. Яшанова [453] засвідчують, що саме якість системних зв'язків між просторово–предметною, соціально–особистісною та організаційно–технологічною компонентами освітнього середовища забезпечує результат освітнього процесу.

Рівень методичного забезпечення, ефективність використання наявних освітніх ресурсів, спрямованість освітнього процесу на розкриття та розвиток особистого потенціалу кожного студента, здатність навчального середовища якнайповніше задовольнити комплекс потреб студента й актуалізувати систему його соціальних цінностей – усе це забезпечує успішну адаптацію до сучасного життєвого оточення, зокрема через професійну компетентність, яка постійно оновлюється й підвищується [102].

Проектування всіх компонентів освітнього середовища здійснюється у контексті задоволення потреб суб'єктів освітнього процесу. Виявляючи навчальну активність, студент стає реальним суб'єктом освітнього процесу, а не залишається об'єктом впливу викладачів–педагогів. Вочевидь, якісне освітнє середовище рівною мірою повинне забезпечувати можливості для особистісного розвитку всіх суб'єктів освітнього процесу: студентів, викладачів, батьків та інших осіб, які є у складі його соціального компоненту [262].

Відповідно до означення, поданого Дж. Гібсоном, *можливість* – це місток між суб'єктом і середовищем. Дослідник зазначає, що суб'єкт і навколишній світ

є один без одного не мислимими поняттями, які доповнюють одне одного: світ, у якому реально діє суб'єкт, залежить від характеристик самого суб'єкта, у той час, як фізичний світ існує сам по собі. Отже, можливість визначається властивостями як середовища, так і самого суб'єкта. Чим більше і повніше особистість використовує можливості середовища, тим більш успішно відбувається її вільний і активний *саморозвиток* [65].

Проведене нами дослідження показало, що відповідно до класифікації Я. Корчака [171] можна виділити такі типи освітнього середовища:

- догматичне, яке сприяє формуванню залежної і пасивної особи, проте, забезпечує тверде засвоєння необхідного освітнього змісту шляхом заучування;
- кар'єрне, яке сприяє формуванню активної, але залежної особи і передбачає самостійну роботу студентів за заданими правилами та алгоритмами;
- творче, яке сприяє розвитку активної та внутрішньо вільної особи, передбачає виконання студентами творчих завдань проектного характеру, а викладач відіграє при цьому роль педагога, який рецензує результати роботи студентів;
- безтурботне, яке сприяє формуванню вільної, але пасивної особи, тобто середовище, у якому студенти «надані самі собі», а роль викладача зводиться до запобігання конфліктам і забезпечення безпеки студентів.

Методи експертизи та проектування освітніх середовищ належать до новітніх технологій дослідження, хоча появу їх елементів можна знайти у психолого–педагогічній думці Росії кінця XIX ст. (П. Ф. Лесгафт [310]) та колишнього СРСР, наприклад, Е. М. Гусинського [88], Б. Ф. Ломова [201] та ін., а також у працях видатного польського педагога Я. Корчака [171].

У цій інноваційній галузі увагу привертають напрацювання та ідеї російських психологів В. А. Ясвіна та С. Д. Дерябо [452, 94], які розробили низку методик експертизи для аналізу конкретних освітніх середовищ з метою їх коригування та проектування, хоча загалом можна зазначити, що у цьому напрямі психолого–педагогічних пошуків у вітчизняній освіті видатні здобутки ще попереду.

Нами було з'ясовано, що досить інформативною є методика векторного моделювання освітнього середовища, у якій використовується система координат, що складається з осей «свобода–залежність» та «активність–пасивність». Для побудови у цій системі координат вектора, що відповідає тому або іншому типу освітнього середовища, необхідно отримати відповіді на щонайменше шість діагностичних питань, адаптованих до конкретної експертизи [452].

Було з'ясовано, що «суспільний вітер» – поняття, яке необхідно враховувати у процесі проектування освітнього середовища – це загальна спрямованість дії існуючого соціального оточення на суб'єкт навчання. Вона завжди знижує рівень запитів і діє всупереч напряму дії освітнього середовища, змінюючи її вектор на 45 градусів у бік пасивності та залежності.

Феномену «суспільного вітру» протистоїть феномен «духу організації» («духу часу», «ідеології організації»). Він завжди спрямований у бік більшої активності та більшої свободи. Це означає, що ідеологія якоїсь вибраної, передової частини студентства орієнтована на кар'єрне середовище активної залежності й шукає підтримки та ресурсів у педагогічній громадськості освітнього середовища. Щоб феномен «суспільного вітру» не знижував тонус освітнього середовища, у ньому завжди повинен ініціюватися феномен «духу організації», який, можливо, й віртуально, символічний, але тримає перед студентами та педагогами дуже високу ідейну планку. Типи й особистісні риси студентів, які формуються у тому чи іншому освітньому середовищі досить детально описані у працях С. П. Русової [310].

Для експертизи освітнього середовища був розроблений також комплекс вимірників, що базується на загальнометричних категоріях і може бути використаний для характеристики різноманітних систем, у тому числі й освітнього середовища. Методичною основою у ньому є система психодіагностичних параметрів [94] (див. п. 5.1).

Отже, проведений аналіз психолого–педагогічних джерел довів, що педагогічна стратегія у вищому навчальному закладі має бути спрямована на створення творчого, активного та вільного освітнього середовища, що є невід'ємною частиною розвитку університетської освіти загалом. На цьому шляху одним із найважливіших етапів є реалізація *акмеологічного принципу*, (у проведеному нами дослідженні – принципу інтеграції фундаментальності і професійної спрямованості), який полягає у взаємозв'язку загальної і професійної освіти, органічній єдності загальнонаукових, загальнопрофесійних і спеціальних знань. Він спрямований на формування у студентів мобільної системи всебічного розвитку, й на цій основі досягнення ними практичних цілей навчання [293]. Ключовими поняттями при цьому залишаються «саморозвиток» та «новітні технології навчання». У процесі виконання дисертаційної роботи була виявлена визначальна дидактична роль у зазначеному контексті сучасних цифрових вимірювальних комплексів [427].

Дослідження психолого–педагогічних літературних джерел виявило, що навчання фізики і технічних дисциплін відбувається на *трьох рівнях мислення*: на макро–, мікро– і символічному [463, 488]. Макро–рівень усвідомлення фізико–технічної проблеми стосується феноменологічного, тобто того, що може сприйматися органами чуття без допомоги певних інструментів. Це зазвичай конкретне розуміння проблеми. Мікро–рівень розуміння ґрунтується на тому, що може бути сприйняте лише за допомогою інструментів або, що отримується як висновок у процесі розв'язання певної фізичної проблеми. Найчастіше це – щось абстрактне. Символічне мислення звертається до символів, моделей і рівнянь, воно має репрезентативний характер. Мікро– і символічне подання проблеми часто інтерпретують макро–явище. У процесі навчання ці шаблі усвідомлення постійно взаємодіють і важливим на цьому шляху є уміння викладача керувати ними.

Навчання технічних дисциплін одночасно на цих трьох рівнях призводить до швидкого перенасичення навчального процесу науковими даними. Зрештою

розуміння стає майже неможливим і ті, хто навчаються, вдаються до простого запам'ятовування, наприклад, перед контрольною роботою або іспитом. Важливим є те, щоб майбутні інженери вже з середньої школи добре розуміли фізичну проблему на макрорівні, який залишиться «істинним», коли їм доведеться інтерпретувати її у вищому навчальному закладі, а підхід, застосований викладачем університету дасть змогу студентам зрозуміти природу технічного знання [463].

Багато студентів навіть на рівні вищої освіти інтерпретують фізико-технічні і фізичні явища і процеси за допомогою неправильних онтологічних категорій. Вони також використовують інтуїтивне знання як ресурс у своїх тлумаченнях. Однак, практика показує, що студенти повинні усвідомлювати власну значущість у побудові професійно значущого знання.

З'ясовано, що об'єктом вивчення технічних дисциплін є технічні системи, а предметом виступають властивості моделей, які можуть бути використані у процесі виконання техніко-технологічних завдань.

Проведене дослідження дало підстави для висновку, що мова фізико-технічного знання є ще одним важливим аспектом, оскільки вона має високу щільність відомостей, включає процеси абстракції, які ґрунтуються на використанні моделей і аналогій [442].

Численні альтернативні концепції побудови навчальних курсів є предметом дослідження світової педагогічної думки [463]. Фахівці, що формують *навчальний план* з фізики та технічних дисциплін можуть брати їх до уваги у процесі добору начальних тем. Навчальний план має бути структурований так, щоб теми прогресували від феноменологічного до мікро-рівня: «мікро-», яке з готовністю використовується експертом (викладачем), не часто легко розуміють і використовують студенти. І тут має бути реальний діалог, який дає змогу ідеям і уявленням студентів взаємодіяти, а викладачеві – коригувати неправильні бачення наукової проблеми. Така спільна діяльність є можливою, наприклад, у групових проектних заняттях, у яких роль викладача змінюється від центрального регулятора інформаційного потоку до менеджера з навчання технічної дисципліни.

У ході проведеного дисертаційного дослідження нами було з'ясовано, що поняття «умова» є філософською категорією, «у якій відображається відношення речі до тих факторів, завдяки яким вона виникає і існує» [421]. Розглядаючи організаційно-педагогічні умови, дослідники характеризують як:

- комплекс заходів, які забезпечують успішне функціонування методичних систем [239];
- множину об'єктивних можливостей, які забезпечують ефективне вирішення поставлених завдань [318];
- результат «цілеспрямованого добору, конструювання й застосування елементів змісту, методів, а також організаційних форм навчання для досягнення дидактичних цілей» [11].

Отже, *організаційно-педагогічні умови* – це науково-обґрунтована група факторів, яка використовується у дослідженнях процесуальних аспектів у педагогіці та визначає сукупність можливостей, що забезпечують ефективне

функціонування методичних систем.

Комплекс організаційно–педагогічних умов визначається структурою досліджуваного педагогічного процесу, яким у проведеному дисертаційному дослідженні є процес формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Аналіз попередніх результатів створив можливості для теоретичного виокремлення організаційно–педагогічних умов функціонування проектованої нами методичної системи, які є водночас взаємозалежними між собою та утворюють цілісну систему. Ними виявилися такі.

1. Організаційна та інформаційна підтримка методичної системи на рівні кафедр і вищого технічного навчального закладу в цілому. Ця умова відноситься до категорії об'єктивних і являє собою комплекс заходів, в основу якого покладено досягнення визначальної мети вищого технічного навчального закладу – конкурентної спроможності випускників, які повинні вирізнятися з –поміж інших високим рівнем професійної компетентності вже на початку виробничої кар'єри.

Зауважимо, що здобування вищої інженерної освіти має виражений міждисциплінарний характер і ґрунтується на вирішенні професійно орієнтованих задач. Як зазначає А. А. Вербицький, теоретично обґрунтовуючи ідеї контекстного навчання, «...необхідно організовувати такий навчальний процес, який забезпечить перехід, трансформацію одного типу діяльності (навчально–пізнавальної) в інший (професійний) з відповідною зміною потреб і мотивів, мети, дій (вчинків), засобів, предмету і результатів» [49].

Тому для ефективного функціонування методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ (як і будь–якої інноваційної методичної системи в технічному університеті) необхідним є якісне міжкафедральне співробітництво та координація, ініціювання додаткових сприятливих механізмів для функціонування методичної системи, наприклад, науково–дослідної роботи студентів, що збагачує зміст, аспекти й, відповідно, сприяє тому, що результати проведеного педагогічного дослідження будуть більш виразними, «об'ємними», комплексними. Такий стиль «командної» педагогічної взаємодії досягається через переконливу мотивацію і чітку постановку мети діяльності всіх структурно–організаційних підрозділів вищого технічного навчального закладу, поінформованість про функціонування педагогічного нововведення та його результати науково–педагогічних кадрів, раціональне планування, організацію контролю за ходом експериментального навчання, об'єктивне оцінювання результатів і сприяння їх покращанню, створення сприятливого морально–психологічного клімату у педагогічному колективі, у якому навчально–педагогічна діяльність повинна бути підпорядкована спільній меті, а також повинні бути наявними виробничо–побутові умови, які відповідають загальноприйнятим нормам.

2. Сучасне матеріально–технічне забезпечення навчального процесу з використанням натурального експерименту й ІКТ. Відповідно до проведеного нами аналізу освітніх середовищ вітчизняних і закордонних вищих технічних навчальних закладів було з'ясовано, що рівень і якість матеріально–технічного забезпечення навчального процесу є одним з першочергових завдань, яке поруч

із залученими до освітнього процесу науково–педагогічними кадрами фактично закладає основу для високого рейтингу та конкурентної спроможності вищої школи в галузі надання освітніх послуг. Відповідно до зазначеного у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ важливою просторово–матеріальною складовою є цифрові вимірювальні комплекси з власним програмно–апаратним забезпеченням, придатним для проведення автоматизованого фізичного експерименту, різноманітне програмне забезпечення широкого спектру, що забезпечує варіативність організації навчального процесу (від опрацювання експериментальних даних до комп'ютерного моделювання явищ і процесів) (див.п. 4.1). До цього переліку слід віднести й не інтегроване з ПК обладнання «класичного» типу, придатне для виконання типових лабораторних завдань з подальшим опрацюванням з використанням ІКТ.

3. Розроблений і систематично актуалізований навчально–методичний комплекс, в тому числі й електронний. Відповідно до означення, поданого в «Енциклопедії освіти» [106] навчально–методичний комплекс дисципліни – це сукупність навчально–методичної документації, засобів навчання і контролю, який з метою забезпечення відкритості освітнього повинен бути доступним будь–якому бажуючому. У розробленій нами методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ починається з перших курсів у навчанні фізики і загальнотехнічних дисциплін з подальшим перенесенням на загальнопрофесійні і спеціалізовано–професійні дисципліни, що визначає міждисциплінарну специфіку запропонованого педагогічного нововведення. Зазначене детермінує відповідний зміст навчально–методичного комплексу, який складається з інструкцій до використання цифрових вимірювальних комплексів та супутнього обладнання, опису програм, технологічних карт для виконання лабораторних завдань різного рівня і спрямування (в тому числі науково–дослідницьких), ЕДЛЗ, засобів зворотного «суб'єкт–суб'єктного» зв'язку, різноманітних інформаційних матеріалів, наприклад, відеозаписів, лабораторних звітів тощо.

4. Компетентні й підготовані педагогічні кадри. Сучасний викладач технічних дисциплін є популяризатором дисциплін фізико–технічного змісту і зобов'язаний бути не тільки ознайомленим, а й бути активним користувачем цифрових інформаційних технологій. Наразі найбільшої значущості набуває обізнаність викладача з технологіями роботи у комп'ютерній мережі як локального, так і глобального значення. Аспект інформатизації дедалі глибше переносить суб'єктів пізнавальної діяльності у простір віртуальної реальності, обов'язково спряженої з реальним експериментом чи технологією. Офісний пакет програмного забезпечення вже є недостатнім для розв'язання усіх питань навчання. До цієї категорії слід віднести також компетентних керівників навчально–виховним процесом, організаторів, співвиконавців та виконавців.

У методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ важливим завданням викладачів є сприяння активізації пізнавальної діяльності студентів, у якій по суті, розвивається критичне мислення, що має неперервний характер, і еволюціонує від простих (алгоритмічних) до складних (творчих) форм. Активізація процесу пізнання знаходить своє вираження в тому, що сам

цей процес стає значною мірою інтенсивним, цілеспрямованим, гнучкішим до зовнішніх впливів, динамічнішим. Отже, поруч із матеріально–технічною компетентністю педагог вищого технічного навчального закладу повинен бути здатним до постійної підтримки пізнавальної та професійної зацікавленості студентів у процесі формування ТКМІ та інших професійно значущих якостей, які у цьому випадку підтримуються стійкими домінуючими мотивами, створюючи тим самим підстави для здійснення наступної організаційно–педагогічної умови.

5. Студенти, які мають достатній для здобуття вищої технічної освіти рівень базової підготовки й мотивації для здійснення навчальної діяльності. Слід зазначити, що у виконанні цієї умови домінує ціннісно–мотиваційна складова особистості майбутнього інженера, визначальна роль якої нами були розглянута раніше (п. 2.4). Так, якість навчання (і в подальшому – професійна компетентність майбутнього інженера) значною мірою визначається усвідомленням значущості та елітності техніко–технологічної діяльності. Сенс учіння як такого ґрунтується на системі цінностей, розумінні, як зазначає А. К. Маркова, «суб'єктивної значущості учіння для себе самого» [213]. У цьому випадку закономірно змінюється характер діяльності суб'єкта навчання, який самостійно спрямовує інтелектуальні зусилля на досягнення мети, яка має бути конкретною та чітко сформульованою.

Слід окремо наголосити на важливості цільової спрямованості всього науково–педагогічного колективу, що виступає в якості згуртованої команди, яка скеровує студентів у напрямку усвідомлення значущості та перспектив майбутньої професійної діяльності, сприяє активному розвитку особистості суб'єктів навчання. Виконання зазначеної умови передбачає активне засвоєння теоретичних знань, набуття практичних умінь, а, отже, набуття усіх компетенцій, необхідних для формування і розвитку ТКМІ, особливе місце в яких належить компетенціям, пов'язаним із здатністю і готовністю до самоосвітньої діяльності упродовж життя.

Подальше експериментальне дослідження показало необхідність уточнення змісту організаційно–педагогічних умов функціонування методичної системи формування ТКМІ з урахуванням таких дидактичних потреб: спрямованості освітнього процесу, з одного боку, на загальнопрофесійну компетентність фахівця, а з іншого – на його технологічну компетентність; комплексному формуванні складових компонент технологічної компетентності компетенцій на кожному з етапів навчання; формування технологічної компетентності на підставі ознак творчості; професійній, контекстній спрямованості навчання.

3.3. Система критеріїв і показників сформованості технологічної компетентності майбутніх інженерів

Проблема обґрунтування критеріїв, показників та рівнів сформованості ТКМІ у розробленій нами методичній системі займає особливе місце. Аналіз наукових та науково–педагогічних літературних джерел виявив, що дослідники компетенцій / компетентностей як освітніх результатів вважають, що ці

особистісно–професійні характеристики є динамічними, «оскільки вони не є незмінною якістю у структурі особистості людини, а здатні розвиватися, удосконалюватися або повністю зникати за відсутності стимулу для їх прояву» [105]. Як зазначає І. М. Єлісеєв, під сформованістю компетенцій / компетентностей слід розуміти «вироблення готовності, здатності до конкретної дії, пошуку нового способу дії у нестандартній ситуації, мати ціннісну орієнтацію». На складності компетентності як об'ємної якості особистості, яка «не піддається прямій діагностиці при проведенні предметних і навіть міжпредметних іспитів» наголошує Ю. Г. Татур [401]. Цей дослідник зазначає, що більш ефективним засобом для цієї мети може бути підсумкова атестація у формі захисту дипломного проекту.

Рівень сформованості компетенцій / компетентностей може бути визначений (оцінений) тільки з певною імовірністю, бо він є прихованим, латентним особистісним параметром. Об'єктивність визначення рівня сформованості компетентності залежить від точності визначення критеріїв та відповідних показників.

Дослідження питання вимірювання ТКМІ у науково–педагогічній літературі виявило, що визначення та обґрунтування критеріїв визначення її наявного рівня та оцінювання результатів її формування у студентів вищих технічних навчальних закладів, розгляд їх у цілісному вигляді майже не досліджується, хоча питання про критерії сформованості особистісних якостей фахівців досить детально розглянуто психологами та педагогами [128, 386].

У сучасній довідковій літературі поняття «критерій» визначається як «ознака, на основі якої оцінюється, визначається, класифікується що–небудь» [425]. Критерій розглядається як еталон, на основі якого оцінюються, порівнюються результати. У педагогічній літературі критерій визначається як основна ознака, за якою одне рішення обирається з певної сукупності можливих [402]. Зокрема, М. Б. Лебедева і М. І. Шилова вважають, що *критерій* – «це мірило, ознака для оцінки, класифікації; судження, ознака, що дозволяє з безлічі можливих рішень вибрати одне [195]. І. А. Мавріна поняття «критерій» характеризує як засіб, за допомогою якого вимірюються рівні, ступені прояву того чи іншого явища, трактує його як мірило оцінки суджень. За допомогою застосування критерію виділяється перевага певного добору порівняно з іншими; перевіряється відповідність результату до поставленої мети або оцінюється ступінь її реалізації [207].

Критерії з точки зору філософії є певними нормами та правилами, які дають можливість вирішити, чи є правильним кожен окремий крок; вони не фіксують найбільш перспективні та продуктивні принципи й способи дії, а тільки виражають об'єктивні закони та логіку розвитку явища [426].

Виявлено, що у соціологічній літературі поняття «критерій» є мірою оцінювання, визначення, зіставлення явища або процесу, ознакою, на основі якої будується класифікація [385].

У практиці педагогічних досліджень розглядаються кілька підходів до визначення критеріїв і показників [57]. Критерій може бути інтерпретований як показник, на підставі якого можна оцінювати ефективність навчального процесу.

За цього підходу критерій є сукупністю основних показників, які розкривають певний рівень, і характеризується тим, що ступінь сформованості показника визначається через фіксацію його критеріїв на різних рівнях.

Саме поняття «критерій» у сучасній науковій літературі трактується неоднозначно. Особливо явно це спостерігається за співвідношення понять «критерій» і «показник», коли іноді допускається змішування та поєднання цих неоднозначних категорій. Так в «Енциклопедії освіти» критерії та показники якості навчальної діяльності спільно визначаються як «сукупність ознак, на основі яких оцінюються умови, процес і результат навчальної діяльності, що відповідають поставленим цілям» [106].

Було також з'ясовано, що критерій – це засіб оцінювання явищ, процесів, станів, формування та розвитку особистості; ознака, за якою можна робити висновки про відмінність одного стану від іншого [210]. Поняття «критерій» ширше від поняття «показник», який є складовим елементом критерію та характеризує його зміст. Таким чином, критерій виражає найзагальнішу ознаку, за якою оцінюються, порівнюються реальні педагогічні явища, якості, процеси. Ступінь прояву, якісна сформованість, визначеність критеріїв виражаються у відповідних показниках.

Вибір критеріїв оцінювання ефективності будь-якої методичної системи є найважливішою умовою її функціональності [43]. Тому під час розроблення критеріїв враховуються, з одного боку, традиційні вимоги і основні підходи до типізації показників та класифікації критеріїв, а з другого боку, використовуються апробовані методики формування критеріїв і показників.

У науково-педагогічній літературі [324] розрізняють такі умовні напрями навчальної діяльності, які потребують оцінювання якості, що співвідносяться з системою певних показників:

- мотивація; показник – уміння визначати навчальні потреби, виокремлювати навчальні пріоритети, пов'язувати навчальні дії з власними інтересами;
- визначення мети; показник – здатність визначати знання і вміння, які необхідні для розв'язання проблеми; вміння порівнювати визначені знання з наявними; вміння залучати допоміжні знання та вміння для розв'язання проблеми;
- навчальні дії; показник – рівень сформованості загально навчальних умінь; здатність виділяти нові відомості серед інших знань і умінь; вміння використовувати нові знання за зразком; ступінь самостійного використання нових знань у життєвій та навчальній практиці; можливість творчого використання нових знань;
- контроль і самоконтроль; показник – спроможність зіставлення нових вимог з еталоном, стандартом, звітом вимог, алгоритмом дій тощо;
- коригування і самокоригування; показник – уміння проводити поточне коригування відхилень; спроможність самостійного спрямування своїх дій на результат шляхом включення визначених резервів у свою навчальну діяльність;

- оцінювання і самооцінювання; показник – здатність самостійно визначати свій наявний рівень навчальних досягнень; наявність рефлексивних дій на основі порівняння власних і викладацьких результатів контролю, корекції, оцінки.

На основі проведеного аналізу нами було зроблено висновок про те, що обґрунтовуючи системи критеріїв та показників ефективності методичної системи, доцільно ураховувати такі положення:

- сутність методичної системи, її якісну специфіку;
- системні, інтегративні якості, властиві даній методичній системі, та їх специфіку;
- склад, кількісну та якісну характеристику окремих частин методичної системи;
- структуру, тобто внутрішню організацію, взаємозв'язок компонентів, їх поєднання і взаємодію;
- функції методичної системи, її активність, життєдіяльність, а також функції її окремих частин;
- механізми, що забезпечують цілісність методичної системи, взаємодію її компонентів, удосконалення і розвиток;
- здійснення зв'язків із зовнішнім середовищем.

Таким чином, добір і обґрунтування критеріїв та показників ефективності є важливим науковим завданням, вирішення якого певною мірою дозволить як підвищувати функціональність методичної системи, так і динамічно її розвивати.

Проведене дослідження показало, що під час дослідження критеріїв виникають певні складнощі. Перша полягає у тому, що поряд із внутрішнім змістом предмета, що відображає його сутність, проявляються і деякі випадкові елементи, другорядні зв'язки, які можуть бути помилково прийняті за сутнісні прояви. Друга складність полягає у тому, що досліджувана форма предмета не завжди відображає його істинний зміст. Тому трапляються помилки при визначенні критерію, суб'єктивне його трактування. Отже, критерії та показники доцільно розглядати як самостійні складові єдиного оцінного блоку [97].

Отже, критерій – це підстава для класифікації, групування предметів оцінювання. При цьому важливо правильно встановити співвідношення понять «критерій» і «показник»: показник і критерій співвідносяться як часткове і загальне. Кожен критерій містить групу показників, що якісно і кількісно характеризують його. Водночас критерій є стабільнішим, хоча і відображає розвиток сутності явища, ознаки, процесу, а показники є динамічнішими.

Показник разом з критерієм розглядається як засіб, за допомогою якого вимірюються або оцінюються альтернативи найоптимальнішого вирішення практичних завдань у існуючих або заданих конкретних умовах [207].

Виокремлення конкретних показників зумовлене необхідністю змістовного і глибокого аналізу феномена діяльності. Показник є конкретним вимірником критерію, який робить його доступним для вимірювання і спостереження.

Показник не містить у собі загальне вимірювання, оскільки існує достатньо властивостей для повноти характеристики того чи іншого явища. Він відображає окремі властивості та ознаки пізнаваного об'єкта та є засобом

нагромадження кількісних і якісних даних для критеріального узагальнення. Головними характеристиками поняття «показник» є конкретність і можливість діагностики, що передбачає доступність його для спостереження, обліку та фіксації.

У загальному значенні під показником Г. П. Іванова розуміє підставу, що дозволяє виявити ту чи іншу ознаку. Кількість показників, як і параметрів, має бути зведена до мінімуму, оскільки процедура оцінювання повинна бути простою. Це накладає на систему показників одну з найважливіших вимог: показники мають бути зрозумілими, конкретними, доступними для вимірювання. Крім того, кожен з показників повинен бути досить інформативним для того, щоб відображати основні сфери діяльності [394].

Інтегративний критерій виконує методологічну функцію стосовно показників. Науково обґрунтовані критерії обов'язково повинні відповідати таким вимогам, як висока надійність, адекватність об'єктивних і суб'єктивних оцінок, конкретність, точність.

Розроблення науково обґрунтованих критеріїв і показників оцінювання ефективності функціонування методичної системи дозволяє визначити, з одного боку, її реальний рівень, а з другого, – конкретні напрями, шляхи, умови її розвитку. З їх допомогою також можна оцінити результативність усього процесу, особистий внесок у досягнення навчальних цілей і розвитку кожного студента.

Важливо під час оцінювання ефективності методичної системи враховувати витрати зусиль і засобів, що залучаються для його проведення. Вони складаються з кількості активних учасників навчального процесу; тимчасових, матеріальних, фінансових, організаційних та інших витрат, а також включення соціально-психологічних чинників та ін. Співвіднесення результатів функціонування методичної системи, виявлених за допомогою критеріїв і показників з істинними витратами зусиль і коштів дозволяє визначити реальну ефективність методичної системи навчальної діяльності.

Досліджуючи кредитно-модульну систему навчання майбутніх вчителів інформатики О. М. Спірін показує, що критеріями і показниками її ефективності можуть бути зовнішні (ознаки ступеня “відповідності педагогічної діяльності встановленим цілям, стандартам, нормам” [387]) та внутрішні критерії й показники якості, які віддзеркалюють як процес, так і результат навчальної діяльності. О. М. Спірін пропонує низку певних показників для проведення внутрішнього оцінювання дієвості методичної системи: «диференціація процесу навчання за рівнями», «індивідуалізація процесу навчання», «інтенсифікація процесу навчання», «результативність навчальної діяльності».

Слід зазначити, що критеріями зовнішнього оцінювання якості ІКТ навчання автор [387] вважає такі: проектувальний, конструктивний, організаційний, комунікативний та гностичний. Там же автор зазначає, що система показників та їх складових для визначення ступеня прояву певних критеріїв для оцінювання ефективності методичних систем може виявитися громіздкою, а окремі показники – недостатньо значущими. Тому, ґрунтуючись на результатах педагогічних досліджень, проведених авторами [142, 213, 387] та багатьох інших, нами зроблено висновок про те, що кількість показників для

кожного критерію необхідно обґрунтовано зменшувати до 3–10. З метою дослідження значущості («ефективності») певних показників доцільно використовувати метод експертних оцінок [445], що й було нами здійснено на пошуковому етапі проведеного педагогічного дослідження (п. 5.2).

Критерії та показники якості методичної системи формуються відповідно до її компонент, як правило, на основі кваліметричного підходу, що полягає у кількісному їх вимірюванні за допомогою умовних балів [97]. Аналіз літературних джерел показав, що критеріями якості можуть бути навченість [324], рівень розумового розвитку [90], особистісний рівень [174].

Відповідно до компонент ТКМІ нами було виокремлено критерії і відповідні показники сформованості цієї особистісно–професійної якості фахівця. Ними виявилися такі.

1. *Ціннісно–мотиваційний критерій* сформованості ТКМІ характеризує сформованість сукупності мотивів і цінностей, які є адекватними до мети та завдань процесу навчання. Його показниками є:

- усвідомлення значущості проблеми формування й розвитку технологічної компетентності як важливої складової загально професійної компетентності та вибору можливостей із широкого їх спектра;
- стійка спрямованість особистості на розширення і поглиблення технологічних знань в умовах технічного університету;
- сукупність мотивів різних груп, спрямованих на здійснення поставленої мети.

2. *Когнітивний критерій* сформованості ТКМІ характеризується здатністю технологічного мислення в умовах майбутньої інженерної діяльності.

Показниками, у яких розкривається цей критерій, є:

- знання змісту проектно–дослідницької діяльності, шляхів та методів її реалізації;
- наявність системи спеціальних знань, умінь і навичок;
- знання та розуміння специфіки майбутньої діяльності, технологій і методик діяльності.

3. *Операційно–діяльнісний критерій* сформованості ТКМІ характеризується наявністю засвоєних способів і досвіду виконання певних технологічних дій, які розвиваються у процесі виконання лабораторного практикуму. Показники, у яких розкривається цей критерій, є:

- знання і розуміння способів та засобів інженерно–технологічної діяльності в залежності від можливостей і обмежувальних умов;
- знання змісту інноваційно–дослідницької діяльності, шляхів і методів її реалізації в інженерній діяльності;
- знання змісту організаційно–керувальної діяльності;
- наявність основних способів і досвіду виконання конкретних професійних дій в умовах університету.

4. *Рефлексивно–аналітичний критерій* сформованості ТКМІ характеризується здатністю до рефлексії у пізнавальній і майбутній професійній діяльності, пов'язаній з використанням технологій. Показниками, у яких розкривається цей критерій є вміння:

- аналізувати власний досвід пізнавальної діяльності та досвід інших суб'єктів навчальної діяльності;
- адекватно оцінювати результати навчальної діяльності;
- задовольняти потребу у професійному зростанні.

Аналіз психолого-педагогічної літератури дає підстави для висновку про те, що ТКМІ формується і розвивається упродовж всього циклу підготовки бакалавра, тому система критеріїв і показників повинна уточнюватися упродовж всього часу його навчання в університеті.

Визначаючи зміст показників ми керувалися розумінням того, що кожний з них повинен відповідати сутності експериментального дослідження, мати чітку і ясну мету, перевіряти чітко встановлені особистісні параметри суб'єктів дослідження, бути придатним для діагностики усього контингенту досліджуваних [440]. Щодо критеріїв і показників слід зазначити, що вони можуть бути різноманітними, але, як зауважує Е. А. Штульман, вони повинні бути уніфікованими. Такий підхід реалізує вимогу, відповідно до якої «математичний апарат опрацювання результатів експерименту повинен добиратися...з таким розрахунком, щоб результати...одного й того ж експерименту були виражені у сумірних одиницях» [440].

Проблема вимірювання в педагогіці, зазначає С. У. Гончаренко, ускладнюється тим, що певну частину особистісних характеристик безпосередньо не можна спостерігати й вимірювати [70]. Компетентність фахівця є його особистісною характеристикою, компоненти якої розвиваються комплексно і взаємозумовлено. В цих умовах застосовують методи побічного вимірювання, тобто, «спостерігають і вимірюють не ті величини, що вивчають, а інші – ті, які можна спостерігати (індикатори) і які у відомий спосіб пов'язані з досліджуваними змінними – величинами, які не можна спостерігати» [70].

Так званий *індикаторний метод* оцінювання є популярним у педагогічних вимірюваннях рівня сформованості компетенцій / компетентностей. Цей метод передбачає, що кожна з особистісних характеристик (компетенцій, компетентностей, їх компонент або інші навички) може бути представлена у вигляді виваженого набору деякої кількості ознак-індикаторів, на підставі яких отримують числове значення рівня сформованості вимірюваної величини. Так, С. Г. Катаєв та ін. [142] доводять ефективність і універсальність його застосування до вимірювання компетенцій, які розвиваються у навчанні фізики, а О. Б.

Авраменко демонструє його ефективність у формуванні соціотехнічної компетентності майбутніх вчителів технологій [22]. Емпіричними індикаторами, зазначає І. М. Єлісеєв, можуть бути завдання, які «добираються з метою вимірювання конкретної здатності людини до виконання тих чи інших дій» [105]. Результатом вимірювання в цьому випадку є поданий у вигляді числа ступінь сформованості ознаки, що досліджується (наприклад, здатності до розв'язання певних завдань, готовності до дії в певних ситуаціях на підставі використання здобутих знань).

Важливим є наявність встановленого зв'язку між ознакою-індикатором і величиною, яка через нього характеризується і яку не можна виміряти безпосередньо [70]. Крім того, кількість таких ознак повинна досить повно

відображати вимірювану характеристику.

Дослідження науково-педагогічної літератури показало, що індикаторний метод є універсальним методом оцінювання компетенцій, застосування якого на різних етапах дослідження дає можливість з'ясувати стан сформованості або розвитку компетенції в даний момент часу та прослідкувати динаміку його розвитку. Важливо, щоб система індикаторів досить повно відображала сутність кожної компетенції або, в нашому випадку, відповідного критерію. Тому метою проведеного дослідження було створення компактного банку індикаторів, що було здійснено із залученням експертів – викладачів фізики і технічних дисциплін. Отриманий у такий спосіб банк ознак-індикаторів для оцінювання рівня сформованості ТКМІ за ціннісно-мотиваційним, когнітивним, операційно-діяльним та рефлексивно-аналітичним критеріями у проведеному нами дослідженні подано у табл. 3.1.

Слід зазначити, що відповідно до результатів колективного дослідження [328], оцінюючи показники-індикатори ми застосовували такі категорії їх прояву:

- «знати» – відтворювати навчальний матеріал з необхідним ступенем точності і повноти; ця категорія відображає дії, пов'язані з опрацюванням інформаційних даних, а для її описання доречно використовувати таксономію Б. Блума у вигляді піраміди: знання, розуміння, використання, аналіз, синтез, оцінювання [55];
- «уміти» – розв'язувати типові задачі на підставі визначених алгоритмів; відображає вимоги до здійснення окремих операцій або дій (скласти, розрахувати, побудувати, розв'язати, обрати тощо);
- «володіти» або «бути здатним демонструвати» – розв'язувати завдання підвищеної складності, у нетипових ситуаціях; ця здатність формується у вигляді специфічних навичок у процесі вирішення певних професійних або контекстних задач.

Індикатори можуть застосовуватися як у вигляді певних запитань, так і у вигляді практичних завдань. Отже, для кожного з критеріїв нами дібрано по дев'ять ознак-індикаторів, які оцінювалися нами під час проведення лабораторних занять і у позааудиторний час із залученням до цього процесу як викладачів технічних дисциплін і фізики, так і студентів.

Таблиця 3.1

Критерії та комплексні ознаки–індикатори визначення рівня ТКМІ

Критерій	Показники–індикатори
Ціннісно–мотиваційний	<ul style="list-style-type: none"> – Свідома внутрішня мотивація до навчальної, самостійної, самоосвітньої діяльності, пов’язаної з майбутньою професією; – потреба у досягненні професійного успіху; – самостійне виокремлення пізнавальних задач і знаходження шляхів їх розв’язання; – чутливість до допомоги, тобто здатність скористатися найменшою підказкою іншого суб’єкта пізнавальної діяльності для знаходження способу виконання навчальних завдань; – орієнтація на процес і результат діяльності, а не зовнішні критерії, зокрема оцінку чи прагнення уникнути покарання; – самочинне управління пізнавальною діяльністю на підставі усвідомлення цінності майбутньої професійної діяльності; – орієнтація на самовдосконалення, саморозвиток через свідому постановку навчальних завдань більшої складності; – гнучкість: здатність діяти у нових, нестандартних умовах, знаходити нові рішення, не спираючись на попередній досвід, часто всупереч йому; – ініціативність у виявленні і застосуванні отриманих знань у науково–дослідній, пошуковій, навчально–професійній діяльності
Когнітивний	<ul style="list-style-type: none"> – Володіння здатністю до висунування гіпотез та точного й конкретного формулювання навчально–дослідницької мети; – знання сучасних прийомів, способів і методів, які застосовуються в інженерній діяльності; – уміння виокремлювати суттєве і застосовувати його на практиці, у тому числі в нових, нестандартних умовах; – володіння навичками пошуку й виокремлення адекватних методів (в тому числі комп’ютерно орієнтованих), прийомів і способів для реалізації запланованих цілей; – уміння здобувати фундаментальні, практико орієнтовані, системні знання у відповідності до поставленої професійної мети; – знання принципів дії основних приладів і програм, які використовуються у роботі; – володіння здатністю до вирішення завдань, сформульованих у формі проблеми, робота з задачами, що містять неповні дані; – уміння виокремлювати сутність явищ, вирізняти суттєве; – здатність демонструвати знання і навички у науково–дослідній роботі студентів, олімпіадах, конкурсах тощо

Продовж. табл. 3.1

Критерій	Показники–індикатори
Операційно–діяльний	<ul style="list-style-type: none"> – Уміння визначати достатність обраного змісту для реалізації діяльності, яка забезпечує запланований результат; – знання прийомів, шляхів та технологічних засобів для реалізації визначеної мети в інженерній діяльності; – володіння досвідом виконання конкретних професійних дій в умовах університету; – уміння знаходити оптимальні, раціональні способи розв’язання навчальних задач; – уміння добирати оптимальну структуру діяльності для досягнення запланованих результатів; – уміння користуватися лабораторним обладнанням і програмним забезпеченням, складати схеми, елементи установки; – уміння оформляти графічний матеріал з використанням оптимальних програмних засобів; – уміння добирати необхідні засоби і прилади для проведення експерименту; – уміння обраховувати похибки вимірювань і визначати їх походження
Рефлексивно–аналітичний	<ul style="list-style-type: none"> – Уміння аналізувати експериментальні результати з урахуванням похибок на підставі використання відповідного програмного забезпечення; – уміння користуватись матеріалом на рівні довготривалої пам’яті з постійним цілеспрямованим, довготривалим використанням відповідних умінь і навичок (міцність знань); – уміння робити висновки, на підставі результатів експерименту; – уміння оформлювати звіт про роботу; – володіння навичками пошуку і опрацювання джерел інформації і даних для досягнення навчально–професійної мети; – уміння створювати доповідь для презентації своїх ідей і результатів роботи; – здатність демонструвати навички перенесення засвоєних способів виконання навчальних завдань у нові умови, застосування здобутих знань на практиці; – уміти працювати в команді (співробітництво, емпатія, толерантність); – бути здатним демонструвати і аргументувати власну професійну позицію, бути готовим до її коригування відповідно до актуальних умов і виробничих обставин.

Важливою особливістю розробленої нами методичної системи є те, що формування ТКМІ в ній починається вже з першого курсу на заняттях з фізики. Тому, створюючи систему комплексних показників або ознак–індикаторів, ми керувалися таким їх змістом, щоб, з одного боку, вони відображали систему критеріїв відповідно до компонент технологічної компетентності, а з іншого – узгоджувалися з компетенціями, що формуються у навчанні з використанням

КОСФЕ.

3.4. Рівні сформованості ТКМІ у методичній системі з використанням КОСФЕ

Проведений нами аналіз колективного дослідження [328], присвяченого системі оцінювання ступенів прояву сформованості компетенцій / компетентностей, показав, що ці особистісні характеристики можуть бути сформовані на трьох рівнях, які умовно визначають як початковий (пороговий), середній (базовий) та високий (підвищений).

У методичній системі формування інформаційно-комунікаційних та інформативних компетентностей майбутніх вчителів інформатики О. М. Спірін пропонує оцінювати сформованість компетентності відповідно до системи параметрів, за шкалою «0–1–2–3», де «0» – показник не дотримується, а «3» – повністю дотримується. За таких умов показник вважався позитивним, якщо середнє арифметичне значення його параметрів було не менше 1,5 [387].

Досліджуючи можливі методики виявлення рівнів сформованості технологічної компетентності у студентів-технологів, І. Г. Матросова пропонує застосовувати з цією метою оцінювання з використанням методу проектного навчання, надаючи групам студентів можливість добору завдань з трьох категорій: складні задачі з елементами наукового пошуку (високий рівень); аналітико-діагностичні задачі (середній рівень) та описово-аналітичні задачі (початковий рівень) [218].

Автори [328] пропонують оцінювати рівні сформованості компетенцій / компетентностей після проходження певних етапів, на які поділяється навчальний процес у цілому. Так, наприкінці кожного з етапів студент досягає певних академічних і особистісно-професійних результатів навчання, які визначають рівень сформованості компетенції. Вважається, що компетенція може бути подана у вигляді окремих освітніх результатів, які є необхідними та достатніми умовами сформованості певної компетенції. У колективній праці [328] показано, що схематично співвідношення між компетенціями і результатами навчання можна виразити формулою:

$$K \iff (P_1 \wedge P_2 \wedge P_3 \wedge \dots \wedge P_n),$$

де K – компетенція, яка формується; P_i – навчальні результати з різних дисциплін ($i = 1, 2, \dots, n$); знак « \wedge » означає логічну операцію кон'юнкцію.

Отже, з урахуванням того, що компетенція / компетентність формується на міждисциплінарному рівні, вважається доцільним складання її карти (паспорту), що повинно відбуватися із залученням науково-педагогічних працівників різних кафедр, які іноді можуть належати й до різних структурних підрозділів. У подальшому опрацьована компетенція повинна залучатися до формування робочих навчальних програм, модулів, навчально-методичних комплексів.

Зазначимо, що керуючись принципом узагальнення, вважатимемо, що рівні сформованості професійних компетенцій / компетентностей корелюють з рівнем освоєння випускниками певних видів професійної діяльності. Зазначене може бути підставою для такої відповідності рівнів сформованості компетентності:

- початковий рівень: студент має загальне уявлення про професійну діяльність; усвідомлює основні закономірності функціонування специфічних об'єктів, поінформований про методи та алгоритми розв'язання практичних задач;
- середній рівень: студент здатний і готовий до розв'язання типових задач, самостійно приймати професійні рішення у межах відомих алгоритмів, методик, настанов;
- високий рівень: студент виявляє здатність і готовність до розв'язання проблемно орієнтованих завдань, задач дослідницького характеру, приймати професійні рішення в умовах невизначеності, за недостатнього нормативного і методичного забезпечення.

У розробленій нами методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ відповідно до зазначених показників–індикаторів оцінювання відбувалося так: «0» – не знаю, не умію, не володію; «1» – знаю, умію, володію, але не досить добре; «2» – знаю, умію, володію дуже добре.

З урахуванням специфіки функціонування розробленої нами методичної системи, особливостей компетенцій, що формуються у КОСФЕ, нами було умовно виділено три *рівня сформованості* компонент ТКМІ. Вони виявилися такими.

1. *Емпірико-репродуктивний* (початковий) рівень характеризується низькими рівнем систематизації знань, операційно–діяльними і рефлексивно–аналітичними вміннями, відсутністю стійкої мотивації і творчого підходу до вирішення завдань. Навчально–професійні дії у більшості випадків виявляються як окремі операції, не зв'язані цілісною логікою діяльності. Рефлексивно–аналітичні вміння та ціннісно–мотиваційні настанови розвинуті слабо.

2. *Теоретико–алгоритмічний* (середній) рівень характеризується знанням (часто поверхневим) теорії технологічних процесів, вмінням застосовувати ці знання на практиці; проявом зацікавленості в освоєнні технологій (однак ця зацікавленість має подекуди ситуативний, нестійкий характер), розумінні сенсу їх освоєння; наявні певні нестійкі мотиви до здійснення діяльності; мають місце навички самостійного оволодіння методом, технологією і застосуванням їх на практиці але часто студент прагне здійснювати навчальні дії відповідно до заданого зразка, алгоритму; вмінням вирізняти причинно–наслідкові зв'язки, адекватно оцінювати результати діяльності; рефлексивно–аналітичний компонент має поверхневий характер.

3. *Творчий* (високий) рівень характеризується здатністю до стійкої внутрішньої мотивації, високими ціннісно–змістовими орієнтаціями; ставленням до технологічного процесу як ефективного методу перетворювальної діяльності; готовністю до творчої видозміни компонентів або створення нової технології; вмінням аналізувати зовнішні та внутрішні зв'язки, вибудовувати прогностичні схеми. Студент, який має такий рівень сформованості ТКМІ, уміє творчо перетворювати структурні компоненти технологій, застосовувати різноманітні прийоми і методи для досягнення поставленої мети, комплексно аналізувати внутрішні і зовнішні взаємозв'язки досліджуваних систем.

Оцінними засобами для виявлення ступеня сформованості компетенцій / компетентностей зазвичай виступають різні типи контролю [328]:

- для оцінювання результатів категорії «знання» – тестування, співбесіда, письмовий контроль;
- для оцінювання результатів категорій «уміння», «володіння» («здатність демонструвати») придатними є практичні завдання (у розробленій нами методичній системі вони можуть ефективно використовуватися під час лабораторних занять).

Слід зазначити, що оцінювання останньої категорії раціонально проводити з використанням комплексних завдань, серед яких поруч з лабораторними роботами можуть застосовуватися кейс-методи, метод проектів, проблемно орієнтоване навчання, творчі завдання, презентації, ділові ігри, наукова доповідь тощо.

Щодо застосування комплексного оцінювання в методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, то практичні контрольні завдання можуть бути таких типів:

- з'ясування правильної, оптимальної послідовності дій;
- складання алгоритмів дій у КОСФЕ;
- виявлення помилок у послідовності дій, доборі засобів проведення експерименту тощо;
- виявлення впливу певних факторів на проведення і результати експерименту;
- добір рішення у проблемно орієнтованих ситуаціях;
- оцінювання ефективності обраного методу, операцій, дій та ін.

Слід зазначити, що засоби оцінювання слід формувати на підставі основних принципів у педагогічних вимірюваннях. Важливе місце у створенні засобів оцінювання компетенцій / компетентностей посідає тестування.

Створення будь-яких тестів завжди ґрунтується на необхідності розв'язання завдань, які ставляться при їх проведенні, і повинне опиратися на критеріально орієнтований підхід, спрямований на отримання абсолютної оцінки рівня знань студентів. Тому під час створення тестів потрібно враховувати такі їх якості: 1) валідність (точне і повне охоплення навчального матеріалу); 2) критеріальність (відповідність певному рівню знань); 3) надійність (запобігання дії випадкових чинників) [319].

Наразі найбільшого поширення набули такі форми тестових завдань:

- закрита, яка припускає вибір одного або більше варіантів відповідей із запропонованих;
- установлення відповідності між двома запропонованими множинами;
- відкрита форма – обмеження відповіді, що припускає введення як відповідь одного або декількох чисел, слів або формул [319].

Безумовно, кожна з цих форм має як переваги, так і недоліки. Зокрема, відкрита форма передбачає перевірку відповіді за ключовими словами, що дає можливість отримати позитивний результату у разі, коли відповідь того, хто проходить тестування, буде позбавлена якого-небудь сенсу, проте міститиме необхідний набір ключових слів. У такому разі перевіряються знання термінів і

словосполучень, а не конкретні знання. Дві інші форми є продуктивними, тільки якщо сам тест формується випадковим чином з великої бази даних.

Під час тестування комп'ютерна форма має значні переваги: здійснюється автоматизація збирання, опрацювання, зберігання і подання результатів тестування; можлива реалізація різних алгоритмів формування тестів (використання генератора випадкових чисел, адаптивне тестування і ін.). Самі тести повинні бути складені таким чином, щоб кожний з типів завдань мав приблизно однаковий рівень складності.

Нами було з'ясовано, що комп'ютерні тести повинні задовольняти таким вимогам [319]:

- надавати дані про реальний рівень знань студентів;
- бути високотехнологічними (проводитися упродовж короткого часу);
- відповідати Державним освітнім стандартам;
- зважати на специфіку навчання технічних дисциплін і фізики, що потребує не тільки запам'ятовування великої кількості навчального матеріалу, але і розуміння цього матеріалу, а також навичок виконання завдань;
- давати можливість використання різних форм тестування.

Вочевидь необхідно використовувати як відкриту, так і закрити форму тестових завдань. Найприйнятнішим варіантом закритої форми є тести з використанням формулювань фізичних законів і основних визначень, що мають щонайменше чотири варіанти відповідей, а також тести на розуміння матеріалу з пропозицією випробовуваному вибрати закінчення запропонованої фрази. Відкриту форму можна використовувати для перевірки навичок розв'язання задач, а для перевірки знань формул можуть бути застосовані обидва види тестів. Така модель тестування має певні переваги:

- комплексний підхід і швидкість оцінювання знань (перевіряється не тільки рівень теоретичних знань, але і вміння користуватися довідковим матеріалом і застосовувати ці знання для розв'язання задач);
- запропонована система тестування є багаторівневою;
- поділ завдань за розділами дозволяє отримати статистику рівня знань для кожного з розділів і у разі незадовільних відповідей можна вносити відповідні зміни у навчальні програми — наприклад, змінювати кількість годин, що відводиться на навчання відповідного розділу;
- у разі потреби можна детальніше оцінити причини незадовільних відповідей за конкретним розділом.

Це дозволить визначити, які конкретні закони, визначення, об'єкти, процедури і технології недостатньо засвоєні студентами, і надалі приділяти їм особливу увагу при викладі навчального матеріалу [348].

Висновки до розділу 3

У процесі проектування досліджуваної методичної системи констатовано, що системоутворювальним чинником у ній є процес формування ТКМІ.

Ґрунтуючись на засадах застосування системного підходу до побудови методичних систем нами було визначено, що функціональними компонентами моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ

відповідно до її функцій (соціальної, функції керування, наукової, аксіологічної, діагностичної та рефлексивної), є: концептуально-цільовий, змістово-проблемний, організаційно-технологічний, моніторинговий, результативно-критеріальний та блок коригування.

Для з'ясування психолого-педагогічних умов функціонування проектованої нами методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням КОСФЕ, було проведено аналіз методик психолого-педагогічної експертизи і розроблено комплекс вимірників, основою якого є система психодіагностичних параметрів (широта, інтенсивність, ступінь усвідомлення, узагальненість, емоційність, домінантність, когерентність, соціальна активність, мобільність, стійкість).

У ході дослідження показано, що комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище є сукупністю умов, які сприяють процесам навчальної взаємодії між викладачем, студентами і засобами ІКТ, а також активізують пізнавальну активність суб'єктів навчання за умови активного і систематичного наповнення і оновлення компонентів середовища. Було з'ясовано, що дієвість методичної системи формування ТКМІ із використанням КОСФЕ визначається комплексом організаційно-педагогічних умов, до яких належать: організаційна та інформаційна підтримка методичної системи на рівні кафедр і вищого технічного навчального закладу в цілому; сучасне матеріально-технічне забезпечення навчального процесу з використанням натурального експерименту й ІКТ; розроблений і систематично актуалізований навчально-методичний комплекс, в тому числі й електронний; компетентні й підготовані педагогічні кадри; студенти, які мають достатній для здобуття вищої технічної освіти рівень базової підготовки й мотивації для здійснення навчальної діяльності.

Показано, що в якості критеріїв сформованості ТКМІ з використанням КОСФЕ доцільно обирати відповідно до її компонент *ціннісно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний та рефлексивно-аналітичний*.

Обґрунтовано, що для визначення рівня сформованості ТКМІ доцільно використовувати індикаторний метод, в основу якого покладено добір виваженого числа показників індикаторів, зміст і кількість яких доцільно добирати з використанням методу експертних оцінок.

Беручи до уваги те, що ступінь сформованості ТКМІ як особистісно-професійної якості повинен розрізнятися за рівнями, запропоновано і показано оптимальність використання *емпірико-репродуктивного* (початкового), *теоретико-алгоритмічного* (середнього), *творчого* (високого) рівнів сформованості ТКМІ.

Засвідчено, що виявлений рівень сформованості ТКМІ детермінує траєкторію коригування методичної системи, яка може здійснюватися через коригування особистого навчального плану студента або через коригування компонент системи.

Результатом створення концептуальної моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, яка має всі необхідні системні ознаки (мету як системоутворювальний чинник, структурність, цілісність та інтегративність, ієрархічність, множинність, наявність функціональних зв'язків),

був висновок про необхідність розроблення методики її використання в процесі навчання технічних дисциплін і фізики, що й було покладено в основу наступного етапу дослідження.

Основні висновки і результати, які було розкрито у третьому розділі дослідження, висвітлено у наступних працях: [REF _Ref417635579 \r \h 344], [REF _Ref417635599 \r \h 354], [REF _Ref414268260 \r \h 360], [REF _Ref414269769 \r \h 363], [REF _Ref414638716 \r \h 370], [REF _Ref414638583 \r \h 372], [REF _Ref415896633 \r \h 373], [REF _Ref414802146 \r \h 493], [REF _Ref417636222 \r \h 494], [REF _Ref414278432 \r \h 495].

РОЗДІЛ 4

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У розділі викладено практичні аспекти впровадження розробленої моделі методичної системи в навчальний процес вищих технічних навчальних закладів; досліджено організаційно–технологічні особливості та наведено приклади функціонування методичної системи на різних етапах формування ТКМІ; показано особливості електронних документів лабораторної звітності.

4.1. Комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту в освітньому середовищі технічного університету

На підставі висновків, отриманих у третьому розділі, що стосуються прогнозованої ефективності використання КОСФЕ у методичній системі формування ТКМІ, нами було проведено аналіз особливостей змісту і організації фізико–технічних лабораторних практикумів, а також відповідного програмно–апаратного забезпечення, яке входить до складу КОСФЕ.

Ретроспективний аналіз науково-педагогічної літератури показав, що роль і значення лабораторного практикуму переглядалися вченими відповідно до змін, які відбувалися у процесі формування постіндустріального суспільства. Так, метою практикумів, розроблених до 90–х років минулого століття, було:

- розкриття зв'язку теорії і практики на основі експериментальних досліджень у спеціально обладнаних приміщеннях;
- формування навичок роботи з обладнанням;
- практичне засвоєння найважливіших методів вимірювання;
- навчання компетентному проведенню експерименту [14, 47].

Лабораторні практикуми у технічному університеті є навчальними науковими дослідженнями і містять такі характерні компоненти як проблема, гіпотеза та її перевірка, інтерпретація результатів та висновки, а також характеризуються відповідними етапами [20].

Традиційний підхід до визначення мети, завдань, методів і засобів виконання та прогнозування здобутих результатів лабораторного практикуму, який сформувався у вищій технічній освіті упродовж ХХ ст. має фундаментальні ознаки. До набутих студентом навичок у цьому випадку належать такі:

а) *знання*: способів і методів постановки експерименту; елементів конструкцій експериментальних установок, принципів дії і характеристик приладів; методики вимірювань й опрацювання результатів і похибок вимірювань;

б) *уміння і навички*: визначати склад і проводити вимірювання фізичних величин; опрацьовувати результати вимірювань з урахуванням похибок; аналізувати результати експерименту і робити висновки стосовно реалізації мети лабораторної роботи; регулювати і налагоджувати просте лабораторне обладнання; практично застосовувати фундаментальні закони на практиці.

Починаючи з середини 80-х років здійснюється упровадження диференційованого підходу у навчанні студентів, а увага методистів усе частіше зосереджена на підвищенні пізнавальної активності і здатності до творчості, зокрема майбутніх інженерів. Так, у роботі за редакцією Л. Л. Гольдіна (1983 р.) зазначається, що «кожна робота містить теоретичну частину, опис експериментальної установки і завдання, ... рекомендації щодо методів опрацювання та подання результатів. Велика кількість робіт, включених до книги дає можливість викладачам варіювати їх добір відповідно до успішності і особистих нахилів студентів» [308].

У педагогічних дослідженнях кінця 80-х – початку 90-х років усе частіше зустрічаються думки про те, що існуючі на той час інструкції до лабораторних робіт укладені у такий спосіб, що не викликають утруднень при їх виконанні студентами, що мають різний рівень підготовленості, тобто орієнтовані фактично на «середнього студента», недостатньо розвивають технологічне мислення. Методика проведення лабораторних занять відповідно до єдиного шаблону, закладеного у методичних вказівках, призводить до «успішного» виконання студентом роботи, яке у багатьох випадках супроводжується відсутністю усвідомлення значення і суті проведеного експерименту. Однак, педагогічні практика і досвід вказують на те, що тільки лабораторні роботи *проблемного* змісту найефективніше розвивають здатність до творчості та практичні навички, необхідні для успішної професійної діяльності у майбутньому [20]. Навички, які при цьому формуються, відносяться до дослідницьких: розгляд поставленої задачі (дослідницької проблеми) у цілому; самостійне виокремлення мети і проміжних експериментальних завдань; оцінювання і пошук оптимальних методів й етапів розв'язання поставленої задачі; планування експерименту; реалізація обраної експериментальної методики; оцінювання її інформативності і точності.

Водночас почав розвиватися інший напрям розвитку методології лабораторного практикуму, пов'язаний із важливістю його професійної спрямованості та інтеграції з персональним комп'ютером, як, наприклад, віртуальні лабораторні роботи [53]. У праці [20] зазначається, що «у системі видів занять з вивчення студентами навчального матеріалу, і особливо у їх практичній і методичній підготовці до майбутньої професійної діяльності, лабораторний практикум відіграє особливу роль», тому пропонувані у посібнику роботи «здебільшого носять науково-дослідницький характер, передбачають можливість розширення завдань з використанням комп'ютерів».

У переважній більшості лабораторні роботи плануються як доповнення до лекційного матеріалу. Однак вони мають посилювати концептуальне розуміння навчального матеріалу [463]. Аналіз літературних джерел указує на те, що часто роль і мета лабораторних робіт є недостатньо визначеними (особливо у свідомості студента). У процесі переходу до особистісно орієнтованої парадигми у навчанні мета лабораторного практикуму зосереджується на таких основних аспектах:

– практичне підтвердження теорії об'єкта дослідження (знання теорії досліджуваних процесів, вміння порівнювати з нею явища, що спостерігаються);

– формування і розвиток: практичних навичок роботи з приладами у процесі дослідження певних фізичних об'єктів (знання правил роботи з приладами, вміння вимірювати різноманітні фізичні величини, оцінювати точність результатів експерименту); здатності до самостійної контрольованої творчої діяльності; дослідницьких умінь, як основи подальшої науково-дослідної роботи майбутнього інженера.

Будь-які методики побудови, організації навчального процесу ґрунтуються на загальних принципах дидактики [72]. Ці положення у застосуванні до методології лабораторного практикуму можуть бути трансформовані і визначені таким чином:

- позитивна мотивація і зацікавленість студента у проведенні експериментальних досліджень, що ґрунтується на усвідомленні їх цінності у майбутній професійній діяльності;
- зв'язок практикуму із техніко-технологічною картиною світу;
- поєднання доступності та науковості;
- урахування спільності методів наукового і навчального пізнання;
- зв'язок практикуму з лекційним курсом, що робить технічні дисципліни пов'язаними з фактичними матеріалами, ілюструє ідеї і поняття, поєднує і протиставляє теоретичні ідеї та їх емпіричну (дослідну) перевірку;
- орієнтація на формування дослідницьких навичок;
- професійна спрямованість практикуму;
- диференційований підхід до постановки лабораторних робіт та їх частин залежно до рівня здатностей, умінь і підготовленості студентів.

Аналіз літературних джерел показав, що на думку дослідників лабораторні дослідження студентів повинні зсунутися від строгої адгезії з готовими лабораторними інструкціями до пошуку методів відповіді на реальні технологічні задачі або проблеми, що неодмінно зумовлюватиме розвиток глибоких знань технічних дисциплін, позбавить формалізму, сприятиме глибокому розумінню теоретичного матеріалу.

На етапі проектування лабораторних робіт, перш за все, потрібно визначити їх дидактичну мету. Тут можна виділити чотири стилі лабораторних інструкцій:

- описовий: результат – визначений, підхід – дедуктивний, процедура (алгоритм) – наперед задана;
- евристичний: результат – визначений, підхід – індуктивний, процедура (алгоритм) – наперед задана;
- проблемно орієнтований: результат – визначений, підхід – дедуктивний, процедура (алгоритм) – генерується студентом;
- дослідницький: результат – не визначений; підхід – індуктивний; процедура (алгоритм) – генерується студентом.

Ефективність і доцільність кожного зі стилів залежить від поставленої навчальної мети, а головне, що отримують студенти від застосованих стилів лабораторних інструкцій, – це навички і способи мислення, упевненість, розуміння того, як може бути використаний експеримент та інтерпретовані його результати.

Компетентнісна орієнтація освіти спонукає до перегляду існуючих, пошуку і впровадження нових підходів до організації лабораторного практикуму. Розглянемо найефективніші з них.

Професійна і практична спрямованість лабораторних робіт спонукає до формування стійкої позитивної мотивації, усвідомлення цінності навичок експериментування і, як наслідок, викликає інтелектуальну і пізнавальну зацікавленість та навчальну активність. Лабораторні завдання, запропоновані авторами [331], являють собою технічні задачі, які ґрунтуються на фундаментальному знанні. Запропонована методика передбачає початкове детальне ознайомлення студентів з прикладом поетапного розв'язання такої проблемної відкритої задачі. Надалі виконання лабораторної роботи включає додаткове техніко–технологічне завдання, яке має бути оформлене і захищене. Така методика проведення лабораторного практикуму розвиває зокрема критичне мислення, навички роботи з технічною літературою, стимулює пізнавальну активність.

Особистісно орієнтовані технології в організації лабораторного практикуму ґрунтуються на ідеї створення оптимальних умов для якнайширшого прояву і відповідного розвитку особистісних якостей майбутніх інженерів, серед яких ключовими є здатність до самоосвіти і самореалізації своїх творчих можливостей. Особистісно орієнтовані технології включають не тільки врахування індивідуальних особливостей студентів, а й такий тип організації навчального процесу, який забезпечує максимальну взаємодію суб'єктів пізнавальної діяльності. Становлення майбутнього інженера як особистості відбувається уже упродовж першого курсу, тому саме у цей період важливим є застосування відповідних особистісно орієнтованих методик, які також включають розвиток міжособистісних компетенцій таких як, наприклад, досвід і навички роботи у команді, обговорення, тайм–менеджмент інженерної діяльності.

У ході проведення дослідження було з'ясовано, що лабораторний фізико–технічний практикум нині – це методичний комплекс з власними елементами технологій, програмним забезпеченням та прогнозованими методами вдосконалення, що дає змогу:

- інтенсифікувати освітній процес за рахунок економії часу, який витрачався на рутинні обчислення;
- проводити аналіз, опрацювання і наочне представлення результатів з використанням різноманітного програмного забезпечення;
- ефективно використовувати багатофункціональність і модульність вимірювальних комплексів з метою збільшення кількості завдань, виконуваних на одній установці;
- реалізувати особистісно орієнтовану технологію навчання на основі диференційованого підходу тощо.

Використання інформаційних технологій у лабораторному практикумі, в якому присутній натурний експеримент, є формою інформаційно–навчального середовища (див. п.3.2), яке скеровує навчальний процес у напрямку помітної активізації пізнавальної діяльності, особливо за умови, вдалого поєднання на

певних етапах з традиційною методикою навчання (традиційним лабораторним експериментом).

Аналізуючи особливості КОСФЕ як виду інформаційно-навчального середовища, нами було виявлено багатовимірність, інтегрованість і структурованість взаємозв'язків між просторово-матеріальною, інформаційно-технологічною та соціально-особистісною її компонентами, а також помітну кореляцію з формуванням компонент (когнітивної, операційно-дільнісної, рефлексивно-аналітичної, ціннісно-мотиваційної) досліджуваної нами ТКМІ.

Аналіз можливостей інформаційних технологій у колективній праці [20] дав можливість виокремити такі їх функції у лабораторному практикумі:

- інформаційну (засіб пошуку довідникових матеріалів, опису робіт, моделювання конкретних задач, тестового моніторингу навчальних досягнень);
- опрацювання числових результатів експерименту (програмні засоби різноманітних розрахунків і візуалізації даних);
- мультифункційного фізичного приладу.

Феномен формування нового покоління, насиченого відомостями і даними, спонукає до ретельного вивчення всіх аспектів впливу сучасних технологій на становлення особистості того, хто навчається. Сучасні технології у галузі інформатики докорінно змінили методи здобування нових знань, і досить часто домінують в освітньому середовищі. Л. Л. Макаренко пропонує класифікувати ІКТ за такими групами: інформаційно-пошукові, демонстраційні, тренінгові, діагностування і тестування, контролюючі, експертні, комунікативні, обчислювальні, офісні, сервісні, управлінські, імітаційні, дозвіллеві [209].

М. В. Хохлова [427] визначає види навчальної діяльності, до яких можуть бути залучені інформаційні технології:

- здійснення реєстрації, збору, зберігання, опрацювання і передачі даних (відомостей) на базі локальних і глобальних мереж;
- організація високого рівня інтерактивної взаємодії між учасниками навчального процесу;
- здійснення моделювання об'єктів, явищ при вивченні закономірностей процесів мікро- і макросвіту, швидкоплинних або занадто повільних, або процесів, що потребують відшукання аналогій для кращого їх розуміння;
- функціонування лабораторних стендів на базі мікропроцесорної техніки;
- створення предметного віртуального середовища для тренінгу при підготовці до майбутньої професійної діяльності;
- автоматизація процесів контролю результатів навчальної діяльності;
- автоматизація процесів опрацювання результатів експериментів, у тому числі у реальному масштабі часу.

Як зазначає у своєму дослідженні І. Г. Захарова, використання комп'ютерно орієнтованих середовищ навчання, до яких належить використана нами КОСФЕ, дає значні можливості у досягненні педагогічної мети, пов'язаної з підготовкою майбутніх інженерів до самостійної продуктивної діяльності в умовах інформаційного суспільства:

- розвиток конструктивного, алгоритмічного мислення під час роботи з інформаційно–пошуковими системами, навчальними програмами, які надають чітко структуровані знання;
- розвиток творчого мислення на підставі зміни змісту репродуктивної діяльності, активізації пізнавального інтересу, виконання завдань дослідницького характеру;
- розвиток комунікативних здатностей у ході виконання спільних проєктів, ділових ігор, завдяки розширенню можливостей з використанням електронної пошти, відеозв'язку тощо;
- формування умінь прийняття оптимальних рішень і адаптації в ході комп'ютерних експериментів на основі моделюючих програм [117].

Класифікація комп'ютерних засобів навчання може бути багатомірною, якщо її здійснювати на різноманітних підставах (табл. 4. 1), таких, як мета навчання, форми організації занять; тип навчальної роботи; технічна база та ін.

Однією з найбільш деталізованих класифікацій є запропонована авторами [23]. Слід зазначити, що у нашому дослідженні були використані як традиційні, так і активні комп'ютерно орієнтовані методи навчання, це переважно електронне тестування, інтерактивне спілкування, спільна робота над проєктом, електронна переписка, спілкування в соціальних мережах, *SKYPE*– спілкування тощо.

Роль і значення лабораторного практикуму з технічних дисциплін і фізики без перебільшення можна назвати визначальною у формуванні світоглядного та інженерного мислення. Наявність відповідної матеріальної бази створює засади для розвитку практики інженерної діяльності майбутніх фахівців. Класи–студії наразі є дуже популярними у світі і дозволяють реалізувати навчання фізики на високому науковому рівні.

Постановка комп'ютерно орієнтованого лабораторного експерименту створює широкі можливості для формування технологічної компетентності майбутнього інженера, яка передбачає здатність і готовність до використання сучасних інструментальних засобів проведення дослідження, що передбачають також процес збирання, зберігання і передачі інформаційних ресурсів.

У процесі дослідження було доповнено перелік програмних засобів, які були запропоновані авторами [427], а результати подано у табл. 4.2.

Таблиця 4.1

Класифікація засобів навчання на основі ІКТ

<i>Ознака класифікації</i>	<i>Засоби навчання</i>
<i>За спрямованістю (змістом) навчальної дисципліни</i>	Природничі; технічні; гуманітарні
<i>За педагогічними завданнями</i>	Засоби теоретичної і технологічної підготовки: підручники, системи навчання і контролю; Засоби практичної підготовки: збірники задач, практикуми і тренажери; Допоміжні засоби: лабораторні практикуми; довідники, мультимедійні навчальні заняття;

	Комплексні засоби: навчальні і відновлювальні курси.
<i>За широтою охоплення навчального матеріалу</i>	Інтегральні та неінтегральні
<i>За рівнем освіти</i>	Шкільна освіта; середня і вища професійна освіта; підвищення кваліфікації
<i>За використанням телекомунікаційних технологій</i>	Локальні і мережні
<i>За формою подання відомостей, даних</i>	Мультимедійні і немультимедійні
<i>За характером моделі об'єкту або процесу, що вивчаються</i>	Такі, що використовують математичні, фізичні (програмно регульовані) моделі або пов'язані з реальними об'єктами
<i>За видом інтерфейсу користувача</i>	З традиційним графічним інтерфейсом користувача; з інтерфейсом, що використовує технологію віртуальної реальності
<i>За реалізацією інтелектуальних функцій</i>	Інтелектуальні Неінтелектуальні

Ю. П. Бендес до основних видів інформаційних комп'ютерних систем, які можуть бути використані при викладанні курсів фізики і технічних дисциплін відносить: електронні підручники; репетитори, електронні задачники; системи тестування; моделюючі програми; вимірювальні комплекси; комплекси дистанційного навчання; системи керування навчальним процесом; презентаційні, демонстраційні, мультимедійні матеріали; довідкові матеріали, енциклопедії [29].

Таблиця 4.2

Види програмних засобів, які використовуються в освітньому середовищі навчання технічних дисциплін

<i>Технологія</i>	<i>Програмні засоби</i>	<i>Призначення</i>
Опрацювання фізико-технічних даних (текстових, аудіо, відео)	MS Word, Writer, Adobe PageMaker, Microsoft FrontPage, Macromedia Dreamweaver, Adobe PhotoShop, Adobe Premier, Sound Forge, Adobe InDesign, Sony Vegas та ін.	Використовуються для створення, редагування, форматування, збереження і друку текстових даних, для підготовки web-сторінок, опрацювання зображень, відео- та аудіоданих
Табличних розрахунків	MS Excel, STATISTICA та ін.	Використовується для автоматизації процесу опрацювання табличних даних, виконання завдань з математичними операціями, що повторюються, опрацювання статистичних даних, графічного подання результатів опрацювання

		даних
Числових і аналітичних (символьних) обрахунків	Mathcad, MATLAB, Maple, Mathematica та ін.	Використовується для чисельного, аналітичного і графічного розв'язання фізико-технічних завдань, перевірки на розмірність кінцевих результатів
Моделювання	Компас-3D, AutoCAD, T-Flex, підсистеми Simulink та StateFlow пакету MATLAB, Lab-View, VisSim, Dymola, Omola, Modul Vision Studium, MultiSim, MicroCap, 3D max та ін.	Використовується для моделювання фізико-технічних процесів і явищ, моделювання електричних кіл
Програмування	Delphi, Visual Basic, TurboPascal, C++Builder, Java Script, Prolog та ін.	Використовується для моделювання фізико-технічних процесів і опрацювання даних

Створення студентами навчальних фізичних моделей з урахуванням зміни початкових умов та інших параметрів досліджуваної системи дає змогу повніше уявити фізичні процеси, значно підвищити зацікавленість, поглибити мотивацію навчання дисципліни та сприяє розвитку креативно-конструкторських, проектувальних та інших професійних здатностей [105, 85].

Значна кількість інформаційних ресурсів міститься у мережі Інтернет. Швидкість пошуку у мережі набагато більша ніж у бібліографічній базі. Тому працювати з *Web*-ресурсами й уміти їх створювати є першочерговою вимогою до сучасного викладача.

Дедалі реальнішим стає процес надання освітніх послуг на *дистанційному рівні*. Створення сайтів дистанційної освіти відповідно потребуватиме кадрового забезпечення консультантів, обізнаних у галузі *Web*-ресурсів та здатних підтримувати спілкування зі студентом на достатньому технологічному рівні. Вміння викладача мислити на інформаційній хвилі комп'ютерного забезпечення ставить його на рівень наставника і помічника у діалозі зі студентом з метою розширення його гностичного поля.

Дидактичне насичення курсу фізики сучасними програмними продуктами спонукало до розроблення нових методик проведення занять з їх оптимальним використанням.

Розглянемо класифікацію програмного забезпечення, придатного для проведення комп'ютерно-інтегрованого експерименту, яке є у вільному *Web*-доступі, щодо призначення, ефективності та доцільністю використання. Багато сучасних засобів поєднують у собі декілька функцій, що робить ці інструменти універсальними.

Як приклад варто зупинитися на програмному моделювальному засобі *Interactive Physics* [476]. Його визнано як своєрідний навчальний стандартний продукт у багатьох навчальних закладах світу. Основоположна ідея цього засобу – створення діючої математичної моделі фізичного об'єкта з мінімальними знаннями користувача будь-якої мови програмування чи алгоритму дії. *Interactive Physics* можна назвати об'єктно орієнтованим моделювальним середовищем. Візуалізація процесів пристосована під графічні зображення фізичних тіл, які використовуються для розв'язання фізичних задач. Площина моделювання все ж має певну «глибину», яка робить її вигляд як проекції об'ємної картини руху.

Модифікація цієї програми успішно використовується у вищих навчальних закладах та школах пострадянського простору під різними назвами, у якій є можливість конструювати навчальні модулі [109].

Як бачимо, інформатизація зміщує методичне забезпечення навчального процесу у напрямку раціонального перерозподілу функцій покладених на викладача, студента і комп'ютер. Проте це жодним чином не мінімізує значення жодного з учасників цього процесу. Створення нових методичних посібників (в основному, електронних), націлених на оволодіння новим програмним забезпеченням і вдосконалення умінь раціонально їх використовувати – це вимога нового освітнього середовища.

Зміни у *технологіях навчання* відбуваються синхронно з модернізацією інформаційних каналів. Крім модернізованих стандартних технологій навчання, були створені і нові технології дистанційного навчання. Закон щорічного подвоєння потоку інформаційних даних спричинив завчасну переорієнтацію педагогічних технологій виключно на формування вміння студента навчатися, тобто, передусім, *самостійно знаходити необхідні відомості чи дані*. Цей крок, однак, не виправдовується в умовах середньої школи. Чинник швидкості у процесі збирання інформаційних даних налаштовує суб'єкта навчання на пошук готової відповіді на проблемне запитання, а не на дослідження шляхів її логічного здобування. І тут проблема не в авторах технологій, а у тому, що комп'ютерно орієнтовані технології є багатофакторними і насамперед повинні спиратися на психологічні особливості особистості. Індивідуалізація є головною перевагою цих технологій, а тому вони мають бути виключно адаптивного характеру.

Сучасні програмні засоби істотно видозмінюють методи і форми навчального процесу з навчання технічних дисциплін, значно підвищити його якість. Аналіз джерел даних дає можливість виокремити кілька варіантів класифікації програмного забезпечення:

- засоби комунікації;
- засоби моделювання процесів і явищ;
- системи пошуку і передачі інформації;
- бази даних і експертно-аналітичні системи;
- програми навчання, тренування і контролю;
- програми для виконання досліджень і опрацювання їх результатів;
- інструментальні системи створення комп'ютерних середовищ навчання

– електронні навчальні матеріали, що містять гіперпосилання.

Б. С. Гершунський на основі принципу цільового призначення здійснив класифікацію педагогічних програмних засобів, поклавши в основу такі ознаки: керування, діагностики, демонстрування, генерування, здійснення певних операцій, контролю тощо [64].

Розвиток сучасних освітніх середовищ можна визначити як епоху створення *комп'ютерних цифрових вимірювальних комплексів* або *цифрових лабораторій* [375], які пройшли тривалий період концептуального формування. Їх появу дослідники визначають як революцію у засобах пізнання: обчислювальна техніка стала засобом для вимірювання (оцінювання) фізичних величин. У будь-якій з них виділяються технологічні сегменти, які продовжують удосконалюватись: сприйняття зовнішніх даних сенсором, їх перетворення у цифровий сигнал, подальше опрацювання інформаційно-технологічним засобом і подання у зручній для суб'єкта пізнавальної діяльності формі, адаптованій до його попереднього досвіду – візуальній, табличній або графічній. Процесуальні засоби для розвитку дослідницьких якостей суб'єктів пізнавальної діяльності з використанням цифрових лабораторій містять інтерактивні фрагменти, гіперпосилання на мережні ресурси та імплантовані зразки вимірювальних операцій. У процесі формування цифрових вимірювальних комплексів важливо здійснити раціональний добір сенсорів, частоти (дискретизації) вимірювального процесу та програмного засобу, придатного для опрацювання здобутих у ході вимірювання даних. Зазначене загалом формує у ході виконання навчально-дослідницького завдання нове (цифрове) мислення суб'єкта пізнавальної діяльності.

У проведеному нами дослідженні з'ясовано, що цифрові вимірювальні комплекси – це нове покоління навчальних лабораторій, які забезпечують автоматизований збір і опрацювання даних, дозволяють відображати хід експерименту у вигляді графіків, таблиць, показань приладів. Проведені експерименти можуть зберігатися у реальному масштабі часу і відтворюватися синхронно з їх відеозаписом. Використання цифрових лабораторій дає можливість реалізувати міжпредметні зв'язки між технічними і фундаментальними дисциплінами, що значно підвищує мотивацію до навчання: освоювати поняття і методи, що відносяться до статистики, математики, інформаційних технологій, дисциплін професійного циклу. Навчальні дослідження з використанням такого обладнання характеризуються значним зменшенням рутинної роботи, пов'язаної зі збором даних, побудовою графіків, перенесенням акценту на інтерпретацію графіків і змін у графіках. Однак, використання цифрових лабораторій не є методично виправданим за відсутності у студента технічного університету стійких навичок збору і опрацювання даних експерименту, які формуються у традиційних спосіб (без відповідних програмно-апаратних засобів).

Відомо, що експериментування – важлива частина процесу навчання технічних і природничих наук, бо на його основі формуються уявлення про технічні процеси і природні явища, розвиваються навички висунення гіпотез і пошуку критеріїв істинності створених теорій.

Нами було досліджено розвиток дослідницьких якостей майбутніх інженерів в умовах виконання експериментально–пошукових завдань з використанням цифрових лабораторій провідних виробників навчальної техніки «PHYWE System GmbH» (Німеччина) [484], «Fourier Systems» (Ізраїль) [REF _Ref415897592 \r \h 472] та «ITM» (Україна) [REF _Ref379884651 \r \h 260], які можуть бути дослідницькою базою, обладнаною спеціалізованими вимірювальними пристроями для проведення лабораторного експерименту (як довготривалих практикумів, так і лекційних демонстрацій). Головною перевагою комплексів є оперативність опрацювання інформаційних ресурсів та максимальне спрощення вимірювальної практики. На особливу увагу заслуговує використання елементів стандартного комп'ютерного інтерфейсу для проведення лабораторного експерименту чи дослідження. Прикладом такого застосування є лабораторна робота з визначення руху тіла у полі сил тяжіння за допомогою програмного осцилографа та простого саморобного приладу, описаного у праці [429].

Розглянемо дидактичні можливості цифрових вимірювальних комплексів від виробника «PHYWE System GmbH» [484]. Особливу увагу нами було зосереджено на комп'ютеризованій системі *Cobra 4*. Цей вимірювальний комплекс складається з близько тридцяти різноманітних датчиків, які мають безпроводне з'єднання, інтуїтивно зрозумілу конструкцію, автоматично розпізнають і зберігають дані, вимірюють більше п'ятдесяти величин і легко з'єднуються між собою. Аналого–цифрові перетворювачі (АЦП) у цьому пристрої вмонтовано всередині корпусу. Для навчання технічних дисциплін і фізики оптимальним є використання таймерів, ультразвукових датчиків відстані, швидкості та прискорення, механічної сили, температури, тиску, напруги, сили струму, спожитої електричної енергії та потужності, індукції магнітного поля, рівня звуку, радіоактивного випромінювання та ін. Серед блоків *Cobra 4* є безпроводний інтерфейс ний модуль *WirelessManager* для передавання величин, виміряних датчиками, та USB пристрій *Wireless-Link*, який підключається до порту ПК для зв'язку з *Cobra 4* (Див. Дод.3).

Для опрацювання даних у дидактичному комплексі «PHYWE System GmbH» використовується потужне програмне середовище *Measure*, придатне для захоплення, візуалізації і опрацювання результатів вимірювання. Дані у цю програму можуть надходити від одного або кількох каналів і відображаються у вигляді таблиць і графіків. *Measure* інтегрований до модулів дидактичного комплексу «PHYWE System GmbH» та інтерфейсної системи *Cobra 4*.

Розглянемо основні функції програми *Measure*. Дані вимірювань реєструються у діалоговому вікні, яке має кнопки, що відповідають великій кількості параметрів експерименту, які можуть налаштовуватися. У ході експерименту з виділених каналів записуються дані, за якими можна зручно слідкувати за допомогою інструментів відображення даних. Перед експериментом можна провести калібрування вимірювального засобу або датчика приладу (за допомогою діалогового вікна задати умову початку експерименту).

Графіки можна масштабувати по осях і «підігнати» (узгодити) за допомогою відповідних улаштованих функцій. За допомогою мишки можна виконувати ряд дій з даними. Наявний також *zoom* (зміна масштабу), який спрощує функцію «підгону» графіка. За допомогою функції «виділення» можна диференціювати ту ділянку даних і графіку, яка необхідна для дослідження. Наявною є функція «вимірювання», яка дозволяє вимірювати відстані між точками на графіку. У *Measure* можливою є апроксимація даних, причому в інформаційному вікні висвічується рівняння лінійних функцій з відповідними коефіцієнтами. Можливим є також проведення аналізу Фур'є за допомогою функції у відповідній вкладці. Вкладка «синтез» можна за спектром відновити форму залежності сигналу від часу, тобто виконати дію, протилежну до аналізу Фур'є. Наявною є також апроксимація стандартними функціями (пряма, парабола, поліном 3, 4 і 5 степенів, синус, експонента, нормальний розподіл, розподіл Пуассона). За допомогою функції «згладжування» можна позбутися «шумів» на діаграмі. Також є можливість відображення кривих досліду через звукову карту комп'ютера. До додаткових функцій належить експорт даних (дані вимірювань можуть бути збережені у буфері, а потім – у вигляді файлу, а далі – оброблені за допомогою таблиць *Excel*, а зображення – за допомогою графічних редакторів). Функціональний генератор, який налаштовується за допомогою діалогового вікна, дає можливість генерувати вигляд очікуваної залежності для даних експерименту. Ця опція дозволяє порівнювати зареєстровані графіки з теоретичними кривими. Крім цього, під час вимірювань, які стосуються дослідження законів радіоактивного розпаду, за виміряними даними можна визначити період піврозпаду досліджуваної речовини, або товщину шару половинного ослаблення (наявною є відповідна опція).

За допомогою опції «графік проміжку» можна отримувати дані у вигляді гістограми. Графік вимірювання перетворюється у діаграму ймовірностей. Автоматично розраховується частота потрапляння вимірювань у певні ділянки осі ординат. Така функція є важливою, наприклад, для дослідження радіоактивності.

Потужне вимірювальне програмне середовище *Measure* може бути використане для відображення даних, отриманих за допомогою дидактичної рентгенівської установки *PHYWE*.

Зупинимося на деяких особливостях дидактичного комплексу від виробника «*Fourier Systems*» [472], цифрові лабораторії якого також було використано нами у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ. Зазначена цифрова лабораторія також має у своєму складі набір різноманітних датчиків, АЦП *NOVA LINK*, програмне забезпечення *MultiLab*, персональний комп'ютер або його аналог, наприклад, спеціалізований портативний комп'ютер *NOVA 5000* (Див. Дод. К)

Збирання і опрацювання даних у цій дидактичній системі здійснюється за допомогою програми *MultiLab* (аналог *Measure* у системі «*PHYWE System GmbH*»), яка призначена для спеціалізованого портативного комп'ютера *NOVA 5000*, що має вбудований реєстратор даних. Програма дозволяє збирати дані та відображати їх у ході експерименту; обирати різні способи відображення даних –

у вигляді графіків, таблиць, табло вимірювальних приладів; обробляти й аналізувати дані за допомогою майстра аналізу, імпортувати / експортувати дані текстового формату; вести журнал експериментів, переглядати відеозаписи попередньо записаних експериментів тощо. Наявною є можливість підключення чотирьох і більше датчиків (до восьми) одночасно. Збирання і опрацювання даних виконуються за допомогою інтуїтивно-зрозумілого інтерфейсу, аналогічного до програмного забезпечення *Measure*. Програма *MultiLab* дає можливість вимірювати швидкість та прискорення за допомогою датчиків – фотоворіт і майстра синхронізації показів, що дозволяє значно розширити спектр виконуваних досліджень. Майстер аналізу виконує аналіз даних за певними функціями, серед яких модуль, додавання \arcsin , \arcsin , \cos , різниця, похідна, ділення, обвідні (верхня і нижня), експонента, перетворення Фур'є, частота, інтеграл, кінетична енергія, лінійна функція, натуральний і десятковий логарифми, добуток, квадратична функція, обернена величина, синус, тангенс, квадрат, квадратний корінь, віднімання.

Журнали – це інтерактивна бібліотека *MultiLab*, що складається з довідників проведення експерименту, які відкриваються у форматі *Web*-сторінки. Кожен журнал містить шаблон експерименту, що дозволяє автоматично налаштувати *MultiLab* одним натисканням кнопки. Наявною є функція керування реєстратора *NOVA 5000* з персонального комп'ютера, що дозволяє використовувати повний спектр можливостей аналізу даних і ширше долучати графіку та відео.

Спеціалізований портативний комп'ютер *NOVA 5000* дозволяє набувати досвіду збирання даних із використанням новітніх технологій та застосуванням основних методів математичного аналізу та моделювання (Див. дод. К). При цьому широко застосовують конструктивістський підхід, відповідно до якого навчання є активним, контекстуалізованим процесом саме побудови, а не здобуття знань. Знання будуються на засадах особистого досвіду та припущень у галузі науки про навколишнє середовище. Студент через реєстрацію даних, отриманих у ході проведення дослідів, усвідомлює положення та закони природничих наук, а отримані дані застосовуються для вивчення властивостей основних математичних функцій. *NOVA 5000* дає змогу виконувати широкий спектр досліджень, які інтегрують реальний світ із математикою, надаючи можливість збирати дані і тлумачити їх мовою математики [113]. Деякі завдання сфокусовані на вивченні основних математичних функцій, що становлять частину загального курсу математики: лінійної, квадратичної, степеневої, показникової, синусоїдальної, логарифмічної, функції перетворення Фур'є тощо.

Слід зазначити, що застосування зазначених вимірювальних комплексів може супроводжуватися використанням програмного забезпечення з відео аналізу даних: *Tracker*, *Data Point* тощо.

Нами було досліджено дидактичні можливості *тепловізорів* – приладів, які здатні «бачити» інфрачервоне або теплове випромінювання. В основу принципу дії тепловізорів покладено двомірне перетворення теплового випромінювання від об'єктів і місцевості або фону на видиме зображення, що є однією з вищих форм перетворення та зберігання даних. Наявність у полі зору реєстрованого

теплового контрасту дає змогу спостерігати на моніторі напівтонові чорно-білі або адекватні їм «псевдокольорові» зображення. Застосування в експериментальних дослідженнях тепловізора дозволяє отримати якісно нові відомості про температурне поле різноманітних поверхонь. Для опрацювання результатів вимірювань прилад супроводжується відповідним програмним забезпеченням.

Для вибраних лабораторних експериментів нами використано тепловізор Fluke®Ti9, який придатний для користувачів початкового рівня і має власне програмне забезпечення [471]. З метою отримання зображення прилад наводять на потрібну ділянку, і після натиснення кнопки, спостерігають теплову картину (Див. Дод. Л).

Зображення, отримане за допомогою тепловізора з роздільною здатністю 160× 120 пікселів, дозволяє детальніше спостерігати процес. Це дає можливість прискорити, наприклад, виконання огляду, ремонту та перевірки електричного і електромеханічного устаткування і допомагає продовжити термін служби устаткування, запобігти пожежі, яка може бути викликана несправностями електрообладнання. Тепловізор *Fluke Ti9* міцний і зручний у використанні, має ступінь захисту класу IP54: водо- і пилонапроникний, витримує падіння з висоти 2 метрів.

Однак, слід зазначити, що використання засобів ІКТ у системі фізичного експерименту і навчальному процесі взагалі супроводжуються певними дидактичними небезпеками, серед яких [108, 116, 161]:

- способи діяльності у комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі часто виявляються незастосовними у процесі оперування матеріальними складовими фізичного експерименту, оскільки «модельний фізичний експеримент не може повністю замінити експеримент натурний через різні кінестетичні навички діяльності» [161];
- математичні засоби опрацювання інформації з використанням ІКТ без розуміння суб'єктом навчальної діяльності змісту математичних методів є причиною неправильної інтерпретації результатів обчислень;
- модельний фізичний експеримент утруднює уявлення про можливості перебігу реального процесу;
- можливість автоматизованої графічної побудови результатів експериментального дослідження потребує у студента спеціальних навичок розпізнавання змісту створеного образу;
- автоматизоване опрацювання результатів експерименту потребує змістової і структурної перебудови лабораторних інструкцій;
- навчальне середовище з використанням ІКТ потребує від суб'єкта навчання певних навичок, необхідних для управління відповідними засобами;
- наявність вільного доступу до контекстної проблемно орієнтованої інформаційної підтримки не завжди сприяє засвоєнню фактичного матеріалу курсу [161].

Наведемо короткі відомості про концепцію постановки деяких лабораторних робіт з використанням можливостей лабораторного обладнання і

програмного забезпечення, коментарі до яких розміщено на [376] і описано у праці [493].

1. *Дослідження реактивного руху на основі динамічного трека.* Перевірка закону збереження імпульсу при взаємодії двох тіл змінної маси. *Обладнання:* динамічний трек, цифровий таймер з фотороторами, додаткові вантажі. *Вимірюється:* час проходження повз фоторотора і відстань. *Розраховуються:* миттєві швидкості, імпульси.

2. *Дослідження електромагнітного гальмування на основі динамічного трека* *Обладнання:* динамічний трек, каретка з електромагнітним гальмом, датчик відстані, програмне забезпечення *MultiLab*. *Вимірюються:* безпосередньо залежність координати і швидкості каретки від часу. *Розраховуються:* ці ж залежності за допомогою *MultiLab* з використанням методів математичної

$$v = f(t^2) \quad x = f(t^4)$$

інтерполяції. *Отримується:* ; .

3. *Дослідження властивостей гіроскопа.* *Обладнання:* набір *PHYWE* (модель гіроскопа, фоторотора, вантаж). *Досліджуються:* момент інерції гіроскопа через вимірювання кутового прискорення; момент інерції гіроскопа через вимірювання частоти обертання гіроскопа і частоти прецесії; залежність між частотою прецесії та частотою обертання гіроскопа, залежність частоти прецесії від обертального моменту, та залежність між частотою нутації і частотою обертання гіроскопа.

4. *Визначення швидкості звуку у повітрі і твердих тілах.* *Обладнання:* цифровий вимірювальний комплекс *Cobra 3*, вимірювальний мікрофон, металеві стрижні, підставки, з'єднувальні провідники, металевий контактний молоточок, рулетка, комп'ютер, програмне забезпечення *Measure*. *Вимірюється:* швидкість поширення звуку у повітрі.

5. *Вимірювання перевантаження під час стрибка.* *Обладнання:* цифровий вимірювальний комплекс *Cobra 4*, реєстратор прискорення. *Програмне забезпечення:* *Measure*. *У* ході роботи будується графік зміни ваги тіла з плинном часу. *Обчислюється:* перевантаження за різних рухів тіла (відштовхування, політ, приземлення).

6. *Дослідження характеристик дифузії і внутрішнього тертя повітря.* *Обладнання:* ділильна воронка, корок, набір градуйованих капілярів, трійник, силіконові з'єднувальні трубки, склянка, цифрові терези, реєстратор абсолютного тиску, *NOVA LINK*, персональний комп'ютер, секундомір, штатив, вода; програмне забезпечення: *MultiLab*. *Вимірюються:* різниця тисків на вході та виході капіляра, маса води, час витікання. *Обчислюються:* об'єм повітря, який пройшов через капіляр, в'язкість повітря, довжина вільного пробігу молекули, коефіцієнт дифузії.

7. *Дослідження електролізу води і роботи паливного елемента.* *Обладнання:* установка для електролізу води та дослідження роботи паливного елемента, лампа розжарення, блок живлення, реєстратор струму, реєстратор напруги, *NOVA LINK*, з'єднувальні провідники, персональний комп'ютер; програмне забезпечення *Multiplan*. *Вимірюються:* сила струму у процесі електролізу, об'єм утворених газів, час, сила струму та напруга при роботі паливного елемента,

об'єм витрачених газів. Обчислюються: електрохімічний еквівалент водню та кисню, заряд електрона, коефіцієнт корисної дії і потужність паливного елемента

8. *Дослідження магнітного поля Землі.* Обладнання: компас, штатив, реєстратор магнітного поля, логер *NOVA LINK*, персональний комп'ютер; програмне забезпечення – *MultiLab*. Вимірюються: індукція магнітного поля Землі, магнітне схилення.

Отже, проведене дослідження показало, що сучасне лабораторне обладнання відкриває перед студентами можливість не тільки якісного традиційного лабораторного експерименту, а й дослідження поза його методами, у яких студенти самостійно вибирають дослідження, проектують його і виконують у міні групах.

4.1.1. Електронний документ лабораторної звітності

Чимало педагогічних досліджень присвячено розробленню методичних основ проектування, створення та використання мультимедійних навчальних програм та мультимедійних навчальних комплексів [26, 34, 278]. Питанням інтеграції фундаментальних і дисциплін з інформаційних технологій присвячено багато науково-практичних конференцій на просторах як СНД, так і у світі у цілому.

На відміну від звичайного (паперового) посібника електронний навчальний посібник (ЕНП) здатний до імітації деяких аспектів діяльності викладача. Недолік його виключного використання тільки на комп'ютері компенсується такими очевидними перевагами як швидкий пошук необхідних відомостей, компактність тощо. ЕНП створюється з використанням ІКТ та істотно відрізняється зокрема наявністю таких дидактичних особливостей:

- ЕНП розміщується на компактному носії, тому нові знання можна отримувати практично у будь-який час і у будь-якому місці (за наявності мережі Інтернет);
- наявна висока швидкість подання інформації та її отримання (мінімальний час доступу до будь-яких даних);
- наочність в ЕНП значно вища, ніж у друкованому носії (аудіо- та відеоматеріали, анімовані ілюстрації, інтерактивні моделі та елементи, завдання для перевірки знань в інтерактивному режимі тощо);
- можливість проводити експерименти за допомогою віртуальних моделей у випадках, коли реальні досліди провести досить складно або неможливо;
- наявність системи самостійної організації навчальної діяльності, контролю знань;
- можливість реалізації індивідуальної траєкторії навчання;
- ЕНП за своєю структурою є відкритою системою, його можна доповнювати, коригувати і модифікувати у процесі експлуатації;
- елементи ЕНП можна використовувати на аудиторних заняттях, у самостійній роботі і підготовці до різноманітних видів контролю [23].

Нами було з'ясовано, що в ЕНП виокремлюють чотири основні частини: змістову, процесуальну, керувальну і діагностичну. Змістова частина підручника

включає пізнавальний і демонстраційний компоненти; процесуальна частина – моделювальний, контрольний компоненти і компонент закріплення. Пізнавальний компонент спрямований на передавання знань до того, хто навчається, як правило, це текстові дані. Демонстраційний компонент підтримує і розкриває змістовий компонент, який дозволяє застосовувати знання до розв'язання практичних задач. Контрольно–закріплювальний компонент визначає ступінь засвоєння матеріалу, що вивчається. Керувальна частина є програмною оболонкою ЕНП, здатною забезпечувати взаємозв'язок між його частинами і компонентами. Діагностична частина зберігає статистичні відомості про роботу з конкретними програмами.

До складу ЕНП входить також додаткова література, відомості про авторів; глосарій; система довідок про керувальні елементи; система управління ЕНП (елементи управління, які мають не очевидну і не дуже зрозумілу символіку, повинні забезпечуватися підказками, що спливають); кнопки переходу (зі змісту на початок тем, на наступну і попередню сторінку; повернення у зміст; виклику підказки; гіперпосилання для виведення на екран ілюстративного матеріалу).

Технологія створення ЕНП досить трудомістка і включає такі етапи [45]:

1. *Визначення мети розроблення.* Відправною точкою у створенні ЕНП є дидактичні цілі і завдання, для досягнення яких використано інформаційні технології.
2. *Розроблення структури.* Розглянемо її на прикладі створення ЕНП «Фізика . Модуль 5. Оптика» для студентів технічних спеціальностей [419]. Посібник складається з наступних навчальних елементів (НЕ) курсу загальної фізики для вищих технічних навчальних закладів:

- НЕ 1. Електромагнітні властивості світла. Геометрична оптика.
- НЕ 2. Інтерференція світла.
- НЕ 3. Дифракція світла.
- НЕ 4. Поляризація світла.
- НЕ 5. Взаємодія електромагнітних хвиль з речовиною.
- НЕ 6. Лабораторні роботи.
- НЕ 7. Індивідуальні домашні завдання. Список літератури.
- НЕ 8. Довідникові таблиці.

Кожний розділ навчального модуля містить такі компоненти: 1) навчальний матеріал з розділів; 2) запитання та завдання для самоконтролю; 3) завдання (прикладні розв'язування задач, аудиторні задачі); 4) інтерактивні моделі фізичних процесів; 5) інструкції до виконання лабораторних робіт (класичні, інтерактивні, комбіновані). Контрольні завдання для індивідуального виконання слугують засобом моніторингу процесу навчання фізики.

Всі розділи курсу та їх компоненти взаємопов'язані, містяться у спільній програмній оболонці. Кожний компонент у вказаних розділах ЕНП є доступним для користувача з будь-якого іншого компонента.

3. *Розроблення змісту за розділами і темами.* Поняття про зміст ЕНП є частиною поняття змісту освіти, під яким розуміють систему знань, умінь, навичок і компетенцій, що їх узагальнюють. Під час розроблення змісту навчальний матеріал розподіляється таким чином: а) за ступенем складності

сприйняття; б) за ступенем складності подачі. У процесі виконання роботи особлива увага приділяється виділенню: основного навчального матеріалу; другорядних елементів у вивченні навчального матеріалу; зв'язку з іншими темами навчального курсу.

4. *Підготовка матеріалу.* Матеріал ЕНП – це розподіл змісту навчального курсу і його процесуальної частини у межах програмних структур різного рівня і призначення. Демонстраційна частина містить матеріал, який потрібно подати на екрані монітора для розкриття змістової частини. Програмні структури різного рівня – це компоненти мультимедійних технологій. Використання цих засобів має цілеспрямований характер: для активізації зорової пам'яті, для розвитку пізнавального інтересу, підвищення мотивації навчання. Починати роботу слід з підбору матеріалу, який найбільше потребує комп'ютерного подання.

5. *Програмування.* Будь-яке розроблення програмного забезпечення включає завдання проектування діяльності майбутнього користувача створюваної системи. Залежно від визначеної мети розроблення обирається вид електронного носія для підручника і мова програмування, що враховує вид носія.

У структурі сторінок підручника вирізняють:

- одне або декілька текстових полів, причому текст може включати невеликі графічні вставки (невеликі анімаційні ілюстрації, формули, графіки, таблиці тощо), містити гіперпосилання, шрифтові та кольорові виділення та ін.;
- область для розміщення елементів управління на сторінці (кнопки переходу на попередню сторінку, подальшу сторінку, на зміст, кнопка виклику підказки);
- великі ілюстрації, інтерактивні моделі та таблиці, що відносяться до тексту сторінки, які або зберігаються у ресурсах підручника (якщо вони викликаються на екран з різних сторінок підручника), або розташовуються на інших сторінках підручника; їх відображення на екрані відбувається через гіперпосилання у тексті або за допомогою спеціальних кнопок на текстовій сторінці.

Особливої уваги потребує конструювання системи самоперевірки ЕНП, яка має максимально охоплювати зміст даного підручника. Тестові запитання і варіанти відповідей на них повинні бути зрозумілими за змістом.

Нами було з'ясовано, що ЕНП можна вважати сучасним засобом навчання, якщо він задовольняє таким вимогам [231]: науковість, доступність, системність, наочність; модульність, послідовність, інтерактивність, наявність засобів оцінювання; наявність інформації різного ступеня складності, глибини і професійної спрямованості, достатність матеріалу для самостійного добору студентом завдань для самостійної роботи, закріплення і засвоєння матеріалу; різний ступінь деталізації матеріалу з урахуванням різного рівня здібностей студентів і темпів навчання.

Прикладом одного із широко вживаних засобів, на платформі яких можна розробляти індивідуальний навчальний курс, є програмний продукт з відкритим вихідним кодом *Moodle* [326].

Комп'ютерно орієнтоване навчальне середовище з вивчення технічних і фундаментальних дисциплін у вищому технічному навчальному закладі складається з просторово-матеріальної і технологічно-процесуальної компонент . До першої з них відносяться комп'ютерні цифрові вимірювальні комплекси, а друга, як показало проведене нами дослідження, може бути реалізована через ЕДЛЗ, для яких передбачено можливість індивідуального завантаження на термінал користувача. Ці сучасні засоби для розвитку дослідницьких якостей суб'єктів пізнавальної діяльності з можуть містити інтерактивні фрагменти, гіперпосилання на мережеві ресурси, імплантовані зразки виконання операцій вимірювання, оброблення даних тощо. У процесі виконання навчально-дослідницького завдання, подання його результатів і спілкування з викладачем ЕДЛЗ формують інформаційно-технологічне мислення суб'єкта навчання [375].

Перевагами і особливостями технології навчання із застосуванням ЕДЛЗ є:

- більш раціональне використання навчального часу;
- відсутність паперової звітності;
- забезпечення диференційованого підходу у навчанні через можливість виконання завдання в індивідуальному темпі і об'ємі;
- спонукання до формування сумлінності і акуратності у представленні даних;
- розвиток інформаційно-технологічної компетентності і, як наслідок, підвищення рівня позитивної мотивації до навчання;
- наявність зворотного зв'язку, наприклад, через електронну пошту або інтерактивний кабінет;
- подання навчального матеріалу у техно-естетичній формі, що зацікавлює студентів новизною та вдало поєднується з класичним матеріалом з курсів природничих і технічних дисциплін.

Нагадаємо, що електронне спілкування є особливо важливим для організації дистанційного навчання, використовуючи його для:

- індивідуальної підтримки навчально-пізнавальної діяльності;
- управління (адміністрування) навчальним процесом;
- підвищення ефективності навчання на основі використання обговорення різного роду навчальних питань у організованих віртуальних групах, семінарах, вебінарах тощо.

Значну роль в існуванні інтересу до подібних електронних документів відіграє їх інтерактивний інтерфейс.

Нині технологія створення електронних документів з використанням флеш-засобів візуалізації даних є досить популярною. У мережі Інтернет заявлено чимало пропозицій програмних продуктів, на основі яких можна створити власну цифрову книгу – фліпбук (FlipBook, від англ. flip – перегортати, book – книга). Такі програмні продукти дають можливість отримати специфічне електронний документ у форматі 3D, який можна у подальшому використовувати як on-line журнал, e-книгу, e-газету, e-каталог або іншу публікацію у мережі Інтернет. До унікальних особливостей, анонсованих розробниками і які може оцінити користувач після завантаження у програму

довільного текстового матеріалу як файлу у форматі *.pdf*, належать: відчуття реалістичності гортання сторінок книги, що супроводжується відповідними візуальними і звуковими ефектами; комфортне читання з використанням властивості *zoom*; підтримка Ipad, iPhone й Android без втрати функцій; мульти-мова інтерфейсу, тобто автоматичне визначення і налаштування мови; можливості дизайну, які дають змогу надати індивідуальності кожному такому електронному документу (створення власного логотипу, варіанти прелоадерів, настроювання тем і ефектів тощо); медіа-можливості (вставлення звуку, відео, флеш-анімації, гіперпосилань, інтеграція із соціальними мережами). Більшість пропонованих продуктів є платними, хоча є й безкоштовні їх варіанти, у яких новостворену цифрову книгу (зошит) можна використовувати тільки on-line.

Нами було з'ясовано, що ЕДЛЗ можна створити на платформах відомих видавців [358]. Електронні протоколи лабораторних робіт, запропоновані на цьому ресурсі, можна відкривати за допомогою Інтернет-браузера, або завантажувати для перегляду на персональному комп'ютері.

Однак такі програмні продукти не дають можливості вийти за межі певних шаблонів, стандартів і створити особливу, не схожу на інші електронну книгу (зошит).

Розроблений нами продукт у форматі електронної книги (зошита), що є дидактичним елементом лабораторного практикуму з курсу загальної фізики і технічних дисциплін, поєднує інтерактивні елементи, візуалізацію процесів, можливості проведення розрахунків, реалізацію звітності, зворотний зв'язок з викладачем, а також має формат інтернет-сторінки, придатної для перегляду на різних комп'ютерах, з використанням різних браузерів, з можливістю викладення її у мережу.

Найважливіше питання, яке постає при створенні інтерактивного е-документа, – це вибір для програмування найбільш придатного середовища.

Аналіз структури ряду подібних між собою продуктів показав, що *Adobe Flash* є однією з популярних програм для розроблення мультимедійних об'єктів. Ця мультимедійна платформа дає можливість створювати різноманітні об'єкти, в тому числі й електронні книги, які можна зберегти у певних форматах, які будуть з легкістю відкриватись на різних комп'ютерах. Розроблювати інтерактивні електронні посібники можна також за допомогою мови розмітки гіпертексту такої, як *HTML*, що було використано у процесі дослідження. Оптимальною є реалізація електронного зошита (книги) як *Web*-сторінки, для якої у програмі *Photoshop* створюється оригінальний дизайн.

ЕДЛЗ було реалізовано за допомогою мови розмітки гіпертексту, каскадної таблиці стилів, мови *jQuery*, *Java*. Головний файл складався із мови розмітки гіпертексту *html*, а також файлів, які були з ним комутовані. Ці файли переважно містили в собі коди, за допомогою яких були реалізовані певні технічні аспекти електронного зошита.

Основними кодами були *index.html* (власне вигляд сторінок), *style.css* (прописування стилів сторінок). Програмні коди для гортання, для прелоадера та іншої анімації мали усі файли з розширенням «*.js*»; файли з розширенням «*.css*» використовуються для прописування стилів елементів.

Створення ЕДЛЗ являє собою процес, який складається з декількох етапів, програмні коди деяких з них наведено в Дод. М.

Еман 1. Лабораторний зошит повинен мати привабливий вигляд та бути зручним у використанні. Для створення дизайну зошита було обрано програму для графіки *Adobe Photoshop*. В даній програмі було створено дизайн майбутнього зошита, який надалі використовувався майже без змін. Цей готовий макет був зразком кінцевого продукту. Наступним кроком було розрізання макету на частини, які будуть відповідати, наприклад, за зовнішній фон, за фон зошита, за власне листок, що перегортається. Дані розрізані елементи було збережено у форматах, які займають якнайменше об'єму пам'яті та відображатимуться на інтернет-сторінці.

Еман 2. Після створення макету зошита та розрізання його на частини відбувається безпосередньо розбиття інтернет-сторінки за допомогою гіпертекстової розмітки. Інтернет-сторінка подається у вигляді окремих блоків, які будуть відповідати за певну область зошита. Головним завданням цього етапу було створення такої інтернет-сторінки, яка відображатиметься однаково у різних браузерах і буде досить швидко завантажуватися. Ця мета досягається вибором оптимального типу верстки, який у даному випадку був блочним, що дає можливість досягти зокрема кращого дизайну продукту.

Розмітка сторінки відбувається за допомогою таких тегів як: `<div></div>`. У них будуть прописані імена класів, які будуть відповідати за дизайн окремих блоків. Зазначимо, що є блоки, які відповідають за оформлення фону, за оформлення сторінки, і за те, де будуть розміщуватись заголовки чи надписи.

Еман 3. Існує два шляхи оформлення Web-сторінки: його можна прописати кодами *HTML*, але кращий варіант – прописати все в окремому файлі та підключити його до сторінки. Каскадна таблиця стилів *CSS* дає можливість втілити в образі інтернет-сторінки різноманітні дизайнерські фантазії. В окремому файлі за допомогою конкретних кодів прописується як повинна виглядати та чи інша частина сторінки, а також вказується ім'я, яке буде використовуватись як клас та зазначатись у блоці, щоб знати, звідки розпочинати зчитування оформлення.

За допомогою *CSS* кодів для окремих блоків було задано оформлення: вигляд фону, колір тексту, його розташування, тип шрифту, який буде використано, інтервал між буквами, рисування шрифту, колір задавання гіперпосилань. Крім цього, можна задавати повністю оформлення для таблиці, а також для окремих тегів як для рисунків, які будуть розміщуватись на сторінці, так і для тегів заголовків: `<h1></h1>`, `<h2></h2>`.

Еман 4. Перегортання сторінок відбувається за допомогою кнопок переключення, які були попередньо створені та прописані у каскадній таблиці стилів. За допомогою спеціальної мови *jQuery* було створено код, за допомогою якого при натисканні на кнопку відбувається перегортання сторінки. За допомогою коду також було прописано естетичне перегортання сторінки і так званий ефект «загорнутої» сторінки. Сам код складається із кількох файлів, кожен файл відповідає за певну ділянку в електронному зошиті. Ці файли підключаються до *html*-файлу.

Етап 5. Прелоадер – завантажувач сторінки, який вказує час, що залишився до закінчення завантаження сторінки, – був попередньо створений та оформлений на основі тегів, а за допомогою *Java* мови програмування було написано його роботу за допомогою кодів.

На початку завантаження сторінки висвітлювався прелоадер, який вказував на початок процесу завантаження. Дану можливість було реалізовано за допомогою мови програмування *JavaScript*. Код був включений у корінь головного файлу *index.html*.

Нумерація сторінок була розроблена за допомогою мови програмування *jQuery*. Реалізацію коду було здійснено за допомогою простих циклів, котрі брали інформацію про нумерацію та її положення на сторінках електронного зошиту із *css*-файлу (*b-counter*).

Ініціалізація та створення нового буклету відбувалась завдяки таким програмним кодам, які включали в себе лише цикли та розгалуження.

Деякі шрифти були прописані за допомогою координат, що дало змогу створити власний стиль та відобразити більш цікаве бачення шрифту. Крім цього переключення між сторінками можна здійснювати шляхом натискання відповідних кнопок на клавіатурі. Це стало можливим через реалізацію частини коду.

Час завантаження, швидкість перегортання сторінок та інше було також прописано за допомогою кодів. Можливі помилки чи неполадки були наперед визначені та були зроблені відповідні роботи з того, щоб їх усунути.

Важливим етапом створення ЕДЛЗ є його тестування в різних браузерах для визначення правильності відображення його елементів. Необхідно зазначити, що електронна «вага» такого зошита досить значна. Так, описаний продукт, який містить, окрім іншого, два відео-фрагменти, має об'єм близько 40 МБ.

У ході виконання дослідної роботи зі створення ЕДЛЗ були з'ясовані способи і методи, які дають змогу розробити авторський варіант подібної електронної книги (зошита) з використанням мов програмування *Java*, *jQuery*, мови розмітки гіпертексту *HTML*, каскадних таблиць стилів *CSS*, програмних продуктів *Adobe Photoshop* та *NotePad++* [358].

Апробацію ЕДЛЗ було здійснено у лабораторному практикумі з фізики і технічних дисциплін Національного авіаційного університету. Як основу текстової компоненти продукту було взято матеріал модульного курсу для технічного університету із дисципліни «Фізика», яку доповнено і розширено можливостями програм для оброблення і графічної візуалізації даних *Excel* та *Multilab*.

Вихід на ці програмні засоби дає можливість реалізувати виконання лабораторної роботи щонайменше за трьома сценаріями (підходами).

Класичний підхід передбачає використання флеш-зошита як технологічної карти до натурального експерименту на основі класичного обладнання; отримані дані та результати їх оброблення і представлення заносяться у паперовий звіт, який захищається у встановленому порядку.

Комбінований підхід, крім зазначеного вище, передбачає використання можливостей ресурсу *Excel* (гіперпосилання наявне в ЕДЛЗ) з подальшим

числовим і графічним обробленням результатів, які можуть бути збережені у вигляді файлу або роздруковані та надані викладачу для перевірки через електронну пошту, соціальну мережу, особисто тощо.

Інформаційно-технологічний підхід ґрунтується на проведенні експерименту з використанням цифрового вимірювального комплексу, з використанням різноманітних датчиків, АЦП та відповідних програм для опрацювання експериментальних даних як, наприклад, *MultiLab* (Fourier); надання отриманих результатів здійснюється так, як це описано для комбінованого підходу.

Для реалізації таких методик у структурі ЕДЛЗ передбачені відповідні гіперпосилання. За допомогою тегів HTML було створено вихід з оболонки електронного документа на таблиці *Excel*, програму *MultiLab*, яка використовується для аналізу експериментальних даних.

Компонентами ЕДЛЗ можуть бути також різноманітні навчальні відео фрагменти. У розробленому нами продукті на двох сторінках роботи імплантовано відеоролики з демонстраціями технології опрацювання експериментальних даних, їх апроксимації і перетворення Фур'є в оболонці *MultiLab*, які можуть бути створені за допомогою різноманітних програм запису з екрану комп'ютера. Очевидно, що такими імплантатами можуть бути і будь-які інші необхідні відеозаписи, наприклад, демонстрації експерименту.

Наведемо приклад формування змістової частини ЕДЛЗ для виконання навчально-дослідницької роботи «Визначення характеристик згасаючих коливань», взявши за основу зміст лабораторної роботи у класичному виконанні, яка входить до навчально-методичного комплексу [418], і паралельно проведемо аналіз етапів формування ТКМІ у комп'ютерно орієнтованому лабораторному практикумі, визначаючи її, як це було показано в п.1.1.3 та п. 2.1 як інтегративну якість фахівця в якій умовно і відповідно до компетенцій, задекларованих у ГСВО підготовки бакалаврів інженерних напрямів, нами виокремлено когнітивну, ціннісно-мотиваційну, рефлексивно-аналітичну і операційно-діяльнісну компоненти. У проведеному нами дослідженні було показано, що у процесі навчання технічних дисциплін і фізики усі зазначені компоненти розвиваються комплексно, хоча на певних етапах і у певних процедурах спостерігається деяке домінування формування певних компонент. Продемонструємо сказане на прикладі лабораторного дослідження. Розглядаючи етапи формування компонент ТКМІ, введемо певні скорочені позначення її компонент: *К* – когнітивна; *ОД* – операційно-діяльнісна; *РА* – рефлексивно-аналітична; *ЦМ* – ціннісно-мотиваційна компонента.

Тема роботи: *Визначення характеристик згасаючих коливань*

Завдання роботи: дослідити характеристики згасаючих коливань пружинного маятника; визначити період коливань і логарифмічний декремент згасання для двох маятників різної форми (*К*, *ЦМ*).

Прилади і обладнання: штатив, пружина, вантажний набір, компакт-диск, датчик відстані DST 0,2÷ 10 м (*Fourier*), АЦП *NOVA LINK*, ПК, програмне забезпечення *Fourier MultiLab* (*ОД*, *К*, *РА*).

Короткі теоретичні відомості

Можуть бути наведені в ЕДЛЗ у різному обсязі відповідно до розроблених навчальних курсів [418] (ОД, К), частина відомостей (даних) про явище і його параметри можуть бути винесені на самостійне опрацювання відповідно до методу організації заняття (від репродуктивного до дослідницького), що визначається рівнем підготовленості студентів (К, ЦМ). Окрема увага акцентується на використанні АЦП і супутнього програмного забезпечення, інструкції до використання якого наведено у відповідному блоці (ОД, К, ЦМ).

Порядок виконання роботи (технологічна карта)

Змістове наповнення основних етапів обирається відповідно до методу і технології навчання. Нижче наведено приклад укладання технологічної карти на основі частково–пошукової технології навчання. Така технологічна карта була подана нами на платформі ЕДЛЗ [376, 358].

1. Скласти елементи установки відповідно до рис. 4.1, який наведено в ЕДЛЗ (ОД).
2. Відповідно до заводського паспорта датчика відстані DST встановити оптимальну відстань між ним і вантажем (К, РА, ОД).
3. Відкрити програмне забезпечення *MultiLab* і встановити реєстратор на нуль через відповідний пункт меню (ОД).
4. Проаналізувати оптимальне графічне відображення частоти замірів реєстратора та часу реєстрації (РА, К).
5. Вивести систему з положення рівноваги для здійснення вільних коливань, увімкнути реєстратор і дочекатися завершення запису даних (ОД). Типовий графік показано на рис. 4.2 у правій частині.

Аналіз отриманих даних

1. Використовуючи відповідний пункт меню, побудувати верхню обвідну лінію отриманого графіка коливань і апроксимувати характерною кривою (ОД, К). Для цього потрібно переглянути відеозапис в ЕДЛЗ (рис. 4.2.)
2. На підставі відомих теоретичних положень проаналізувати зміну амплітуди коливань, використовуючи пункт меню «майстер аналізу» (рис. 4.2.) в *MultiLab* (К, РА).
3. Аналогічно дослідити нижню обвідну лінію, враховуючи властивість функції $y = |x|$ (К, ОД, РА).
4. Порівняти отримані рівняння з теоретичними залежностями і між собою (РА, К). Визначити коефіцієнт згасання коливань (ОД, К, РА).
5. Використовуючи поняття про наближення Фур'є за відповідним пунктом меню визначити добротність коливної системи і розрахувати логарифмічний декремент згасання (К, ОД, РА).
6. Повторити вимірювання 5–7 раз. Визначити абсолютну і відносну похибки (ОД, РА).
7. Дані занести до таблиці *Excel*, яка відкривається автоматично при використанні відповідного гіперпосилання з ЕДЛЗ (рис. 4.3), або через локальний перехід до цієї програми з ПК поза ЕДЛЗ (К, ОД).
8. Зробити висновки щодо отриманих результатів і проаналізувати можливі джерела похибок (РА).

9. Виконати аналогічні вимірювання і зробити відповідні висновки для вантажу із закріпленим на ньому компакт-диском (K , OD , PA).
10. Зробити узагальнені висновки для лабораторної роботи загалом, запропонувати альтернативні способи дослідження характеристик згасаючих коливань і зазначити прикладне значення проведених досліджень (K , PA , OD , $ЦМ$).
11. Отримані таблиці, скрін-шоти основних етапів та висновки надіслати у визначений спосіб (електронна пошта, соціальні мережі, особистий кабінет тощо) для перевірки викладачем (OD , $ЦМ$).

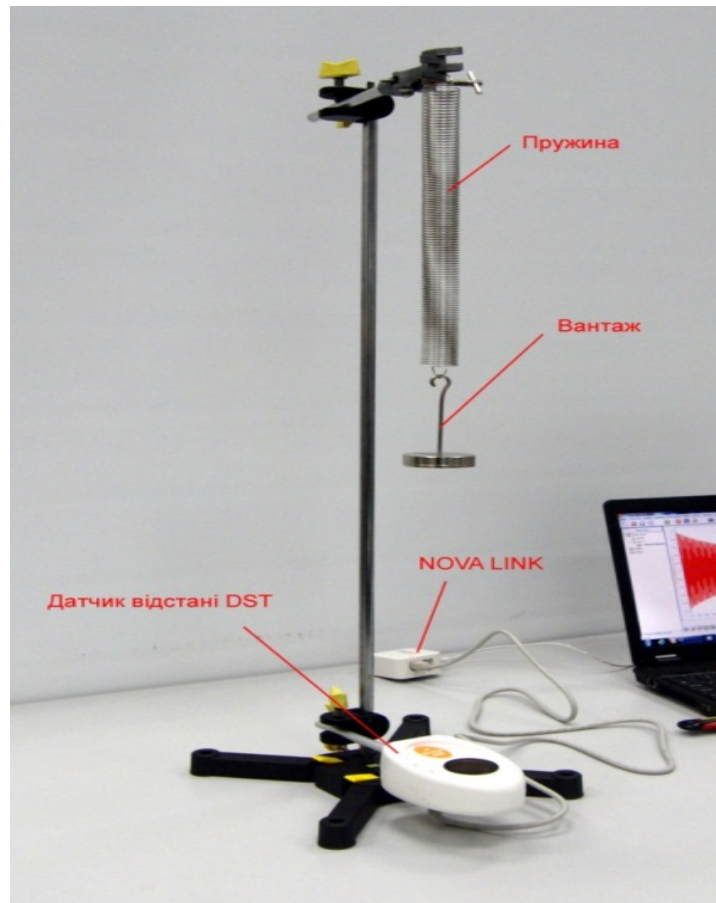


Рис. 4.1. Вимірювальна установка для дослідження характеристик згасаючих коливань

Аналіз етапів виконання роботи вказує на те, що формування когнітивної, операційно-діяльній та рефлексивно-аналітичної компонент технологічної компетентності відбувається приблизно рівномірно впродовж виконання усієї лабораторної роботи, а формування ціннісно-мотиваційної переважає на початковому і завершальному етапах.

Слід зазначити, що наведений спосіб виконання типової лабораторної роботи з курсу загальної фізики є значною мірою «технологічним» з огляду на застосування у ньому як «натурної» так і цифрової компоненти, які формуватимуть таку загальнопрофесійну компетенцію як готовність і здатність до проведення комп'ютерно-інтегрованих досліджень.

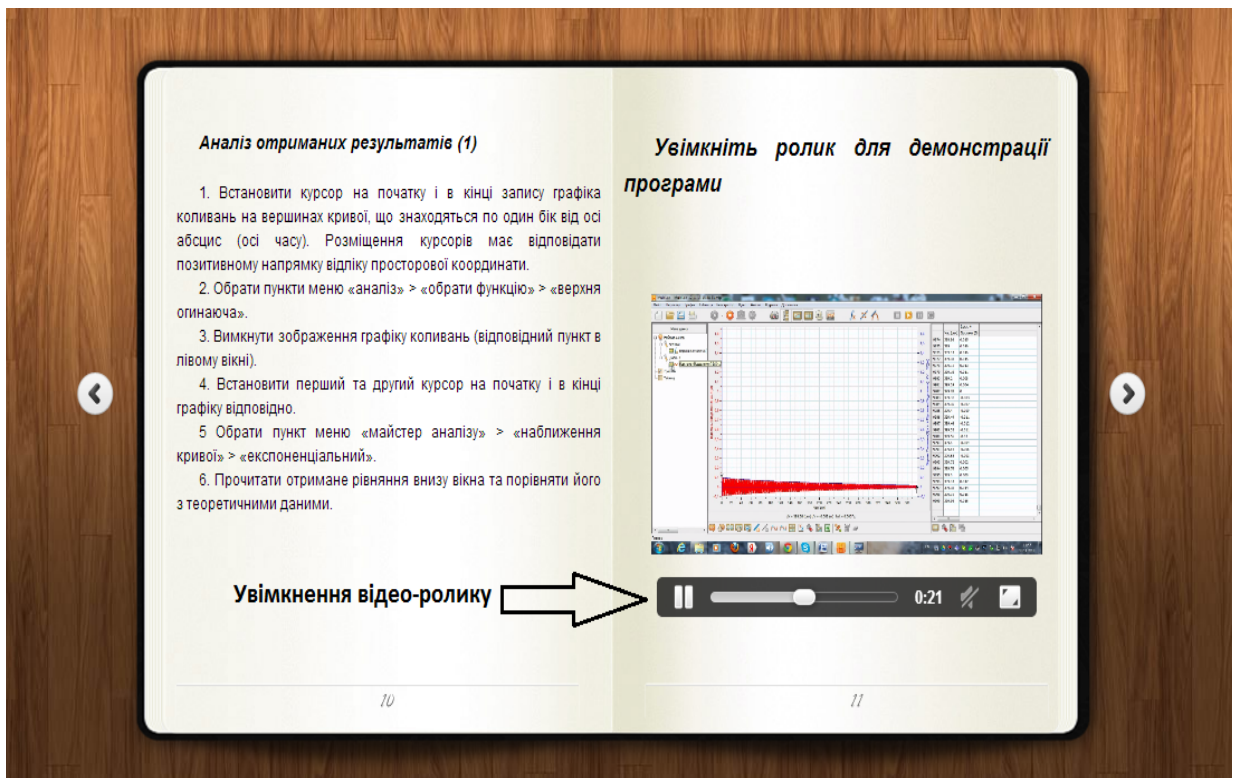


Рис. 4.2. ЕДЛЗ: скрін-шот з екрану лабораторної роботи «Визначення характеристик згасаючих коливань»

Поряд з цим існують утруднення на шляху до організації відповідного навчального процесу, які, по-перше, пов'язані з частковим виконанням організаційно-педагогічних умов (п. 3.2). Іншого роду причина криється, зокрема, у тому, що за такої організації лабораторного дослідження (навіть за наявності реального, «натурного» експерименту) дещо втрачається глибина розуміння власне фізичного явища. Так, наприклад, у класичному підході амплітуда і час коливань вимірюються експериментатором відповідними засобами (лінійкою і секундоміром), що значно збільшує похибку але більшою мірою розвиває розуміння процесу, явища. Одним із варіантів розв'язання такої проблеми може бути поєднання класичного дослідження явища з подальшим застосуванням програм *Excel*, *MATLAB*, *MicroCal Origin* та інших для аналізу отриманих результатів.

Для розвитку дидактики природничих і технічних дисциплін актуальним є формування комп'ютерно інтегрованого лабораторного практикуму з використанням ЕДЛЗ, в якому забезпечувався, крім вище вказаного, вхідний і підсумковий тестовий контроль й оцінювання знань студентів, реалізація оптимального зворотного зв'язку з викладачем, можливість on-line консультацій тощо.

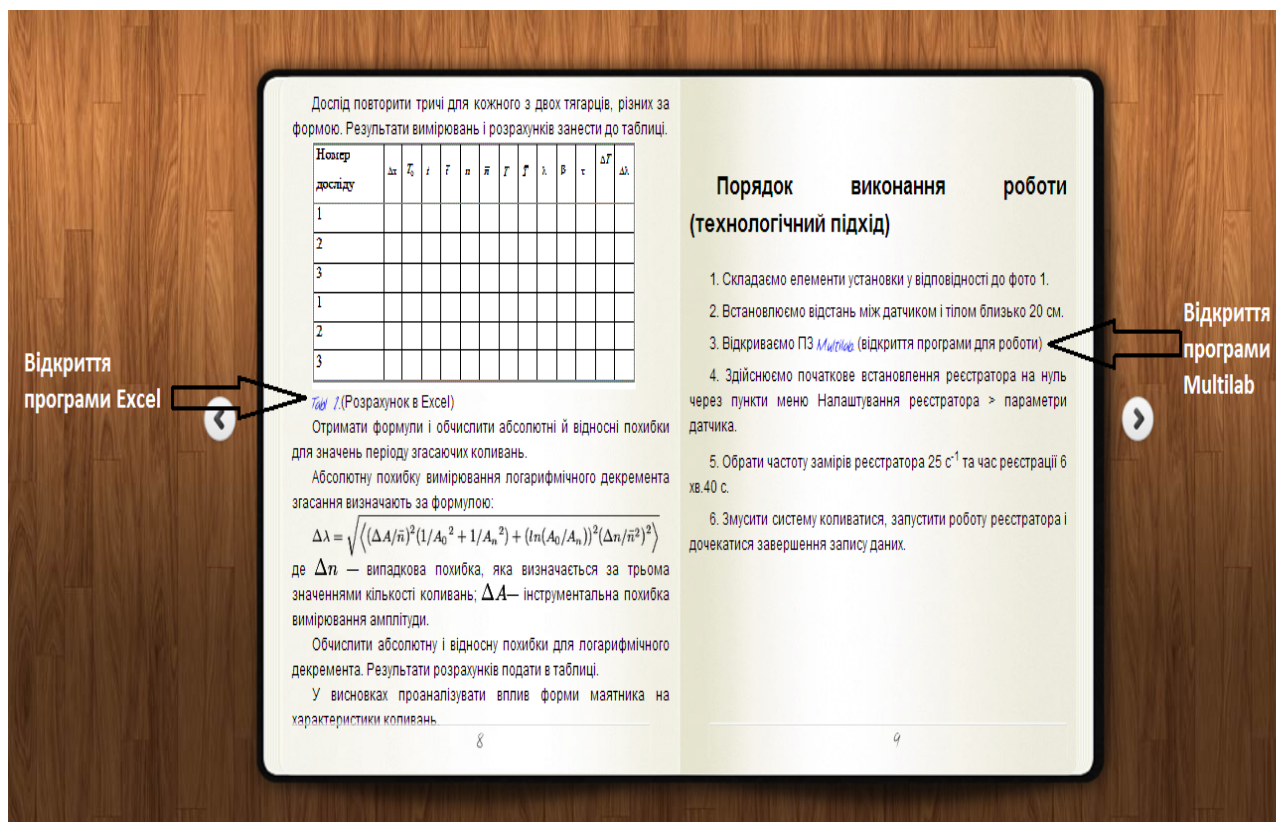


Рис. 4.3. ЕДЛЗ: кнопки переходу на таблиці *Excel* та *MultiLab*

Застосування ЕДЛЗ як елемента освітнього середовища з вивчення технічних дисциплін і фізики, яке ґрунтується на інтерактивному ефекті, технологічності та функціональності ефективно підтримує пізнавальний інтерес суб'єктів освітньої діяльності, сприяє формуванню їх дослідницьких навичок, відкриває можливості варіативного підходу до організації лабораторних занять з використанням сучасного інструментального і програмного забезпечення, не «звужуючи» мету лабораторного заняття у вищому технічному навчальному закладі до формування переважно операційно–діяльнісної компоненти ТКМІ.

Перспективним напрямом у розробленні електронних видань навчального спрямування є створення програм лабораторних робіт, в яких будуть представлені усі необхідні технічні засоби для проведення вимірювань, що можуть бути створені у відповідних мультимедійних програмах. Крім того, розрахунок та обчислення будуть проводитись безпосередньо в ЕДЛЗ з можливістю подальшого звітування перед експертом у мережі.

4.1.2. Технологічні карти у навчанні з використанням КОСФЕ

Навчально–методичний комплекс методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ містить важливий дидактичний елемент – банк технологічних карт для виконання лабораторно–дослідницьких завдань різного рівня складності, який наведено нами в [REF _Ref415894125 \r \h 376]. За означенням, наведеним у [55], технологічна карта являє собою документ, який містить всі необхідні відомості й інструкції для користувача, який повинен здійснювати певний технологічний процес або певну процедуру з обслуговування технічного об'єкта. Цей документ повинен містити чіткі

рекомендації щодо роду виконуваних операцій, послідовності і періодичності їх виконання, хронометраж виконання окремих процедур, характер, вид і результат певної операції; опис інструментів і матеріалів для ефективного виконання лабораторного дослідження.

Технологічні карти у навчальних лабораторних фізико-технічних експериментах є необхідними у випадку, коли:

- студент має низькі навички використання певного обладнання;
- за наявності неоднозначності у виконанні певних операцій;
- з метою зменшення трудовитрат з одночасним підвищенням якості виконуваних дій;
- планується дослідження з використанням нового обладнання.

Технологічні карти створюються для кожного окремо взятого дослідження або процедури і можуть мати вигляд або таблиці інструкцій або послідовності певних алгоритмів, що являють собою своєрідну раціональну технологію виконання лабораторного дослідження.

Процес формування ТКМІ зазвичай розпочинається за наявності початкового рівня її сформованості. Тому враховуючи той факт, КОСФЕ являє собою комплексний техніко-технологічний об'єкт, використання технологічних карт є обов'язковою умовою на початку навчання з використанням розробленої нами методичної системи. Ці навчально-методичні документи орієнтовані на формування репродуктивно-алгоритмічних навичок майбутніх інженерів і містять всі необхідні вказівки (алгоритми) для проведення дослідження і опрацювання здобутих експериментальних даних..

Розглянемо методику використання технологічних карт на прикладі виконання лабораторної роботи.

Тема роботи: Дослідження залежності індукції магнітного поля соленоїда від відстані

Обладнання. ПК з програмним забезпеченням *MultiLab* або портативний комп'ютер *NOVA 5000*; АЦП *NOVA LINK*; датчик магнітного поля (10 мТл); штатив для кріплення датчика магнітного поля; соленоїд; датчик струму (2,5 А); джерело струму; датчиком відстані і шматок картону або пластику розміром 10× 10 см (буде використано як екран). Значення магнітної індукції вимірюється за допомогою датчика магнітного поля. Водночас положення датчика магнітного поля визначається за допомогою датчика відстані.

Підготовка обладнання до виконання роботи

1. Підключити датчик відстані до роз'єму 1 (I/O-1) *NOVA 5000* або до АЦП *NOVA LINK*, з'єднаного з програмним забезпеченням *MultiLab* у ПК.
2. Підключити датчик магнітного поля до роз'єму 2 (I/O-2) *NOVA 5000* або до АЦП *NOVA LINK*, з'єднаного з програмним забезпеченням *MultiLab* у ПК.
3. Скласти установку, відповідно до рис. 4.4.

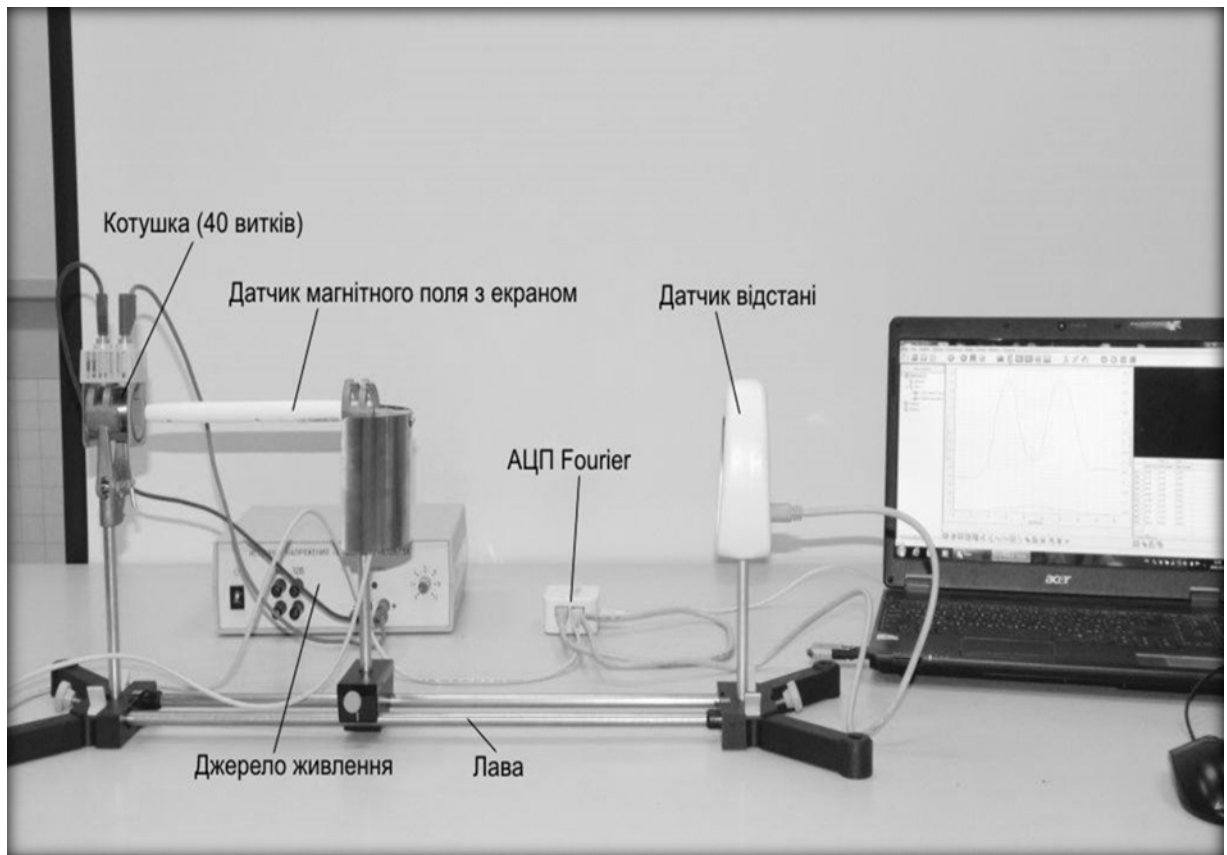


Рис. 4.4. Дослідження залежності індукції магнітного поля соленоїда від відстані: зовнішній вигляд установки

4. Зафіксувати датчик магнітного поля на штативі.
5. Прикріпити екран до штативу на протилежній стороні від датчика.
6. Помістити датчик магнітного поля так, щоб його кінець був на відстані 4 см перед соленоїдом.
7. Помістити датчик на відстані принаймні за 40 см від прапорця.
8. Встановити вихідний рівень джерела живлення таким чином, щоб струм не перевищував максимальний постійний струм соленоїда.
9. Запустити програму *MultiLab*.
10. Натиснути кнопку «Налаштування» на основній панелі і встановити параметри вимірювання (установка реєстратора даних *датчики*: роз'єм 1 відстані; роз'єм 2; магнітного поля ± 10 мТл; *частота*: 10 вимірювань на секунду; *вимірювання*: 100 вимірювань).

Хід роботи

1. Натиснути кнопку «Старт» на верхній панелі для початку реєстрації даних.
2. Упродовж 10 секунд повільно переміщувати штатив паралельно вісі соленоїда. Експериментальні графіки $B = f(t)$ і $r = f(t)$ з'являться автоматично (рис. 4.5).
3. Після закінчення реєстрації, натиснути «Додати до проекту» на панелі графіків.

Примітка: *MultiLab* створює імена за замовчуванням для кожного графіка, який додається до проекту. Щоб змінити таке ім'я, потрібно використати опцію меню «Інструменти», потім «Назва графіка», увести нове ім'я у полі редагування «Назва графіка», а потім натиснути *ОК*. «Зберегти» проект.

Аналіз отриманих даних

1. Обрати пункт меню внизу екрана «Редагування графіка» і призначити відповідність осей: x для r , а y для B .
2. Натиснути «Додати до проекту» на панелі графіків.
3. Зберегти проект, натиснувши «Зберегти».
4. Скористатися курсором для зчитування значень індукції магнітного поля у центрі і у кінці соленоїда.
5. Зробити висновки.

Отже, наведений приклад використання технологічної карти може основою для відповідної педагогічної технології, придатної як для основи або частини у дидактиці технічних дисциплін з використанням практично усіх методів (за І. Лернером і М. Скаткіним): пояснювально-ілюстративного, репродуктивно-алгоритмічного, проблемного викладу, частково-пошукового і дослідницького.

Обмеження у використанні технологічних карт можуть бути спричинені готовністю студентів до самостійного виконання відомих процедур, що є ознакою вищого рівня сформованості ТКМІ, а, отже, подальше використання подібних інструкцій гальмуватиме процес професійного саморозвитку студентів. Зауважимо, що частина банку технологічних карт, використаних у нашому дослідженні входить до навчально-методичного комплексу з відкритим доступом [376].

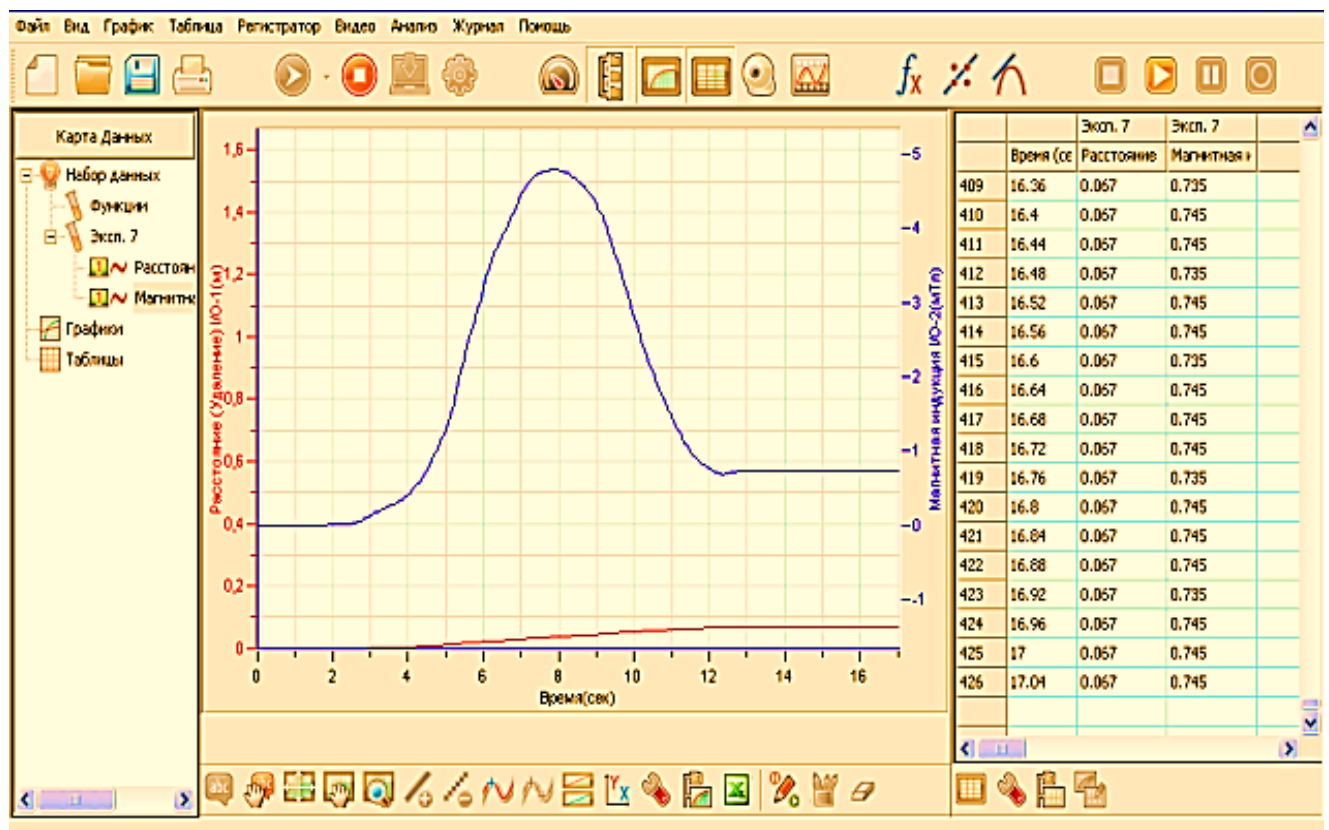


Рис. 4.5. Дослідження магнітного поля соленоїда:

побудова залежності $B = f(r)$ з використанням програмного забезпечення *MultiLab*

4.1.3. Програми аналізу відео даних у лабораторних практикумах з фізики і технічних дисциплін

Розуміння того, що комп'ютер це в першу чергу інструмент для досліджень розкриває перед студентом ареал нових інструментальних можливостей. Поява програмних засобів, орієнтованих на аналіз реальних фізичних процесів через прорахунок зображень, що супроводжують перетікання процесу розкриває нове поле діяльності у напрямку побудови і проведення лабораторного фізичного практикуму. Такі засоби дозволили розділити у часі процес нагромадження експериментальних даних і їх опрацювання. Подібні засоби утворюють нову, особливу нішу в освітньому середовищі технічного університету. Дуже важливою особливістю є використання цих засобів для відео відзнятого поза межами аудиторних умов, що робить їх складовим елементом освітнього середовища для позакласних досліджень.

Фотографування, фізичні основи якого вивчаються на перших курсах, є одним з поширених методів відео аналізу. Світло має бути зібране об'єктивом, за допомогою фокусування воно зосереджується на потрібній точці плівки чи електронного датчика (у цифровій камері). Фотони, що створюють зображення, реагують з різними пігментами залежно від довжини хвилі (кольорова плівка), або частинками срібла (чорно-біла плівка), або із зарядженими електронними датчиками (цифрова камера). Розуміння закономірностей дії світла дає змогу визначити значення апертури, час експозиції тощо. Прикладом *технологічного застосування* цих знань є наявність всередині цифрової фотокамери електронного комп'ютера малих розмірів, який керує всіма її функціями, тобто контролює роботу транзисторів, резисторів, конденсаторів тощо у схемах внутрішньої електроніки.

Фотографічні методи широко використовуються у біології для вивчення мікроорганізмів, в астрономії – для дослідження за допомогою позаатмосферних телескопів далеких галактик і всього того, що перебуває між ними, у медицині – для отримання відомостей про особливості у тілі людини і процесів у ньому (мікрофотографія, магнітосканування, ультразвук тощо), в історії – для аналізу фотографічних архівів, у криміналістиці – для здобування фотографічних доказів. У цих академічних дисциплінах розроблено методики створення та інтерпретації фотографій. Значення фотографування наразі важко переоцінити, бо елементи фото- і відеозйомки можуть бути використані дослідниками на всіх етапах експерименту: від механічних рухів (наприклад, дослідження особливостей руху тіла в аеродинамічній трубі) до запису треків елементарних частинок поширення субатомних частинок. Технологічна компетентність у галузі здобування і опрацювання відеоматеріалу значно посилюється у майбутній професійній діяльності фахівця.

Дослідницька робота майбутніх інженерів з проблем фото- і відео зйомки розпочиналась вже з історичного екскурсу (кінець XIX ст.). Едвард Мейбрідж

вивчав проблему фіксації і фотографічного відображення різноманітних видів руху, зокрема, руху тварин. Найвідомішими є його експерименти з пофазового фотографування бігу коней і одночасного використання кількох фотокамер.

Гарольд Юджін Едгертон був піонером стробоскопічної фотографії, техніку якої згодом використав для відображення, наприклад, роботи синхронних електродвигунів, повітряної кульки у момент розриву або кулі, яка пробиває яблуко. Він отримав світлину атомного вибуху у перші мілісекунди [501].

Дослідження майбутніми інженерами за допомогою фото- або відеозйомки становить значний інтерес, оскільки об'єднує у собі як безпосередній класичний експеримент, так і опрацювання отриманих файлів у спеціалізованих програмах відеоаналізу, які дають змогу робити висновки, наприклад, про кінематичні та динамічні особливості руху реальних об'єктів на підставі використання досить простого і зрозумілого інтерфейсу та інструментарію. Об'єкти, які можна вивчати у такий спосіб, можуть бути різноманітними: від руху транспортного засобу (літака, автомобіля, велосипедиста тощо) з метою вивчення кінематичних і динамічних характеристик до фотографування оптичних явищ (інтерференція у тонких плівках, зображення людей в окулярах з різною оптичною силою, дифракція на різноманітних періодичних структурах, поляризаційні властивості окулярів тощо).

Нами поставлено лабораторну роботу з використанням фотозйомки «Визначення структури пташиного пір'я з використанням явища дифракції», опис якої можна знайти у праці [375]. Мета роботи – визначення періодів структури елементів зразків пташиного пір'я за дифракційною картиною, отриманою з використанням лазера.

Програмний комплекс *Physics ToolKit 6.0* має статус продукту з вільним використанням і знаходиться в мережі [483]. Цей продукт витримав конкурентну боротьбу з низкою продуктів подібного призначення і є не тільки аналізатором зображень фізичних явищ, але й інтерактивним навчальним засобом, оскільки містить курс теорії, пов'язаної з фізичними процесами і основи використання аналізу даних за рахунок цього пакету. Продукт має додаткові модулі, які дозволяють використовувати його для генерації та дослідження звукових коливань. Також передбачено його використання у якості вимірювального приладу, призначення якого відповідає програмному осцилографу.

Розглянемо особливості методики використання *Physics ToolKit 6.0* для проведення лабораторних робіт фізико-технічного практикуму. Найважливішим модулем продукту є аналізатор відеозаписів та послідовності зображень у вигляді окремих фотографій. Відеозапис (рис. 4.6) відтворює рух м'яча, кинутого під кутом до горизонту. Побудуємо графіки зміни основних характеристик руху м'яча таких як вектор швидкості, прискорення, імпульсу, енергії з часом. Перевагою *Physics ToolKit 6.0* є те, що ця програма працює із зовнішніми зображеннями для відтворення яких достатньо мати у системі встановлені відеокодеки. Однак суттєвим обмеженням є максимальна кількість кадрів: 30 кадрів.

Після завантаження відео файлу у *Physics ToolKit 6.0* виокремлюють фрагмент, який будуть аналізувати і зберігають цей відеоряд за допомогою внутрішнього медіаплеєра. Після цього починають аналізувати отримане зображення за допомогою опцій аналізу. При цьому встановлюють масу тіла (м'яча) у кілограмах. Далі виконують калібрування зображення за допомогою кнопки «Scale»: обравши у відеокадрі предмет з відомими розмірами за допомогою курсора проводимо лінію від початку до кінця відомого предмета і у вікні, що при цьому з'являється, вказують реальну відстань у метрах, що визначає масштаб аналізованої події. Далі проводять маркування траєкторії, від точності якого залежатиме результат роботи. Обравши розмір маркера у меню «Circles», позначають положення наприклад центру м'яча, переміщуючись кадр за кадром до кінця ряду. Далі переходять до наступного вікна за допомогою кнопки «Next», в якому зазначаємо, що досліджується один об'єкт, який не обертається і вказуємо, що рух відбувається вздовж двох осей. Потім зазначають величини, зміну яких ми потрібно дослідити. У наступному вікні за допомогою опції *Graph* переглядають графіки, побудовані аналізатором для координати, швидкості, прискорення, сили, імпульсу та енергії м'яча (рис. 4.6). Останнє вікно – це таблиця даних, яку після копіювання переносимо у електронні таблиці Microsoft Excel для прорахунку похибок вимірювань. Графіки зміни кінематичних і динамічних параметрів копіюються і переносяться як малюнок у решту документів.

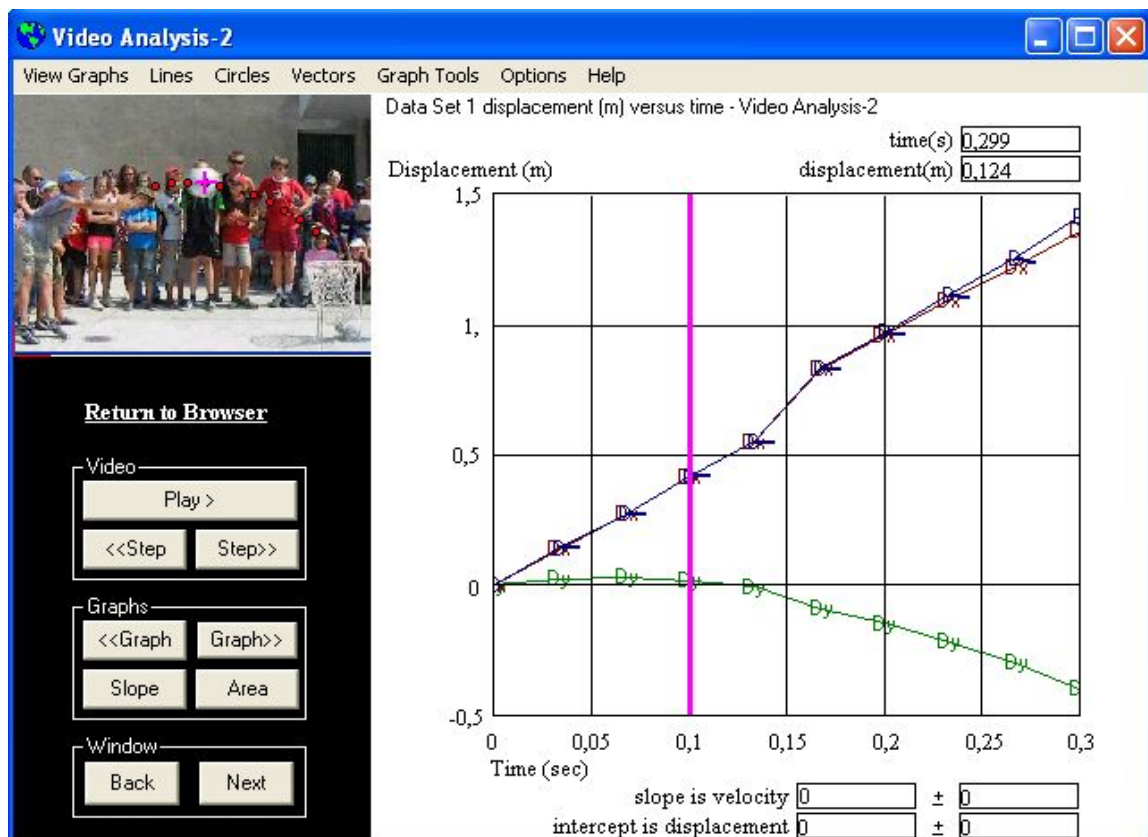


Рис. 4.6. Опрацювання відео файлу за допомогою інструментів *Physics ToolKit 6.0*: побудова графіку руху і графіку швидкості

Розглянутий приклад ілюструє роботу з одним тілом, рух якого вважаємо поступальним. Можливості програми досить великі. Вона здатна аналізувати рухи двох тіл, характер кожного з яких визначається окремо. Продукт також містить готові лабораторні роботи з курсу механіки, у яких відео ряд вже сформований. Кожна робота містить власну базу маркованих точок за якими ведуться обрахунки. Ці роботи використовуються на підготовчому етапі, коли вивчаються можливості програми та виконуються перші кроки в освоєнні продукту. Без використання бази даних, прошитих у відео ряд кожна з лабораторних робіт може бути виконана як і попередня, оминаючи кроки створення внутрішнього відео ряду. Внутрішній браузер аналізатора містить вкладку «*Video Files*», в якому міститься банк відео файлів, впорядкованих по розділах та характерах взаємодій: «Кінематика поступального та обертового руху», «Динаміка поступального та обертового руху», «Закони збереження», «Коливання та хвилі», «Електрика та магнетизм». Оскільки програма має можливість прораховувати усі кінематичні і більшість динамічних параметрів, її використання можливе і у розділі решти взаємодій, які можна відзняти за допомогою цифрової камери. Формуючи відео ряд, необхідно врахувати, щоб відеокамера була закріплена нерухомо та була відома частота кадрів при зйомці. Предмет для калібрування має перебувати на одному рівні з рухомим об'єктом для уникнення ефекту панорами.

Ще однією важливою особливістю продукту є можливість генерування та аналізу звукових коливань з використанням звукової карти комп'ютера. Вкладка «*Start sound*» відкриває вікно у якому можна задавати частоту та форму звукового сигналу, записувати його та надалі аналізувати картину за допомогою аналізатора спектра, що присутній у цьому вікні. Програма аналізує також зовнішні сигнали, що надходять через звукову карту. Тобто є можливість використання цієї частини аналізатора при вивченні звукових коливань записаних у вигляді аудіо треків.

У продукті передбачено використання зовнішнього модуля, який дозволяє використовувати його у якості програмного осцилографа, що розширює спектр його використання у лабораторному практикумі. Але навіть попередній набір функцій достатній для забезпечення більшості робіт лабораторного практикуму. Функція захоплення відеоінформації поширюється на декілька комп'ютерів, об'єднаних у мережу, що вирішує використання програми у комп'ютерному класі.

Методична цінність продукту полягає у можливості використання базових лабораторних робіт, вміщених у сам продукт у якості зразку для навчання користуванням цим продуктом. Окрім того в мережі міститься достатньо велика кількість відео матеріалів, націлених на використання даного продукту для аналізу.

Останнім часом у мережі з'явилась тенденція викладати продукти з відкритим кодом програмування. Ця тенденція є прикладом підходу до програмного продукту як до інтелектуальної власності усієї мережевої спільноти. Це дає можливість багатьом продуктам бути вдосконаленими самими користувачами. Також це відкриває можливість до рецензування і самого

продукту і його супроводжуючого матеріалу. Проект під назвою *Open Source Physics* дав можливість створити безкоштовний продукт з відкритим програмним кодом написаний на мові програмування *Java – Tracker* [505]. Цей продукт є наступною логічною сходинкою у розвитку систем аналізу відео файлів. Оскільки він інтегрований з мережею *Web*-ресурсів, продукт для своєї роботи використовує мову програмування *Java*-апплетів. Решта можливостей цього аналізатора перевищують інші безкоштовні продукти. Найбільшою методичною цінністю *Tracker* є присутність у ньому системи аналізу табличних даних з апроксимацією отриманих результатів до математичної моделі процесу. На практиці вдається не тільки отримати графічну залежність фізичних параметрів але й визначити значення параметру у різних точках та отримати відхилення числового значення від моделі. Продукт фактично дозволяє встановити математичну закономірність для процесу, який відтворено у відео ряді.

Суттєвою перевагою продукту є максимальне використання можливостей інших середовищ (наприклад, *Quick Time 7*). Це дозволяє імпортувати будь-який відеозапис, перетворюючи його у запис, зрозумілий для *Tracker*.

Якщо виникає необхідність в обчисленні параметру, який відсутній у списку програми, його можна задати, як певний алгоритм, що записується в окремому вікні. Це є особливістю продукту з відкритим програмним кодом. Тобто при потребі він може бути адаптований під потреби споживача з мінімальними змінами, навіть без знання мови програмування. На наш погляд цей продукт дає найкращі результати при проведенні робіт практикуму у курсі загальної фізики та як елемент новітнього освітнього середовища.

Сьогодні розроблено багато програм (у тому числі і вітчизняних), які дозволяють використовувати звукову карту ПК, як інтерфейс для дослідження електромагнітних коливань. При цьому комп'ютер, наприклад, працює у режимі осцилографа, генератора або спектрального аналізатора вхідного сигналу. Одна з таких *безкоштовних* програм «Віртуальний осцилограф та генератор» розроблена фірмою ІТМ (м. Харків). Програма невибаглива до ресурсів, а головне – майже не обмежена за своїми властивостями. Зокрема використання цієї програми дозволяє використати ПК для вимірювання малих проміжків часу. Градування осцилографа за допомогою його ж генератора і зовнішнього мікрофона дозволило з'ясувати, що координатна сітка програми при мінімальній частоті розгортки має крок 0,03 с. Програма працює з мікрофонним входом звукової карти. Для проведення роботи використовується елементарний саморобний прилад, який являє собою котушку мідного ізолюваного дроту з кількістю витків 10–15, намотану на відрізок пластикової труби діаметром 5 см (звичайна пластикова водовідвідна труба), виводи якої за допомогою екранованого дроту діаметром 0,1–0,5 мм приєднано до мікрофонного входу звукової карти. Труба закріплюється вертикально у штативі на висоті 40–50 см від його основи. Друга частина приладу – це стрижень з немагнітного матеріалу (мідь, алюміній) довжиною 30–40 см, на якому за допомогою відрізків пластикової трубки фіксуються три керамічних магніти з внутрішнім діаметром 3 мм. Кріплення магнітів повинно забезпечувати можливість змінювати відстань між ними при невеликому зусиллі. Металевий стрижень з насадженими

магнітами розміщується над верхнім отвором труби і після звільнення падає крізь трубу. При падінні магніти по черзі проходячи через котушку збуджують у ній ЕРС індукції, імпульси якої фіксуються на осцилографі у вигляді трьох імпульсів, вимірявши відстані між якими, можна зробити висновок про прискорення, з яким рухались тіла.

Використання програм *Physics ToolKit 6.0*, *Tracker* та електронного осцилографа у ході проведення дисертаційного дослідження описано нами в працях [353, 350] і може бути використане на різних етапах вивчення технічних дисциплін і фізики.

4.1.4. Програми опрацювання і візуалізації даних у лабораторному практикумі

Дидактичне насичення курсу технічних дисциплін і фізики сучасними програмними продуктами спонукало до розроблення нових методик проведення лабораторних занять, що ґрунтуються на їх оптимальному використанні. Багато сучасних засобів поєднують у собі декілька функцій, що робить ці інструменти універсальними.

Розуміння того, що ПК – це, передусім, інструмент, розкриває перед студентом ареал нових можливостей, розширюючи поле досліджень. Поява програмних засобів, орієнтованих на аналіз реальних фізико–технічних процесів через аналіз зображень, що супроводжують перебіг процесу, відкриває нове поле діяльності з побудови та проведення лабораторного фізичного практикуму. Такі засоби дозволили розділити у часі процес нагромадження експериментальних даних та їх опрацювання і створюють в освітньому середовищі нові, особливі ніші, наприклад, аналіз відеоматеріалу, отриманого за межами аудиторії.

Відомо, що графіки і діаграми несуть практично повні відомості про фізичні процеси. Важко навести приклади типових лабораторних робіт з курсів технічних дисциплін і загальної фізики, які б не містили завдання графічного відображення експериментально отриманих результатів і подальшого порівняння, наприклад, з відомою теоретичною залежністю.

Нами було запропоновано методику проведення лабораторних досліджень, в якій, окрім традиційного фізичного експерименту для графічних побудов застосовується сучасний графічний пакет *Microcal Origin* (версія 7). На відміну від відомих продуктів *Mathematica*, *MathCAD*, *Maple*, *MATLAB*® основне призначення *Microcal Origin 7*– це графічне зображення даних (хоча у ньому наявна вбудована мова програмування і функція виконання досліджень усередині таблиць). Побудовані за його допомогою графіки і діаграми придатні для поліграфії, презентацій, використання в мережі Інтернет тощо. У *Microcal Origin 7* є можливість побудови графіка (дво– або тривимірного) на підставі рівнянь або даних, що зберігаються у файлі, здійснення перетворення Фур'є, згладжування, статистичного аналізу наявних даних. Пакет дозволяє легко і повноцінно оформляти атрибути графіку, наприклад, властивості його ліній (точки не сполучені; сполучені прямими лініями; розбиття графіка на ділянки по три точки; проведення по точках лінії, що їх апроксимує з / без урахування розкиду; східчасте з'єднання ліній тощо). Слід зазначити, що *Microcal Origin 7*

підтримує велику кількість типів 3D-графіків (наприклад, лінії у просторі або векторні поля), а можливості програми дозволяють легко копіювати робочі сторінки програми (таблиці даних, графіки, діаграми тощо) і вставляти ці об'єкти у файли *Microsoft Word*.

Розглянемо використання деяких можливостей *Microcal Origin 7* у процесі виконання типової лабораторної роботи «Дослідження вольт-амперної характеристики фотоелемента. Визначення сталої Планка методом затримуючого потенціалу».

У ході реального експерименту було отримано числові дані залежності

для різних світлофільтрів із заданими довжинами хвиль

Отримується таблиця, що містить по три виміри значення сили фотоструму I (мкА) для області від'ємних значень напруги U (В), необхідні для знаходження значення затримуючої напруги

Програма дає можливість провести аналіз даних експерименту по колонках і рядках за допомогою опції головного меню *Statistics*, у результаті чого у додатковому вікні виникає таблиця із значеннями середнього арифметичного *mean*, абсолютних похибок *sd*, *se*, максимального і мінімального значення величини тощо. Шляхом звичайного копіювання стовпчика переносять середнє арифметичне значення сили струму і значення середньої квадратичної похибки у таблицю [420, с. 50].

Побудова графіка починається з пункту меню *Plot*. Варіанти відображення експериментальних точок є різноманітними. Меню *Line* дає можливість вказати роль, яку будуть відігравати окремі стовпчики у створюваному рисунку, а також зазначити дані, що будуть виступати як похибки yEr або xEr .

При цьому у *Microcal Origin 7* існує можливість плавного проведення лінії через області експериментальних даних з урахуванням інтерполяції (пункти меню *Plot/Special-Symbol/Spline*). Подвійним клацанням миші графік можна відкрити для редагування (зміни масштабу, перенесення початку відліку, зміни типу штрихування шкали, підписів та ін.).

Аналогічно можна отримати вольт-амперні характеристики для кількох світлофільтрів. Після чого звести дані у таблицю для побудови залежності

і в описаний вище спосіб графічно відобразити результати цієї частини лабораторної роботи (рис. 4.7).

У середовищі *Microcal Origin 7* наявний майстер підбору функції для інтерполяції (пункти меню *Analysis / Non-linear, Curve, Fit / Fitting, Wizard*). У вікні, що з'являється за допомогою кнопок *Next* і *Back* є можливість крок за кроком побудувати функцію, яка найбільш точно буде описувати отримані дані. Для побудови лінійної залежності можна також скористатися апроксимацією методом найменших квадратів. Для цього після виділення даних таблиці обираємо пункти меню *Tools/Linear Fit*; у полі з'явиться графік і додаткове вікно внизу сторінки, де підібрано коефіцієнти A і B лінійної залежності $y=A+Bx$ (рис. 4.7). За тангенсом кута нахилу (коефіцієнтами A і B) можна визначити значення сталої Планка.

Можливості *Microcal Origin* у лабораторному практикумі можуть бути використані з першого курсу і практика показує, що близько 50 % студентів здатні успішно використовувати цей програмний продукт за певних консультацій викладача.

Педагогічна практика у вищому технічному навчальному закладі вказує на те, що деяка частина студентів–першокурсників (1–3 %) мають певні навички і здатні використовувати для опрацювання експериментальних даних популярні програми комп’ютерної математики, такі, як, наприклад MathCad, Mathematica та ін.

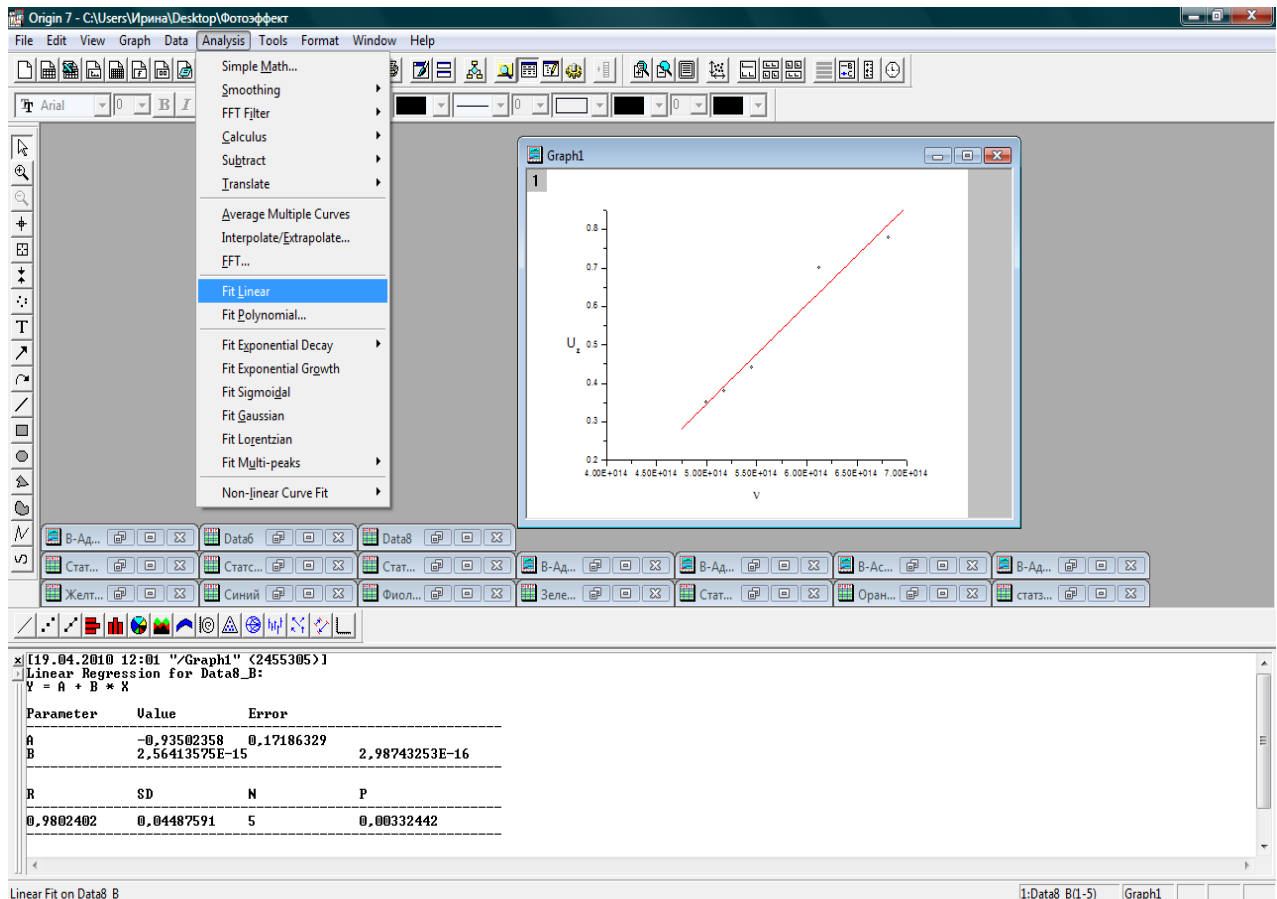


Рис. 4.7. Інтерполяція даних у *Microcal Origin 7*

Особливе місце у цьому переліку належить MATLAB® (MATrix LABoratory) – одній з найстарших, ретельно опрацьованих систем автоматизації математичних розрахунків, яка побудована на розширеному поданні й застосуванні матричних операцій [480].

Нині MATLAB® – одна з найбільш могутніх універсальних інтегрованих інженерних систем, яка являє собою набір чисельних методів комп’ютерної математики, що сполучається з потужними графічними засобами візуалізації і навіть анімаційної графіки.

Ця система здатна виконувати значний масив завдань, пов’язаних з науковою та інженерною діяльністю (збір, аналіз, опрацювання даних, розробка прикладних програм тощо). Крім того, як зауважує С. Петрович, «MATLAB® дозволяє інтегрувати зовнішні процедури, які написані мовами Сі, Сі++, Фортран і Java з MATLAB –програмами» [274, с. 2].

Популярність її в інженерних колах пов'язана з легкістю модифікації та можливістю адаптації до вирішення широкого спектру задач науки і техніки. До найбільш широко вживаних функцій віднесемо такі:

- лінійна алгебра, опрацювання матриць, лінійні рівняння, власні значення тощо;
- апроксимація та інтерполяція, поліноміальні операції, диференціювання;
- опрацювання сигналів – цифрові фільтри, перетворення Фур'є;
- аналіз даних і статистика [274].

Розглянемо методику опрацювання даних з використанням програми MATLAB® для побудови графіків характеристик $I(U)$ досліджуваних фільтрів експериментально визначені значення напруги і струму введено у вигляді матриць 'U' і 'I' відповідно. Ці матриці є двовимірними і збудовані таким чином, що дані для кожного з фільтрів знаходяться в відповідних їх рядках (Див. Дод. Н).

Апроксимація шуканих залежностей реалізована за допомогою вбудованої функції *polyfit* (рис. 4.8). Визначення цієї функції в MATLAB® має вигляд: $P = \text{polyfit}(X, Y, N)$, де X – вектор аргументів (в даному випадку він відповідає вектору U), Y – вектор відповідних значень функції (відповідає вектору I), N – степінь апроксимуючої функції (графіки апроксимовані функцією третього степеня), P – вектор коефіцієнтів многочлена, який апроксимує шукану залежність для даних X, Y, N і є результатом виконання функції.

Побудувавши графік визначеної залежності для кожного з фільтрів, можна отримати відповідні, значно наближені до дійсних, характеристики $U(I)$. В даному випадку для побудови графіків було використано такий алгоритм. Маючи вектор коефіцієнтів P , визначено приблизні значення I для рівномірно розподілених значень U з області експериментальних даних.

Вектор рівномірно розподілених значень U визначено за допомогою функції *linspace* (визначення в MATLAB®: $X = \text{linspace}(\text{BASE}, \text{LIMIT}, N)$, де BASE – мінімальне значення, LIMIT – максимальне значення, N – довжина результуючого вектора X), а відповідні значення I отримані з використанням функції *polyval* (визначення в MATLAB®: $Y = \text{polyval}(P, X)$ де X – вектор аргументів, P – вектор отриманий за допомогою функції *polyfit*, Y – вектор значень функції).

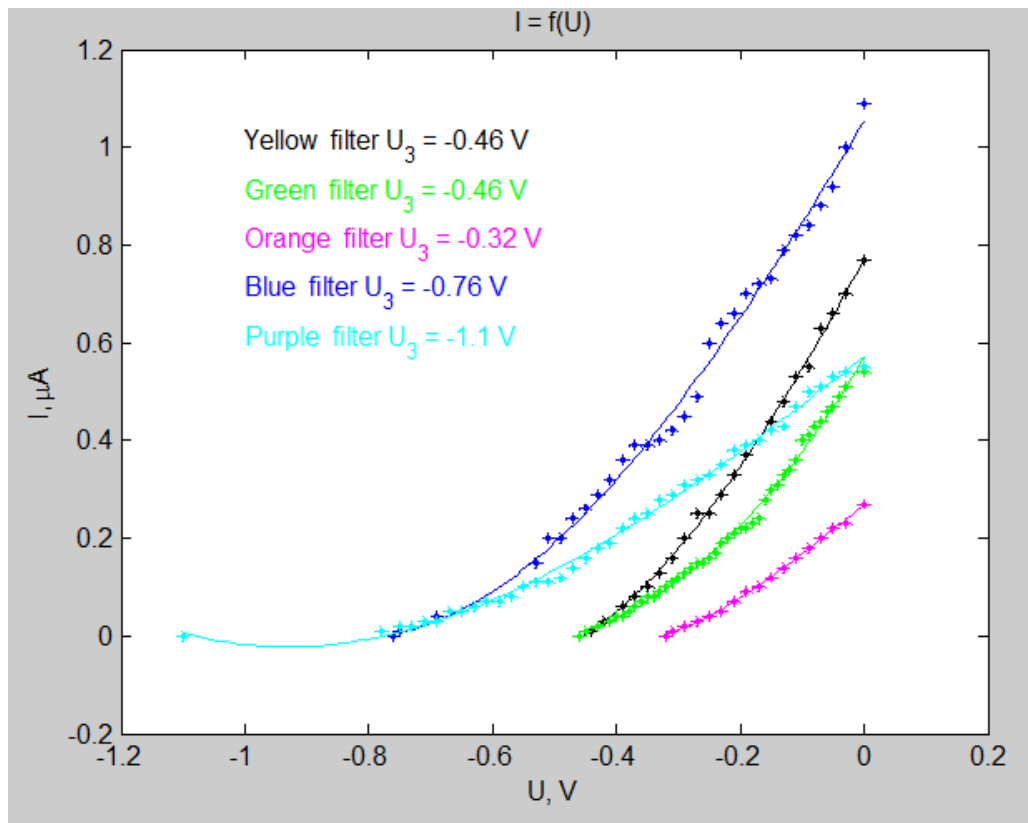


Рис. 4.8. Вольт–амперна характеристика фотоелемента: апроксимація експериментальних даних з використанням функцій MATLAB®

На підставі відомих значень аргументів і відповідних значень функції графіки характеристик $U(I)$ побудовано з використанням вбудованої функції *plot* (визначення в MATLAB®: *plot(X, Y, FMT)*, де X – значення аргументів, Y – значення функції, FMT – аргумент який окреслює вигляд лінії графіка, яка буде зображена на рисунку; в даному випадку подано ще два аргументи, які визначають ширину цієї лінії).

Також на рисунку позначено визначені експериментально значення U та відповідні значення I , що було зроблено за допомогою функції *errorbarxy* (повний її опис знаходиться в скрипті програми) (Див. Дод. Н).

Для побудови графіка залежності запірної напруги від частоти хвилі було введено вектор значень частот хвиль ('frequency') після проходження кожного з фільтрів. Відповідні значення напруги окреслені у векторі 'U3'. Цей вектор був визначений як результат знаходження мінімальних серед значень вектора 'U' для кожного з фільтрів (реалізовано в циклі 'for', 49 рядок скрипту). Приблизна залежність $f(U)$ була визначена методом лінійної регресії (використана вбудована функція $b = \text{regress}(y, X)$, де y, X – експериментально визначені дані, b – вектор коефіцієнтів прямої регресії).

Графік $f(U)$ будується в спосіб аналогічний до способу побудови описаних вище залежностей $U(I)$ (з використанням функції *plot*). Тангенс кута нахилу прямої регресії відповідає коефіцієнту при 'x' у рівнянні цієї прямої, тобто значенню $b(2, 1)$ (рядок 94 скрипту).

4.1.5. Комп'ютерне моделювання у навчанні технічних дисциплін і фізики

Відповідно до «Філософського словника» моделювання – «науковий метод опосередкованого дослідження об'єктів пізнання, безпосереднє вивчення яких ускладнене або зовсім неможливе, шляхом теоретичного або експериментального дослідження їх моделей» [421]. Сучасний інженер нині має можливість використовувати у своїй професійній діяльності значну кількість засобів моделювання (див. табл. 4.2), які надають можливість як створювати складні динамічні системи, так і проводити над ними експерименти.

Однією з актуальних проблем сучасної науки є пошук, розроблення і впровадження у практику методів дослідження функціонування складних систем: виробничих, технологічних, енергетичних комплексів, комп'ютерно інтегрованих систем автоматизації тощо. Для цієї мети моделювання є чи не найефективнішим засобом дослідження.

Моделі в інженерній практиці відіграють подвійну роль: їх використовують або для заміни реального об'єкту у постановці експерименту, або для спрощення чи прискорення аналізу впливу певної інновації, удосконалення у проектуванні.

Сьогодні в інженерній діяльності відповідно до ступеня абстрактності (відмінності від реального об'єкта) використовуються переважно три такі типи моделей:

- моделі, що відтворюють фізичний процес, явище – натурні моделі;
- моделі, в яких використовується взаємозаміна одних об'єктів, процесів, явищ на інші зі схожими властивостями;
- моделі, що існують у вигляді математичних конструкцій.

У розробленій нами методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, відповідно до принципу варіативності у навчанні нами був застосований метод навчального моделювання як на рівні дослідження моделей–аналогій [340, с. 28], так і з метою візуалізації фізико–технічних процесів, в основу чого покладено поєднання міжпредметних зв'язків технічних та інформатичних дисциплін [338; 351; 367; 357].

Розглянемо процес комп'ютерної візуалізації процесів з використанням відповідного програмного забезпечення як оптимальний спосіб розвитку практики аналізу і синтезу з використанням можливостей алгоритмування та програмування за допомогою сучасних продуктів.

Так на одному з етапів дослідження було використано можливості середовища *Embarcadero Delphi 7.0* для створення навчальної моделі польоту тіла, кинутого під кутом до горизонту, яка є елементом курсу класичної механіки. Інструменти програми дозволяють «перетягувати» на робоче поле кнопки, поля для введення даних, поле для майбутнього графіка руху тіла, миттєвих значень кінематичних характеристик польоту; розробити для зручності користувача довідникову систему, в якій детально описано можливості програми, гарячі клавіші й опції траєкторії та кінематичних векторів. Застосовуючи простий алгоритм, користувач може змінювати значення кута чи швидкості кидання тіла, швидкості вітру й аналізувати результат, отриманий у вигляді моделі траєкторії у

(x) на графіку. Також у програму введено всі необхідні елементи наочності: вигляд польоту тіла, обчислення максимальної висоти та дальності кидання, час польоту, довідниковий матеріал для користувача. Також у будь-який момент польоту можна натиснути клавішу паузи та спостерігати відповідні значення горизонтальної та вертикальної складових швидкостей, їх векторну суму, висоту підняття, дальність польоту, кут, який складає швидкість з горизонтом. Принциповим етапом створення програми є детальне осмислення алгоритму руху тіла на підставі вже відомих рівнянь з кінематики. Частину програмного коду в *Embarcadero Delphi 7.0* наведено у праці [338, с. 263].

Для створення моделей можуть бути використані інструментальні можливості інтегрованого середовища програмування *C++ Builder*. На рис. 4.9 наведено інтерфейс програми, призначеної для моделювання руху зарядженої частинки у магнітному полі під дією сили Лоренца.

Користувач може змінювати масу і швидкість руху частинки, значення магнітної індукції, кут між вектором швидкості частинки і вектором магнітної індукції. У програмі проводиться розрахунок класичних характеристик такого руху (радіус обертового руху, крок гвинтової лінії), візуалізується траєкторія руху частинки у 3D-просторі, дозволяє обертати отриману об'ємну модель. Для аналізу розглядуваного завдання важливим, як завжди у таких випадках, є ретельний опис математичної моделі траєкторії. Фізичні і технологічні аспекти створення моделі відображені у праці [357, с. 55].

Тезу про підвищення мотивації у навчанні фізики через інтеграцію з фахово орієнтованими дисциплінами було взято за основу у процесі моделювання деяких фундаментальних законів і явищ з оптики.

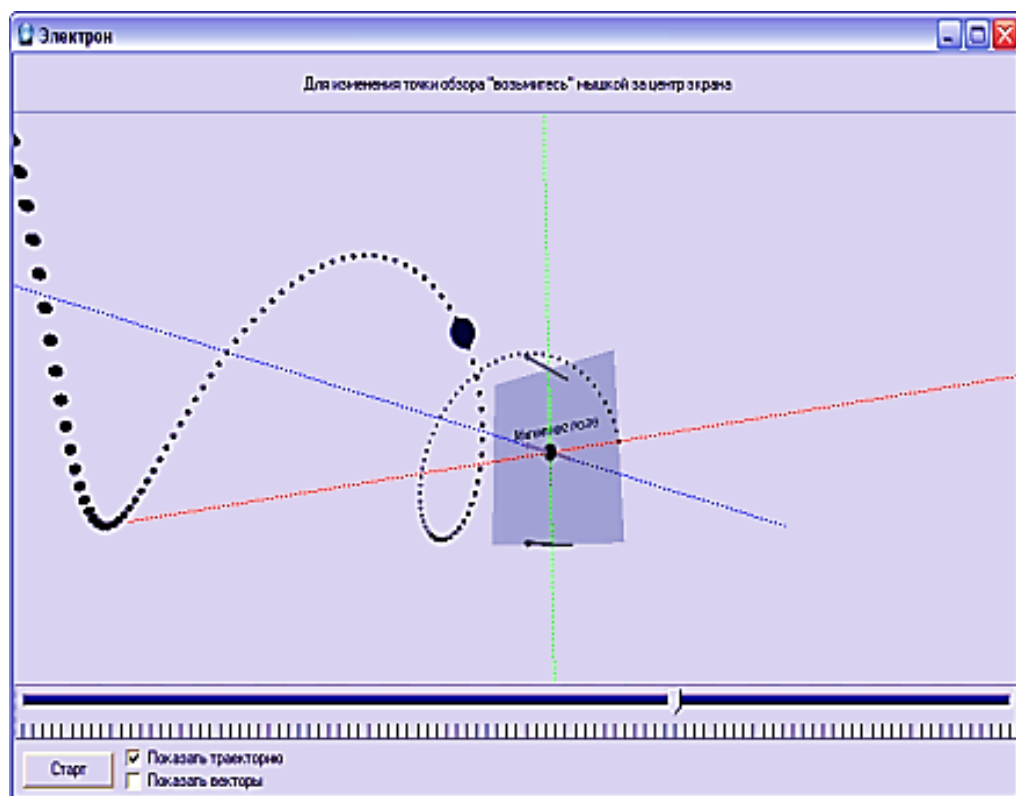
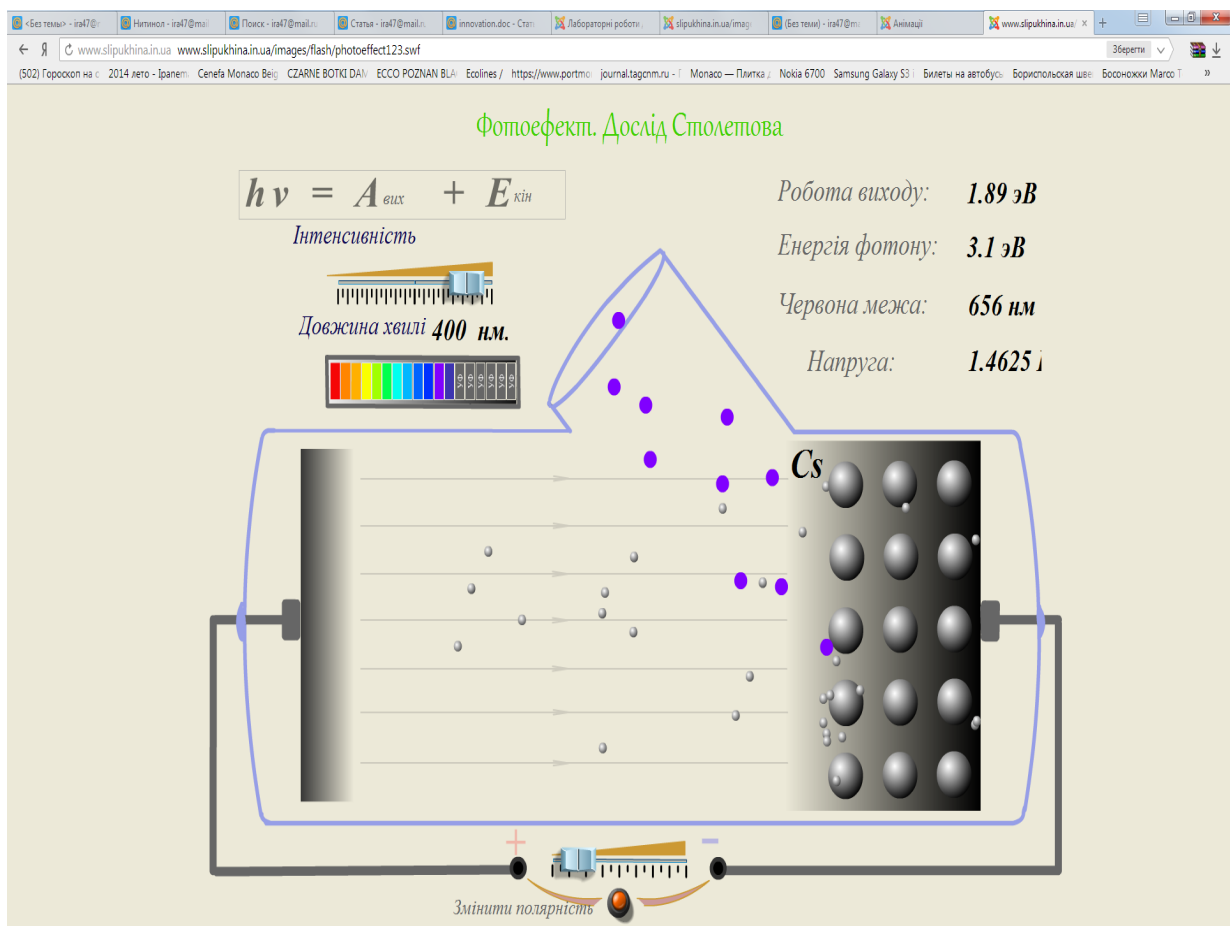


Рис. 4.9. Моделювання руху зарядженої частинки у магнітному полі

Для реалізації мети, поставленої на цьому етапі дослідження, були використані можливості середовища *Adobe Flash Professional CS 5*, однією з переваг якого є наявність векторного морфінгу, або, простіше кажучи, плавного перетікання одного ключового кадру в інший [367]. Цей факт дозволив створити мультиплікаційні сцени. Застосування мови програмування *ActionScript 3.0* забезпечило інтерактивну взаємодію користувача та програми через керуючі елементи: кнопки, повзунки, перемикачі тощо.

В основу моделювання явища фотоефекту покладено експеримент, метою якого є визначення закономірностей фотоефекту (рис. 4.10).

Програма дає можливість інтерактивного вибору користувачем довжини хвилі світла оптичного діапазону за допомогою повзунка, а також регулювання потенціометром різниці потенціалів між електродами, на підставі чого якісно та кількісно оцінюється вольт–амперна залежність $I(U)$: визначається значення струму насичення, запірної напруги, роботи виходу електрона, червоної межі фотоефекту.

Рис. 4.10. Моделювання з використанням *AdobeFlash Professional CS 5*: закономірностей фотоефекту

Для реалізації поставленої мети у головному програмному коді *Flash CS 5* відкривається цикл, у якому щодо заданих початкових параметрів уже «працює» анімація. У тілі цього циклу існує команда «слухач подій», яка реагує на натискання чи переміщення кнопок на екрані користувача.

При натисканні клавіші змінюється значення попереднього параметра і, коли програмний код у тілі циклу дійде до рядка звертання до цього параметра, анімація змінюється відповідно до нього.

Можливості *AdobeFlash Professional CS 5* були використані для моделювання дії на світло дифракційної ґратки, дослідження поляризації світла, дисперсії тощо [338, с. 264]. Із зазначеними програмами можна ознайомитися у мережі відповідно до посилання [376].

Нами було доведено, що процес проектування з подальшим створенням анімаційних моделей фізичних і фізико-технічних явищ і процесів є ефективним чинником формування ТКМІ. Розроблення інтерактивних моделей поглиблює розуміння суті фундаментальних законів, явищ, процесів у технічних дисциплінах і фізиці, оптимізує виконання лабораторних робіт студентами заочних та дистанційних форм навчання, сприяє глибшому сприйняттю техніко-технологічної картини світу.

4.2. Форми і методи навчання у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ

Форми навчання у найзагальнішому розумінні – це способи організації навчання. До форм навчання відносять індивідуальну, групову, колективну, аудиторну (лекції, семінари, практичні і лабораторні заняття) і позааудиторну форми навчання, самостійну роботу студента тощо [281, с. 519].

Як зазначено у праці [161, с. 27], інформаційно-комунікаційні технології виконують специфічні дидактичні функції, які визначають добір адекватних форм навчання. Основними серед них є такі:

- інформаційно-методичного забезпечення – доступ до великих обсягів наукових і методичних відомостей;
- організації та управління навчально-виховним процесом, що виражається у визначенні змісту, послідовності викладення навчального матеріалу, веденні контролю і оцінювання ефективності роботи студентів;
- покращення психолого-педагогічних умов навчальної діяльності, через створення можливостей для вибору студентами пріоритетних напрямів, форм і темпів навчання;
- комунікації – широкого віддаленого спілкування між усіма суб'єктами навчальної діяльності;
- автоматизації проведення експерименту, опрацювання результатів і моделювання;
- автоматизація процесів контролю і коригування результатів навчання, тестування і діагностики;
- організація навчально-наукової і наукової діяльності студентів і викладачів;
- організація інтелектуального дозвілля (дистанційних конкурсів, олімпіад).

Упровадження і системне використання у той чи інший спосіб інформаційно–комунікаційних технологій в усіх формах навчання є процесом, який наближує суб'єкт–об'єкту взаємодію у навчанні до техніко–технологічної раціональності буття людства.

Проведене нами дослідження освітнього середовища у технічному університеті показало, що сучасним формам навчання притаманна певна «гібридизація», тобто комбінація класичних форм у межах визначеного часово–просторового заняття. Таке поєднання на думку дослідників є однією з ефективних моделей навчання у вищій школі [462, с. 386].

Використання класів–студій – нова і популярна у світі форма комп'ютерно орієнтованого навчання майбутніх інженерів, яка організовується у межах невеликої групи студентів (до 10–15 осіб) у належним чином обладнаній лабораторії. Це дозволяє оптимально інтегрувати усі класичні форми навчання і застосувати у рамках одного заняття практично усі зазначені моделі.

Самостійна і активна, теоретична і практична діяльність студентів у всіх напрямках навчального процесу забезпечується удосконаленням засобів, методів і організаційних форм навчально–пізнавальної діяльності [463, с. 191].

Було з'ясовано, що метод навчання – один із найважливіших структурних компонентів навчального процесу, який поєднує мету і кінцевий результат [106, с. 532]. Найсуттєвішими ознаками методу навчання як способу, які зазначено в «Енциклопедії освіти», є такі:

- здобування відомостей (даних) та оволодіння суб'єктами навчання уміннями і навичками;
- спільна діяльність викладача і студента, а також керівництво навчально–пізнавальною діяльністю;
- сукупність упорядкованих прийомів, дій і операцій, достатніх для отримання результатів спільної діяльності викладача і студента;
- спосіб і форма руху змісту навчального матеріалу за правилами індуктивної чи дедуктивної логіки його розгортання;
- спосіб і рівень руху пізнавальної самостійності й активності студентів;
- стимулювання і мотивація учіння;
- емоційні переживання;
- формування оцінних суджень.

Методи навчання – багатостороннє і багатовимірне явище, складність однозначного і повного визначення якого пояснюється тим, що кожна видова ознака, взята окремо, характеризує один із аспектів методу навчання (педагогічний, логічний, кібернетичний, психологічний), але не розкриває всіх сторін об'єкта пізнання. Дослідженню найоптимальнішого визначення методів навчання, яке б ґрунтувалось на загальних (родових) і суттєвих (специфічних) ознаках, присвячено праці багатьох вітчизняних і закордонних педагогів, серед яких Ю. Бабанський [17], В. Безрукова [24], В. Беспалько [32], Н. Бібік [162], С. Гончаренко [69], І. Лернер [198], О. Ляшенко [206], М. Махмутов [220], І. Підласий [281], В. Сергієнко [320], В. Сиротюк [326], М. Скаткін [329] та багато інших. Дослідниками з'ясовано, що методи навчання виконують, з одного боку, освітню, розвивальну і виховну, а з другого, стимулюючу, комунікативну та

діагностико–коригуючу функції. У найзагальнішому розумінні *методи навчання* – це впорядковані способи взаємозв’язаної діяльності викладача і студента, які спрямовані на виконання навчально–виховних завдань [106, с. 531].

До складу методів навчання входять прийоми – це його елементи, які виражають разову дію, окремий крок у реалізації методу або вид власне самого методу, якщо він невеликий за обсягом або простий за структурою [281, с. 469].

У структурі методів навчання І. Підласий виділяє насамперед об’єктивну (відображення загальних дидактичних положень, вимог законів і закономірностей, принципів і правил, а також постійні компоненти цілей, змісту, форм навчальної діяльності) і суб’єктивну (особистість педагога, особливості студентів, конкретні умови) складові.

Слід зазначити, що в області методів найбільше проявляється власне творчість, індивідуальна майстерність педагога, що є сферою високого педагогічного мистецтва.

Нами було досліджено, що у дореволюційних дидактичних посібниках метод визначається як мистецтво вчителя спрямовувати думки учнів у потрібне русло й організовувати роботу за наміченим планом. Але очевидним є факт, що успішно навчають не тільки майстри імпровізації, але й суворі логіки. Отже, методи це також системи алгоритмізованих логічних дій, які забезпечують досягнення поставленої мети.

Наразі у дидактиці ще не повною мірою класифіковані методи навчання, які були б застосовні до всіх видів діяльності викладача і студента. За традиційною класифікацією, що ґрунтується на загальній ознаці – джерелі знань – методи навчання поділяються на практичні, наочні, словесні. Як зазначено у праці [281, с. 473], у ході культурного прогресу до них приєдналися книга і відеоматеріали у поєднанні з новітніми комп’ютерними системами (табл. 4.3).

За ознакою внутрішнього логічного шляху навчального пізнання деякі дослідники поділяють методи навчання на індуктивні, дедуктивні, аналітичні і синтетичні [72].

У класифікації методів навчання, запропонованій Ю. К. Бабанським, виділено три великі їх групи [17, с. 133]:

- методи організації та здійснення навчально–пізнавальної діяльності (лекція, розповідь, бесіда, наочні методи, методи демонстрації; практичні методи; проведення дослідів; проблемно–пошукові методи);
- методи стимулювання і мотивації навчально–пізнавальної діяльності (гра, змагання, спонукання);
- методи контролю і самоконтролю за ефективністю навчально–пізнавальної діяльності (лабораторні заняття, контрольні роботи, тестування).

Таблиця 4.3

Класифікація методів за джерелом знань

Назва методу	Зміст методу
Практичні	

	Натурні і віртуальні дослідження, експерименти з використанням програмного забезпечення і цифрових лабораторій, вправи, навчально-виробнича праця
Наочні	Ілюстрація, демонстрація, презентація, спостереження, екскурсія
Словесні	Пояснення, бесіда, інструктаж, лекція, дискусія, гра
Робота з книгою	Читання, дослідження, реферування, огляд, цитування, переказ, складання плану, конспектування
Відеометоди	Перегляд, відеодемонстрація, вправи під контролем «електронного викладача», тестування
Дистанційні	Використання Web-ресурсів для організації і функціонування дистанційного навчання, листування, обміну відомостями у соціальних мережах, проведення вебінарів, on-line конференцій та ін.

Проведене нами дослідження формування ТКМІ з використанням КОСФЕ ґрунтувалось на принципах особистісно орієнтованої освіти, яка передбачає, перш за все, розвиток готовності і здатності студентів до самостійного здобування знань, умінь, навичок і відповідних компетенцій / компетентностей. Тому у побудові методичної системи нами була використана класифікація методів навчання, запропонована І. Лернером [198] і М. Скаткіним [329], яка ґрунтується на типах (характерах) самостійної пізнавальної діяльності й містить такі основні їх групи:

- пояснювально-ілюстративний (інформаційно-рецептивний);
- репродуктивний;
- проблемний виклад;
- частково-пошуковий (евристичний);
- дослідницький.

Розглянемо деякі приклади і особливості застосування цих методів методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

4.2.1. Лекції у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ

Лекція є провідною формою організації навчального процесу з технічних дисциплін, в якій поєднується активність суб'єктів навчання: викладачів і студентів. Керівна роль в цьому процесі, однак, належить викладачеві, який організовує і спрямовує навчальну діяльність у потрібному руслі. У методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ професіоналізм і здатність до постійного саморозвитку викладача є визначальною складовою компонентою організаційно-педагогічних умов її функціонування. Використання складових компонентів КОСФЕ на лекційному занятті може бути використане як для демонстрації сучасного лабораторно-дослідницького обладнання і його можливостей так безпосередньо для наочності у постановці конкретних дослідів, що стосуються тематики лекції. За необхідності викладач може зупинитися і на процесі збору і опрацювання отриманих експериментальних даних.

У розробленій нами методичній системі для підвищення ефективності сприйняття навчального матеріалу з використанням інформаційно-рецептивного

(пояснювально–інформативного) методу навчання, до якого, зокрема належить лекція, нами використовувалися *елементи* мультимедійної презентації. Зазначений спосіб організації лекції поєднаний із класичним «живим» спілкуванням з аудиторією має очевидні ефективні технологічні аспекти, серед яких слід зазначити такі:

- інтерактивний спосіб навчання під керівництвом викладача, який дозволяє використовувати одночасно кілька каналів сприйняття навчальної інформації, підтримує і активізує увагу, що сприяє глибшому розумінню матеріалу;
- демонстрація якісного ілюстративного матеріалу (графіків, схем, діаграм, анімацій процесів і явищ тощо);
- постановка реальних дослідів з використанням цифрових лабораторій, що й було використано нами у розробленій системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Зауважимо, що з середини 70–х років ХХ ст. й дотепер розвивається спосіб подання навчального матеріалу у вигляді відеолекцій або відео уроків – лекцій у форматі відеофільму, в якому чергуються пояснення, демонстрації, відео фрагменти, досліді. Слід нагадати, що створення відео фонду уроків з фізики у вітчизняній педагогіці пов'язане з ім'ям Є. В. Коршака.

На лекції широко використовується пояснювально–ілюстративний (інформаційно–рецептивний) методу навчання. Значимо, що у багатьох випадках пізнавальна діяльність студентів, яка організована викладачем на основі цього методу призводить до запам'ятовування готових знань і їх безпомилкового відтворення у подальшому, яке може бути й неусвідомленим. Такому методу навчання часто відповідає не досить високий рівень розумової активності.

До ознак інформаційно–рецептивного методу належать такі:

- знання студентам пропонуються у «рафінованому» вигляді;
- викладач різними способами організує сприйняття цих знань;
- студенти сприймають і осмислюють знання, фіксують їх у пам'яті.

При рецепції використовуються всі джерела даних (слово, наочність тощо), логіка викладу може розвиватися як індуктивним, так і дедуктивним шляхом. Діяльність педагога в цих умовах обмежується організацією сприйняття знань.

За вищого рівня напруженості мислення студентів, коли знання є результатом власної творчої пізнавальної праці, має місце евристичний або ще вищий – дослідницький метод навчання.

Зазначимо, що демонстрація, ілюстрація і спостереження – група наочних методів навчання, які широко можуть бути використані у всіх формах (лекціях, практичних заняттях, лабораторних практикумах) та передбачають показ предметів, явищ і процесів в їх натуральному вигляді, динаміці, дії (механізму в дії, явища тощо).

Відомо, що ілюстрація як метод навчання передбачає показ предметів і процесів в їх символічному зображенні (фото, малюнки, схеми, графіки та ін.). Спостереження можна розглядати як самостійний метод і як прийом у застосуванні інших методів. Спостереження передбачає сприйняття певних

предметів, явищ, процесів у природному, виробничому середовищі, в соціумі без втручання в ці явища і процеси (спостереження за виробничими процесами, фізичними явищами, дією технічних засобів).

З метою формування компонент ТКМІ методами наочності нами розроблені лекційні демонстрації з використанням елементів КОСФЕ [376], які супроводжуються графічною візуалізацією даних. Паралельно студентів можна ознайомлювати з принципами фіксації, доборою необхідної частоти і тривалості запису даних. Зазначимо, що така форма організації навчання сприяє активному сприйманню навчальних даних

На прикладі демонстрації спостереження явища точки Кюрі – температури фазового переходу II роду, пов'язаної із стрибкоподібною зміною властивостей симетрії речовини (наприклад, магнітної – у феромагнетиках, електричної – у сегнетоелектриках, кристалохімічної – в упорядкованих сплавах) розглянемо технологію постановки демонстраційного експерименту як елементу лекції у розробленій нами методичній системі.

Наводимо короткі теоретичні відомості про те, що явище назване на честь честь П. Кюрі і за температури нижчої за точку Кюрі феромагнетика мають мимовільну (спонтанну) намагніченість і певну магнітно-кристалічну симетрію. У точці Кюрі інтенсивність теплового руху атомів феромагнетика виявляється достатньою для руйнування його мимовільної намагніченості («магнітного порядку») та зміни симетрії, внаслідок чого феромагнетик стає парамагнетиком.

Тема демонстрації: Перехід феромагнетика в парамагнетик при досягненні температури Кюрі

Метою проведення експерименту є демонстрація переходу феромагнетика в парамагнетик при досягненні температури Кюрі, що спостерігається у зміні форми петлі магнітного гістерезису.

Обладнання: установка демонстраційна ФДЕ001М, парафінова свічка, датчик напруги DT001, датчик напруги DT019, датчик струму DT005, датчик температури DT025, з'єднувальні дроти, джерело струму (змінний), АЦП NOVA LINK, ПК (рис. 4.11).

Програмне забезпечення: *MultiLab*.

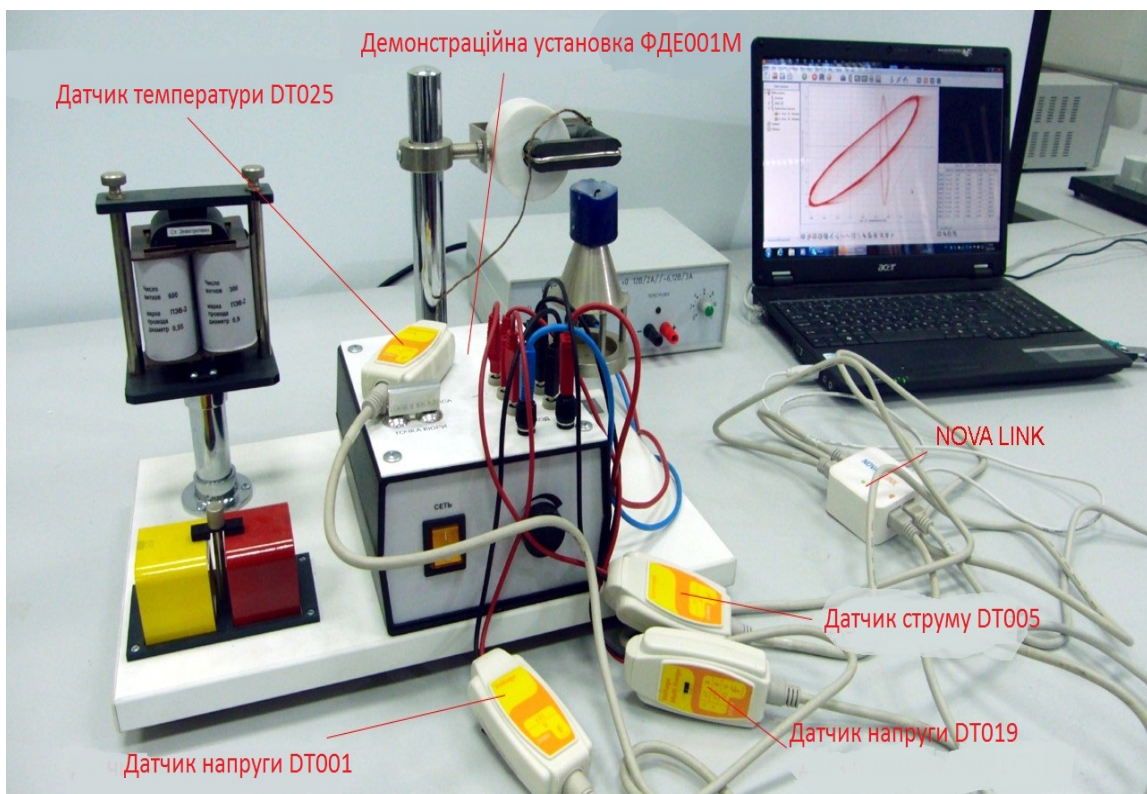


Рис. 4.11. Лабораторна демонстрація: спостереження температури фазового переходу II роду

Підготовка експерименту

- Встановлюємо на столі демонстраційну установку ФДЕ001М.
- Закріплюємо в розрізі феромагнітного сердечника датчик температури.
- З'єднуємо установку з джерелом струму, задіявши вихід змінної напруги 12 В.
- Приєднуємо датчики напруги до виходів x і y установки.
- Приєднуємо датчик струму до виходу амперметра установки.
- Встановлюємо ключ на регулюючому блоці в положення «Точка Кюрі» (вмикаємо трансформатор з феритовим сердечником).
- Вмикаємо тумблер на блоці управління і встановлюємо змінний резистор в середнє положення.
- З'єднуємо АЦП з USB входом ПК.

- З'єднуємо датчики напруги та струму з АЦП, задіявши перший, другий і третій вхід.

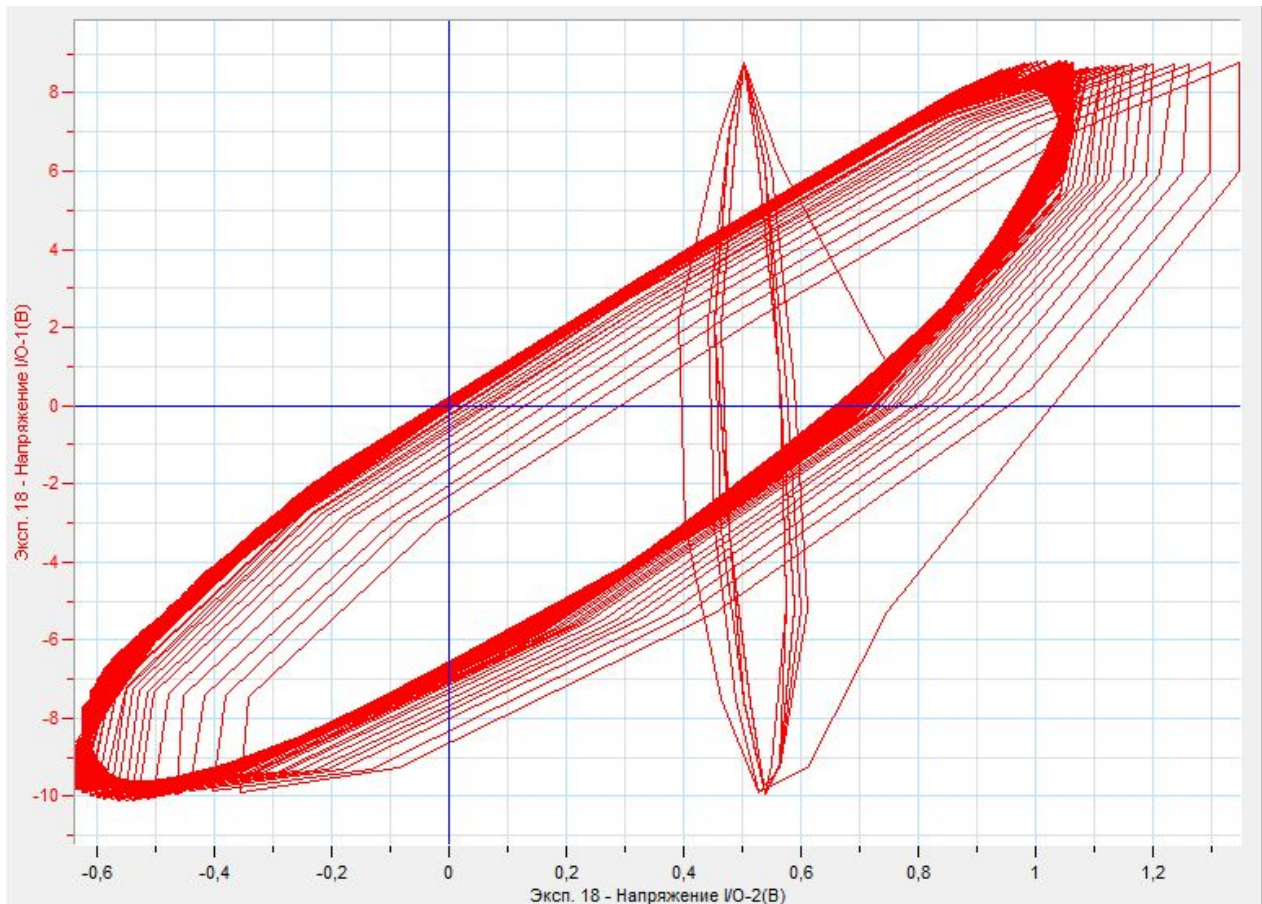


Рис. 4.12. Петля гістерезису для типового феромагнетика і зміщена петля при переході в парамагнітний стан

Програмні установки

- Запускаємо програму *MultiLab*.
 - Відкриваємо вкладку «Реєстратор» – «Налаштування реєстратора», і переконаємося, що датчик розпізнано і підключено до входу.
 - Обираємо у списку «частоту замірів» – 500 вимірювань за секунду. У подальшому доцільним буде продемонструвати, яким чином впливатиме зміна частоти вимірювань на їх якість
 - Обираємо час вимірювань – безперервно. У подальшому демонструємо інші опції вибору часу і зміни, які при цьому відбуваються.
 - Натискаємо «Завершити».
- Підготовка експерименту*
- Натискаємо кнопку *Пуск*. При цьому графік температури повинен бути горизонтальним, інші графіки – синусоїдальними.
- Проведення експерименту*
- Обираємо кнопку «Новий експеримент».
 - Натискаємо кнопку «Пуск».

- Запалюємо свічку, і встановлюємо на підставці під феритовим сердечником трансформатора.
- Спостерігаємо отриману картину і натискаємо «Стоп» тоді, коли температура сердечника досягне 120°C .
- Встановлюємо *перший і другий курсори* на початок спочатку графіків, вибравши інтервал 2–3 с. Виконуємо обрізання графіків.
- Обираємо кнопку «Редагування графіка».
- Обираємо вісь x – напруга 1, y – напруга 2.
- На екрані отримується стабільна у часі петля гістерезису для типового феромагнетика.
- Повертаємося до повних графіків, натиснувши кнопку «Автомасштаб».
- Встановлюємо *перший і другий курсори* на початку графіків, обравши інтервал 2–3 с. Виконуємо обрізання графіків.
- Обираємо вісь x – напруга 1, y – напруга 2.

На екрані отримується петля гістерезису для типового феромагнетика і зміщена петля, для переходу в парамагнітний стан (рис. 4.12).

За участі студентів коментуємо отриманий результат.

Напруги, одержувані на демонстраційній установці, пропорційні до індукції магнітного поля, що виникає в первинній та вторинній обмотках котушки трансформатора. Присутність феритового осердя дає можливість зафіксувати магнітний гістерезис. При нагріванні феритового осердя перехід феромагнетика в парамагнетик відбувається при температурах $110 - 120^{\circ}\text{C}$.

На лекційних заняттях іноді доцільним є презентація студентами своїх власних проектів, що охоплюють різноманітну фізико–технічну тематику. Наприклад, для студентів першого курсу цікавими виявилися теми для самостійного дослідження «Мікрохвильова піч: за і проти», «Міжнародна служба спасіння КОСПАС–SARSAT», «Прилади сканування в терміналах аеропортів» тощо.

Однак, слід пам'ятати, що результати досліджень когнітивного навантаження доводять, що існує небезпека неправильного використання програми *PowerPoint*. Презентації та доповіді із застосуванням цієї програми дуже часто зводять до промовлянь коротких рядків–тез (булітів), які одночасно демонструють на екрані. Встановлено, що мозок людини краще оперує з відомостями у тих випадках, коли вони надходять або тільки в усній, або тільки у письмовій формі (не в обох формах одночасно). Зачитування слів, що проєктуються на екран, є набагато менш ефективним, оскільки створює значне навантаження на робочу пам'ять.

Професор Єльського університету Едвард Тафт у ряді робіт доводить, що *PowerPoint* за своєю природою стимулює розвиток «помилково–аналітичного» мислення, тобто людина замість конструктивного і змістовного обміну даними прагне викласти дані у вигляді надлаконічних гасел, позбавляє доповідача відповідальності логічно узгоджувати подані відомості як єдине ціле [488].

4.2.2. Репродуктивно–алгоритмічний метод навчання у КОСФЕ

В ході дослідження було проведено оцінювання ефективності репродуктивного методу навчання у процесі проведення експерименту з використанням цифрових лабораторій на етапі початкового ознайомлення студентів з можливостями датчиків, АЦП та програмного забезпечення.

Репродуктивно–алгоритмічний метод навчання характеризується такими ознаками:

- знання студентам пропонуються у «рафінованому» вигляді (як і в інформаційно–рецептивному методі);
- викладач не тільки доносить, подає знання, а й пояснює їх;
- студенти свідомо здобувають знання, розуміють їх і запам'ятовують; критерієм засвоєння є правильне відтворення (репродукція) знань;
- міцність засвоєння забезпечується шляхом багаторазового повторення.

Головна перевага даного методу, як і інформаційно–рецептивного, – економність. Він забезпечує можливість передачі значного обсягу знань, умінь за мінімально короткий час і з невеликими витратами зусиль. Міцність знань, завдяки можливості їх багаторазового повторення, може бути значною.

Репродуктивно–алгоритмічний метод навчання є важливим для формування здатності майбутніх інженерів до побудови алгоритмів – системи правил для розв'язання певного класу задач [72]. При цьому студенти технічного університету повинні вирізняти не лише суттєві ознаки і властивості певних об'єктів, а й алгоритми, за якими вони поєднуються зі специфічними інженерними діями, необхідними для розв'язування задач.

Практика показала, що у такому разі ефективним є створення інструкції до лабораторної роботи у вигляді *технологічної карти*, застосування якої значно спрощує процедуру проведення дослідження з використанням нового обладнання, надає економію зусиль і часу. Розглянемо приклади організації лабораторного дослідження з використанням цифрової лабораторії *PHYWE*, яке передбачає використання технологічних карт.

Тема роботи: Дослідження коливного руху фізичного маятника

Мета роботи. Дослідити характеристики і залежності коливного руху фізичного маятника.

Короткі теоретичні відомості.

За допомогою датчика оборотного руху вимірюється кут відхилення маятника. У роботі використовується маятник, виготовлений із жорсткого металевого стрижня з циліндричним вантажем, що кріпиться до кінця стрижня (рис. 4.13). Період коливань фізичного маятника визначається за формулою:

де: l – довжина маятника; g – прискорення вільного падіння; m – маса маятника; I – момент його інерції.

Із попереднього лекційного матеріалу відомо, що момент інерції маятника – це сума моментів інерції стрижня та вантажу:

де l – довжина маятника; m_1 – маса стрижня; m_2 – маса вантажу.

Обладнання: портативний комп'ютер *NOVA 5000* або ПК з програмним забезпеченням *MultiLab*; АЦП *NOVA LINK*; датчик обертального руху; вантаж із кріпленням; сталевий стрижень; штатив з правосторонньою лапкою.

Підготовка до лабораторної роботи:

Відкрити програмне забезпечення *MultiLab*.

Приєднати датчик оборотного руху до роз'єму 1 (I/O-1) *NOVA 5000* або через АЦП *NOVA LINK* до ПК з програмним забезпеченням *MultiLab*.

Зібрати обладнання для дослідження так, як це показано рис. 4.13.

Натиснути кнопку «Налаштування» на основній панелі і встановити параметри вимірювання в установках для реєстратора даних (*датчики*: роз'єм 1: оборотного руху; *частота*: 25 вимірювань за секунду; *вимірювання*: 1000 вимірювань).

Хід роботи:

1. Виміряти масу стрижня і записати її значення у таблицю.
2. Виміряти масу вантажу і записати її значення у таблицю.
3. Виміряти довжину маятника і записати її значення у таблицю.
4. Натиснути кнопку «Старт» на верхній панелі для початку реєстрації даних.
5. Відхилити маятник від положення рівноваги і дати йому можливість вільно коливатись.
6. Після закінчення реєстрації, натиснути кнопку «Додати до проекту» на панелі графіків.
7. Натиснути кнопку «Зберегти», щоб зберегти проект.

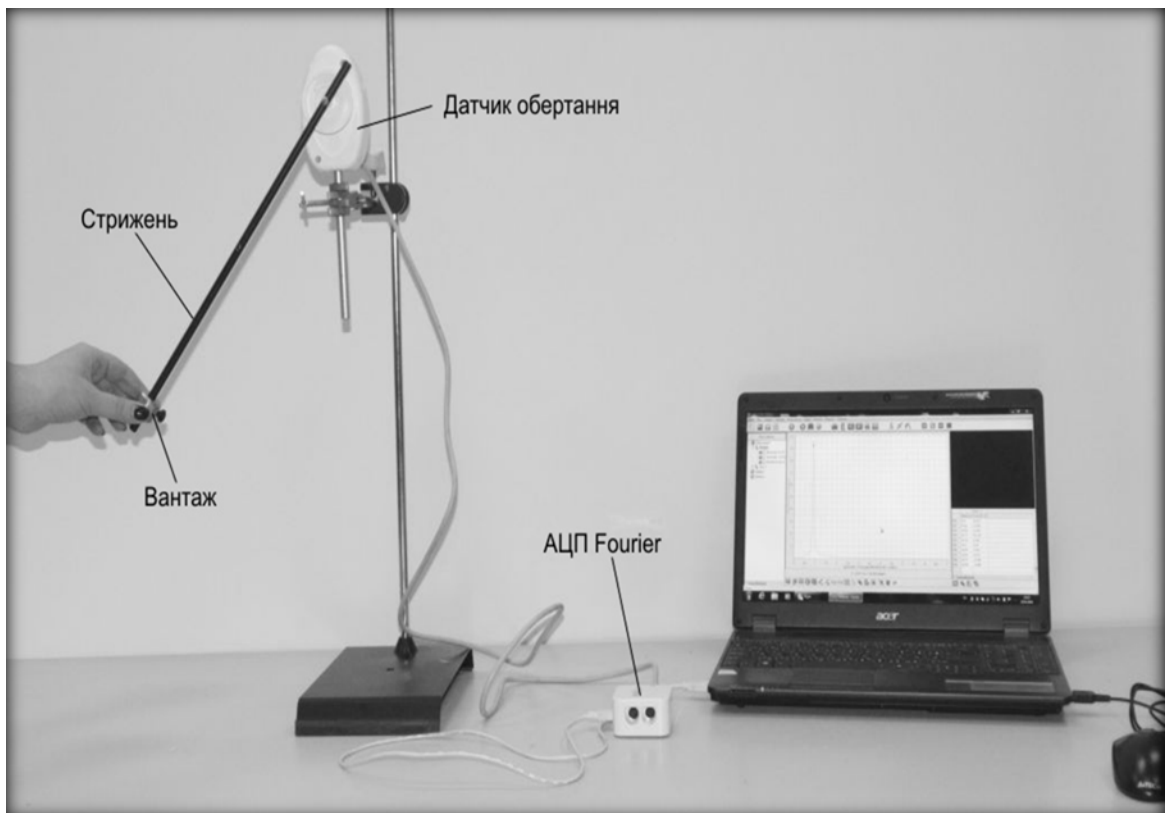


Рис. 4.13. Дослідження характеристик коливного руху фізичного маятника

Примітка: *MultiLab* створює імена за замовчуванням для кожного графіка, який додається до проекту. Щоб змінити таке ім'я, потрібно натиснути «Інструменти», потім на полі «Назва графіка», увести нове ім'я у полі редагування «Назва графіка», а потім, натиснувши *OK*, зберегти проект.

Аналіз результатів експерименту

- 1) Використати інструмент «Збільшити для вибору» для відображення чотирьох чи п'яти періодів коливання (рис. 4.14).
- 2) Використати курсори для вимірювання періоду T та частоти ν коливань і записати ці значення у таблицю.
- 3) Розрахувати момент інерції маятника.

Застосувати для аналізу даних перетворення Фур'є. Для цього:

- 1) натиснути «Майстер аналізу» на основній панелі;
- 2) у меню «Функції» обрати «Перетворення Fourier». Натиснути ОК.

Натиснути кнопку «Додати до проекту» на панелі графіків, а потім обрати пункт меню «Зберегти».

Необхідно скористатися курсором, щоб виміряти основні компоненти перетворення і побачити, що вони відповідають частоті, знайденій у пункті 2.

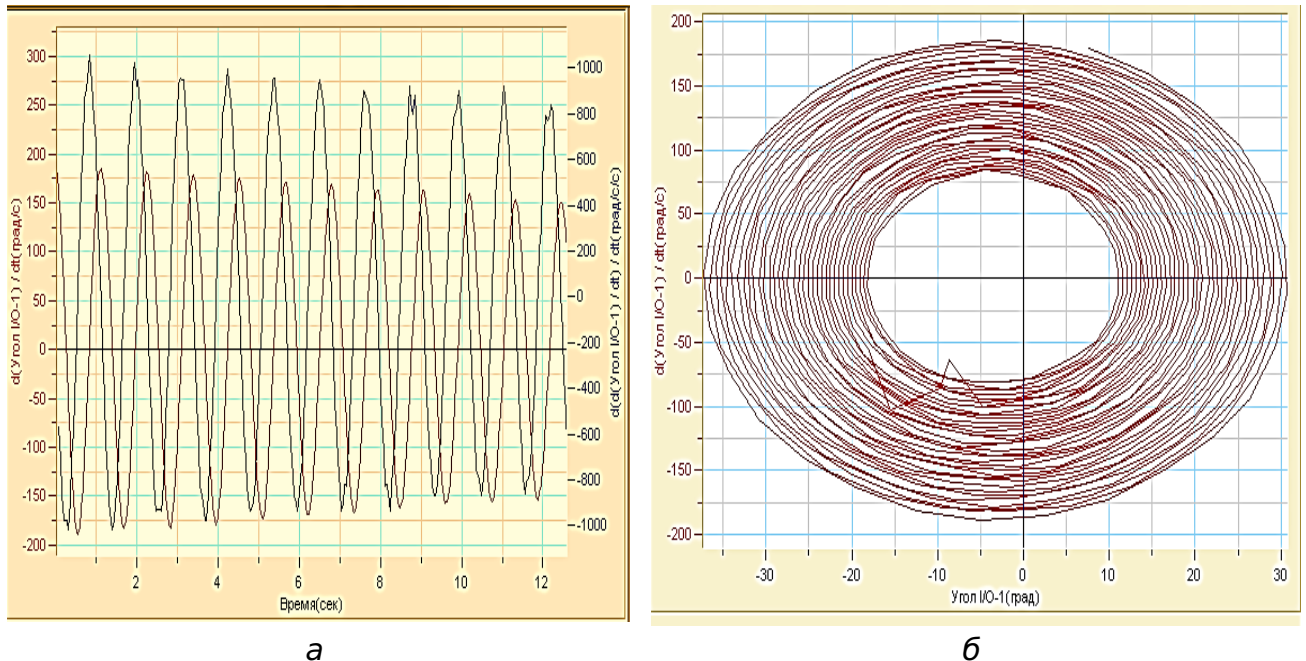


Рис. 4.14. Експериментальні графіки залежності:

$$а - \omega = f(t) ; б - \omega = f(\varphi)$$

Створити графік залежності кутової швидкості від часу ($\omega = f(t)$). Для цього потрібно:

- відобразити початковий графік, обравши його значок на карті даних, потім натиснути «Показати»;
- скористатися кнопкою «Похідна» на основній панелі. Типовий вигляд отриманого графіку зображено на рис. 4.14 (а).

Дослідити залежність ($\omega = f(\varphi)$). Для цього потрібно скористатися кнопкою «Формат графіку» на графічній (нижній) панелі і установити відповідність фізичних величин до осей координат. Вигляд типової залежності зображено на рис. 4.16 (б).

Скористатися кнопкою «Додати до проекту» на панелі графіків, а потім використати опцію «Зберегти».

Провести аналіз графіка і зробити висновки.

Додаткове завдання

Провести дослідження руху маятника за великих кутів відхилення (більших за 90°). Чи будуть такі коливання гармонічними?

Цікавим є також такий підхід до організації лабораторного дослідження за якого експеримент проводять двома (трьома) способами: за допомогою віртуального середовища (моделей); з використанням натурального експерименту з подальшим опрацювання даних на основі програмного забезпечення; на основі натурального експерименту з опрацюванням даних з використанням, наприклад, калькуляторів. У подальшому студентам пропонується порівняти результати усіх варіантів виконання і зробити висновки, що створить певну проблемну ситуацію, яка потребуватиме вирішення виявлених розбіжностей.

4.2.3. Частково–пошукові методи і етапи трансформації лабораторних завдань до творчого рівня

Метод проблемного викладу є перехідним від відтворювальної до творчої діяльності. Викладач формулює і показує шлях дослідження проблеми навчального характеру, викладаючи її розв'язання від початку до кінця. У цьому методі навчання студенти навчаються вирішувати проблеми, спостерігаючи це на певних прикладах.

Показано, що характерними ознаками *частково пошукового* (евристичного) методу навчання є такі:

- знання студентам потрібно здобувати самостійно;
- викладач за допомогою різноманітних способів організовує пошук нових знань;
- студенти самостійно міркують під керівництвом викладача, вирішують пізнавальні завдання, створюють і розв'язують проблемні ситуації, аналізують, порівнюють, узагальнюють, роблять висновки тощо, у результаті чого у них формуються усвідомлені міцні знання про спостережувані фізико–технічні об'єкти.

Метод отримав назву частково пошукового тому, що студенти не завжди можуть самостійно вирішити складну навчальну проблему від початку і до кінця: частину знань повідомляє викладач, відповідаючи на запитання або скеровуючи хід виконання у правильному напрямі.

Переважну більшість експериментальних робіт можна організовувати у такий спосіб, який передбачає їх трансформацію від пояснювально–репродуктивного до дослідницького. Розглянемо цей процес на прикладі наступної лабораторної роботи.

Тема роботи: Дослідження особливостей руху рідин у водяному вирі

Вир – це круговий спіральний рух води (рідини). Там, де є складна система течій, завжди виникають вири, які є не просто обертальним рухом по колу, а рухом по спіралі. Спіраль – це форма, якій притаманні значні енергетичні властивості. Вважається, що спіралі відповідає високо інтенсивне торсійне поле.

Мета дослідження полягає у визначенні характеру і особливостей руху елементів рідини у вирі, що обумовлює завдання: дослідити залежності швидкості руху елементів рідини від радіуса обертання (від відстані до центру виру) і швидкості обертання елементів рідини від часу.

У дослідженні використовують: кристалізатор з магнітним перемішувачем (для створення стійкого у часі виру), Web–камера для фіксації результатів

спостереження, рідина (вода), мелена кава (для маркування елементів рідини), ПК із встановленою програмою *Tracker*.

Обладнання налаштовують так, щоб Web-камера розташовувалась паралельно до поверхні рідини і створювала її чітке зображення (рис. 4.15).

Після увімкнення установки магнітний перемішувач створює вихор, зображений на рис. 4.16. Розтрушена мелена кава по поверхні рідини (води) робить вир «видимим», що дає змогу здійснити відеозапис руху частинок на поверхні рідини.



Рис. 4.15. Дослідження особливостей руху рідин у водяному вирі: лабораторна установка

У програмі *Tracker* проводять маркування виокремлених ділянок рідини (часточок кави) у кожному окремому кадрі й виконують відеоаналіз отриманих табличних даних $x(t)$, $y(t)$, а також будують за допомогою інструментів *Tracker* залежність $v(t)$ для декількох виділених частинок (рис. 4.16). Здобуті дані заносять у таблицю *Excel* і на їх основі будують експериментальну залежність $v(r)$.

Таке завдання можна трансформувати від репродуктивного рівня (спостереження $v = f(r)$) до творчого. З цією метою пропонують дослідити вказану залежність при зміні температури рідини; її в'язкості; зміні швидкості обертання перемішувача та інше; провести аналіз отриманих залежностей. В цьому випадку завдання трансформується від репродуктивно-алгоритмічного типу до частково-пошукового.

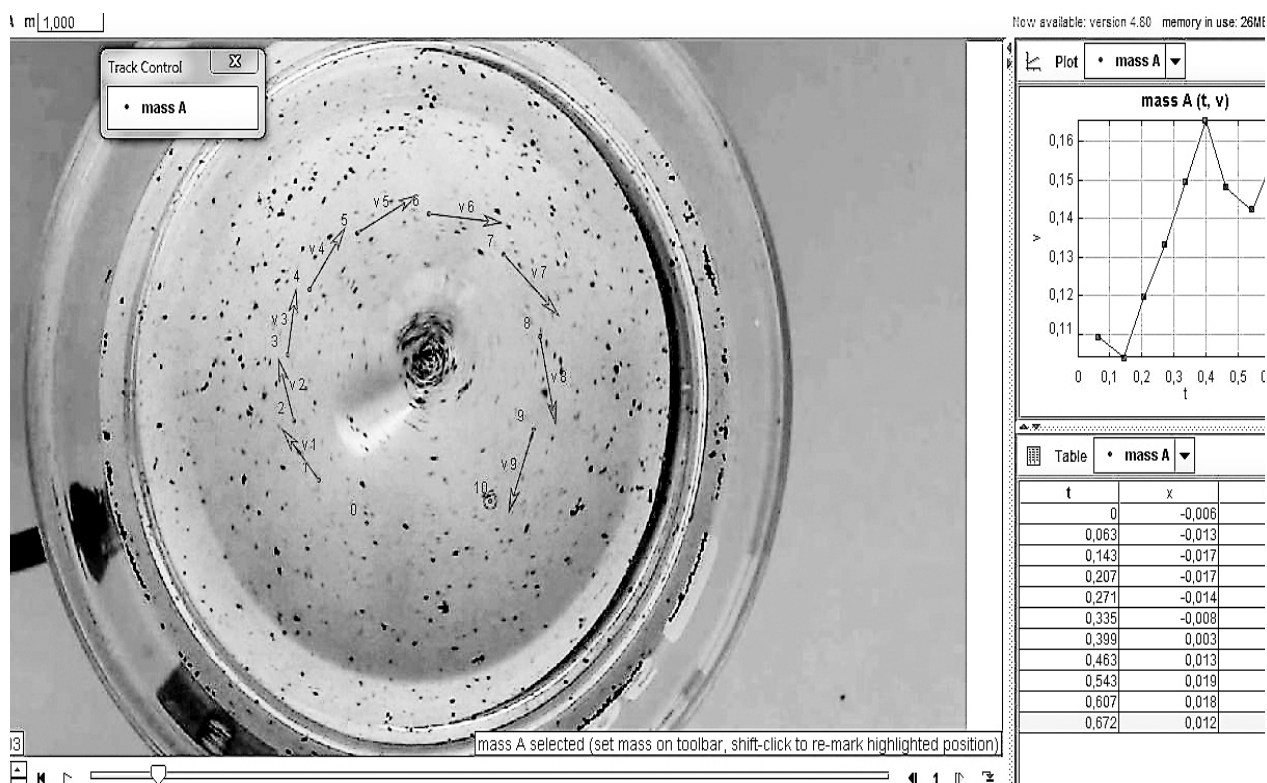


Рис. 4.16. Дослідження розподілу швидкостей у водяному вирі: опрацювання результатів з використанням програмного забезпечення *Tracker*

4.2.4. Дослідницькі і проблемно орієнтовані методи навчання

Дослідницький метод у навчанні – метод залучення суб'єктів навчання до самостійних і безпосередніх спостережень, на основі яких вони встановлюють зв'язки предметів і явищ, пізнають закономірності, роблять висновки і аналізують похибки. Наявність елементів дослідження виховує ініціативність, допитливість, стимулює процеси мислення, потребу у самостійних пошуках та позитивно впливає на розвиток усієї ієрархії компетентностей [72, с. 212].

Навчально-дослідницька діяльність студентів пов'язана з пошуком відповіді на творче, пошукове завдання, часто зі заздалегідь невідомим результатом. Вона передбачає наявність основних етапів, характерних для дослідження у науковій сфері: формулювання проблеми (питання, яке потребує вирішення); висунення гіпотези (передбачення того, у який спосіб має бути розв'язана проблема); перевірку гіпотези (збір даних та їх аналіз); інтерпретацію здобутих результатів (зіставлення результатів і гіпотези, висунутої на початку дослідження); висновків про достовірність вихідних припущень.

Дослідницький метод навчання характеризується наступним:

- викладач разом із студентами формулює проблему;
- студенти самостійно здобувають знання у процесі дослідження поставленої проблеми, порівнюють різні варіанти можливих відповідей; самостійно визначають засоби для досягнення мети дослідження;
- викладач оперативно керує процесом вирішення проблемного завдання;

- навчальний процес у цьому разі є високо інтенсивним, супроводжується підвищеним інтересом, отримані знання відрізняються глибиною, міцністю, дієвістю.

У педагогічній практиці організаційно–методичний аспект проблемного навчання виглядає таким чином. Студенти розподіляються на невеликі групи по три–чотири особи в одній групі. Після отримання завдання студенти самостійно:

- виявляють структуру розв’язання проблеми (розробляють план);
- визначають пріоритетності низки навчальних запитань (в основному цей процес складається з обговорення фактів – того, що відомо про проблему, виявлення прогалин у наявних даних, висування гіпотез і дослідження тих питань, у яких студентам бракує знань;
- навчаються у межах заявленої проблеми, консультуються з викладачем з приводу питань, які у них виникають у процесі виконання роботи.

Дослідження вітчизняного і зарубіжного педагогічного досвіду показало, що поетапно методика проблемного орієнтованого навчання технічних дисциплін і фізики найчастіше виглядає наступним чином [458]:

- 1) читання завдання: ознайомлення із ситуацією;
- 2) брифінг (метод «мозкового штурму»): викладач як посередник керує обговоренням проблемних тем;
- 3) формування груп і визначення основних правил: поділ студентів на невеликі групи з урахуванням побажань студентів та їх «вхідного» рівня знань;
- 4) обговорення і дослідження проблеми: кожна група проводить час разом в обговоренні проблеми, пошуку відомостей з різних ресурсів, у тому числі книг, журналів, матеріалів мережі Інтернет тощо;
- 5) аналіз результатів: студенти збирають і аналізують усі здобуті дані, на підставі чого роблять певні висновки;
- 6) звіт і презентація: кожна група–розробник готує повний текст доповіді, а також презентує його для однокурсників і викладача, чим значно просувається у майстерності донесення інформації до слухачів; заслуховуються запитання аудиторії (що також оцінюється) та відповіді дослідників;
- 7) підсумкове оцінювання: викладач (експерт) оцінює доповіді, презентації й аналізує роботу команди.

Розроблення проблемних завдань, які складають банк завдань, є ядром організації процесу проблемного навчання, щодо якого розвивається педагогічна система і відповідне їй освітнє середовище [182].

Наприклад, розглянуті у праці [362] інтерпретації фізичних задач дозволяють більш глибоко усвідомити зв’язок між проблемами реального світу з його розмітістю трактувань і взаємозв’язків, з якими людство стикається у повсякденному житті, з фізичними законами, явищами тощо.

Даний метод навчання передбачає творче засвоєння знань. Його недоліками є значні витрати часу та енергії як студентів так і викладачів, які повинні мати досить високий рівень педагогічної кваліфікації і проводити значну підготовчу роботу (див. п. 3.2). Наведемо приклад проблемно орієнтованого методу навчання, продемонструвавши чотири етапи (версії) трансформації класичної фізико–технічної задачі у проблемно орієнтовану.

Перша версія завдання заохочує студентів до підстановки числових значень у формули, при цьому якнайменше міркуючи над змістом задачі. Подальші версії дедалі більше залучають студентів до дослідження і, відповідно до значно глибшого вивчення проблеми.

Умова задачі. Астероїд 216 «Клеопатра» був виявлений наземними радарями. Із відбитих ним сигналів було зроблено висновок, що він має форму, подібну до кістки або гантелі. Радіосигнали були досить сильними, унаслідок чого висунуто припущення, що астероїд багатий на залізні і нікелеві руди, основна маса яких може міститися на його шишкуватих кінцях. Астероїд стикається з астрономічним тілом, набагато меншим від нього (іншим астероїдом або метеоритом). Яким буде характер руху астероїда після зіткнення [489]?

Версія 1. Густина астероїда можна вважати рівною 3000 кг/м^3 . Моделюємо астероїд, як тіло, подібне до «гантелі», що складається з двох куль, розділених стрижнем. Використовуючи теорему Штейнера, знаходимо момент інерції кожної кулі, нехтуючи масою стрижня. Припускаємо, що зіткнення є непружним, і тіла «прилипають» один до одного після удару. Масою і моментом інерції меншого тіла після удару можна знехтувати. Використовуємо закон збереження імпульсу і моменту імпульсу для обчислення кількості руху (імпульсу) астероїда «Клеопатра» після удару.

Версія 2. Можна припустити, що астероїд має таку ж саму густину, що й метеорити, збагачені залізом. Розглядаємо спрощену модель розподілу маси астероїда, наприклад, як гантелі або штанги, або як комбінацію з них. Знаходимо значення моменту інерції відносно осі, що проходить крізь його центр мас. Яким буде зіткнення: пружним чи непружним?

Версія 3. Оцінюємо густину астероїду на основі наведених вище даних та з будь-яких інших доступних джерел. (Посилатися на джерела потрібно в повному обсязі). Визначаємо момент інерції астероїда. Кількісно описуємо рух «Клеопатри» після удару.

Версія 4. Наводимо вирізку з газети. «Заголовок. Астероїд на зустрічному курсі? На фотографіях, зроблених космічним телескопом *Hubble*, видно перші знімки астероїда 216 «Клеопатра», який рухається зустрічним курсом з невеликим метеоритом. Така подія зіткнення спостерігається вперше після того, як це трапилося з кометою Шумейкера–Леві у минулому столітті. Інтерес викликає те, що може трапитися з астероїдом у результаті зіткнення. Відомості про характер і особливості траєкторії астероїда постійно оновлюються на новому сайті NASA».

На заняттях можуть також використовуватися альтернативні формулювання коротких проблем, приклади яких наведено у [341].

Навчальний матеріал окремо взятої теми з курсу загальної фізики, наприклад «Ефект Доплера», може стати основою для організації проблемно орієнтованого навчання.

Для цього викладач повинен перенести акцент у діяльності студентів (бажано, у міні-групах) на детальному розгляді практичного, технологічного (технічного) використання ефекту Доплера, що було зроблено у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ у навчанні майбутніх

бакалаврів напрямів підготовки «Біомедична інженерія», «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», «Електронні пристрої та системи» [339].

Для проведення досліджень студентам пропонувалися такі напрями:

- *бортові вимірювачі* (доплерівські вимірювачі швидкості та зносу для визначення вектора шляхової швидкості літака, гелікоптера);
- *технологічні вимірювачі* (вимірювачі швидкості переміщення твердих тіл (лазерні) та вимірювачі швидкості потоку рідких або сипучих середовищ (ультразвукові та лазерні, у тому числі ультразвукові витратоміри), наприклад, *Pocket Radar* – перший у світі кишеньковий радар, який виготовлено із застосуванням передових технологій, габарити якого не перевищують розмірів долоні);
- *діагностична медицина* (ультразвуковий вимірювач швидкості кровотоку, лазерний аналізатор для неінвазивної діагностики мікроциркуляційного кровообігу (флуометр), УЗД–доплертомографи; фетальні доплери);
- *вимірювачі для контролю транспортних потоків* (радіолокаційні та лазерні) відомі як поліцейські радари;
- *метеорологічні та гідроакустичні доплерівські вимірювачі* у гідрології, океанології для вимірювання швидкості течії повітряних і водяних мас;
- *охоронні сигналізації на основі доплерівських датчиків* (найрезультативніший і оптимальний пристрій для виявлення руху всередині приміщення);
- *визначення координат наземних об'єктів* (супутникова система КОСПАС–SARSAT, координати аварійного передавача (радіобуя) на Землі визначаються супутником за прийнятому від нього радіосигналом);
- астрофізика і астрономія (закон Габбла).

Сучасні лабораторні комплекси устатковані засобами для практичного спостереження і перевірки формул Доплера, як, наприклад, лабораторна робота «Дослідження ефекту Доплера для ультразвукових хвиль», що виконується на обладнанні *PHYWE* (див. п.4.4.2).

З метою здобування даних для забезпечення зворотного зв'язку щодо сприйняття проблемно орієнтованого навчання як засобу розвитку ТКМІ на пошуковому етапі експерименту було проведено міні–анкетування студентів. Анкети містили три розділи. Перша частина стосувалася релевантності викладання і навчання з використанням у проблемно орієнтованих завдань у курсах фізики і техніко–технологічних дисциплін. Було з'ясовано, що 73 % студентів у цілому згодні з використанням проблемно орієнтованого методу навчання і ставляться до нього позитивно. Вони відзначили, що використання у навчанні проблемно–контекстних ситуацій і завдань, виконання яких потребує індуктивного підходу, значно полегшує розуміння дисциплін, ніж звичайний (аудиторний) метод.

У другій частині запитань було запропоновано визначити домінуючі способи розв'язання проблемного завдання. З'ясовано, що 80,5 % студентів надають перевагу таким методам:

- пошук відомостей у мережі Інтернет;
- ознайомлення з матеріалом підручників, популярних книг, журналів, газет;

- тематика яких пов'язана з проблемною задачею;
- відвідування лекцій;
- консультації з викладачами та іншими фахівцями;
- відвідування виробництв (агенцій) з метою здобуття корисних і необхідних даних;
- виконання простих експериментів, що стосуються розв'язання проблеми.

Метою третьої частини опитувальника було визначення розуміння студентами переваг запропонованого методу здобування знань. Установлено, що 75 % студентів визначають цей пункт таким чином: покращення стосунків з однокурсниками; поліпшення розуміння предмета; розвиток лідерських навичок; розвиток професійного стилю спілкування; почуття впевненості у межах навчальної дисципліни; нові враження, які отримуються у процесі розв'язання проблеми шляхом проблемного навчання [341, 339].

Розглянемо зміст і методику організації лабораторних досліджень на засадах проблемного навчання прикладі такої лабораторної роботи

Тема: «Дослідження властивостей комірок Бенара»

Мета роботи: визначення залежності швидкості утворення комірок Бенара та їх кількості від температури.

Завдання: дослідити процес утворення комірок Бенара за допомогою тепловізора; визначити їх кількість і розміри, пояснити теоретично і побудувати графічно отримані залежності.

Короткі теоретичні відомості

Самоорганізація – утворення впорядкованих структур, що відбувається не за рахунок дії зовнішніх сил (чинників), а в результаті внутрішньої перебудови системи. Це фундаментальне поняття, яке вказує на самовільний розвиток у напрямі від менш складних об'єктів до складніших і більш упорядкованих форм організації речовини. У кожному конкретному випадку самоорганізація виявляється по-різному, що залежить від складності та природи системи, яка вивчається. Комірки Бенара – прояв процесів самоорганізації у фізичних явищах – виникнення упорядкованості у вигляді конвективних комірок, що мають форму циліндричних валів або правильних шестигранних структур у шарі в'язкої рідини з вертикальним градієнтом температури, тобто шарі, який рівномірно підігрівається знизу. Саме комірки Бенара є яскравим прикладом самоорганізації системи при повільній зміні її параметрів, що визначає *актуальність* вибору теми їх дослідження.

Експериментальні засоби і установка

Обладнання: тепловізор Fluke®Ti9, цифровий термометр, штангенциркуль, Web-камера, електрична нагрівальна плитка, рицинова олія, алюмінієвий порошок.

Для дослідження було приготовано розчин рицинової олії з додаванням 1–2 мг алюмінієвого порошку у металевій посудині. На початку дослідження за допомогою штангенциркуля вимірюють товщину шару суміші.

За допомогою електронного термометра вимірюють температуру, за якої утворюються комірки Бенара у процесі нагрівання на електричній плитці (

близько 57°C) і визначають температуру їх розпаду (близько 100°C) – розпад комірок Бенара [376]. Крок спостереження температури – 2°C . Дослід було повторюють кілька разів після кожного охолодження суміші.

Для визначення температури комірок Бенара у центрі і по краях було використано програмне забезпечення тепловізора (рис. 4.17): маркування певних зон зображення супроводжується отриманням температурних даних.

На основі отриманих даних експерименту, будують графік залежності діаметру комірок від температури у програмі *Excel*, який апроксимують прямою.

За значенням тангенса кута нахилу прямої визначають коефіцієнт

пропорційності у залежності $d = f(T)$: $k = \frac{\Delta d}{\Delta T}$.

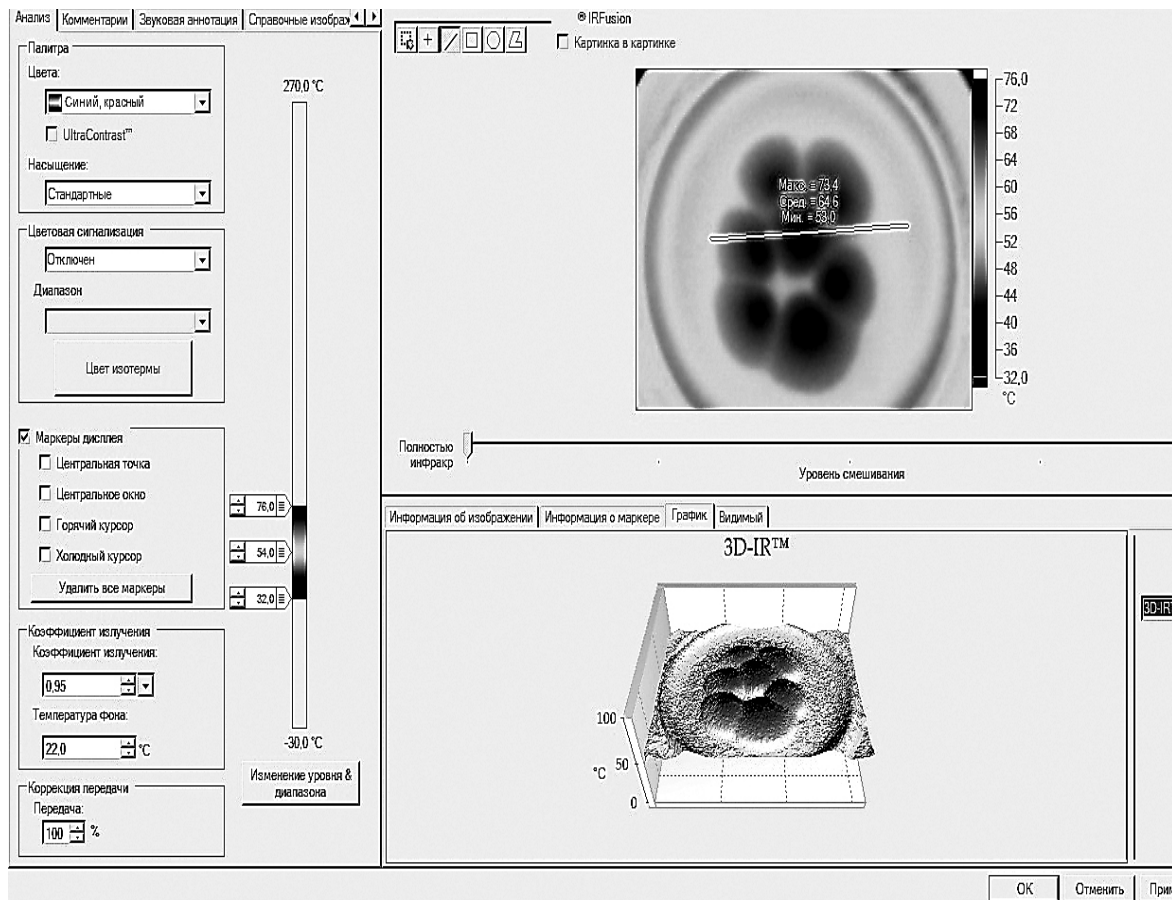


Рис. 4.17. Аналіз зображення комірок Бенара, отриманого за допомогою тепловізора

У висновках відображають, зокрема, те, що діаметр комірок прямопропорційно залежить від температури ($d \sim T$), а кількість комірок –

обернено пропорційно ($N \sim \frac{1}{T}$). Водночас вказують, що вигляд самих комірок і межі між ними з підвищенням температури теж змінюються: з ростом T ці конвективні утворення візуально трансформуються від овальної форми до багатокутника, межі між комірками стають тоншими і більш розмитими.

Проведене дослідження довело, що оптимальним є комбінований метод навчання, у якому проблемні завдання гармонійно вбудовані в освітній процес,

що дає можливість реалізувати диференційований особистісно орієнтований підхід. Розроблення технології проблемного навчання потребує від викладача великої педагогічної майстерності та значних витрат у часі, що є, очевидно, тією обставиною, яка не дозволяє широко його застосовувати.

4.3. Професійно зорієнтовані навчально–дослідницькі роботи з використанням КОСФЕ

В ході виконання дослідження нами було розроблено низку завдань з використанням Розроблення навчальних програм для загальнопрофесійних дисциплін сприяло створенню концепції і постановці робіт дослідницького характеру на основі датчиків і цифрових лабораторій «Fourier education»[®], серед яких: «Дослідження впливу різних абсорбентів на інтенсивність радіоактивного випромінювання» (з використанням лічильника Гейгера–Мюллера), «Визначення швидкості звуку у повітрі і твердих тілах», «Дослідження магнітного поля Землі» (для дисципліни «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами»), «Лазерна доплерівська анемометрія та її застосування», «Дослідження характеристик дифузії і внутрішнього тертя повітря», «Дослідження електрокардіограми і серцевого ритму людини до і після фізичного навантаження (паління, вживання кофеїну)» (з використанням датчика електрокардіограми і пульсометра), «Дослідження впливу паління на процеси дихання» (з використанням спірометра) (для дисципліни «Моделювання біологічних процесів»), «Дослідження вольт–амперної характеристики фотодіода», «Дослідження дифузії газу через пористу перетинку», «Дослідження електролізу води і роботи паливного елемента» (для дисципліни «Біосумісні матеріали»).

4.3.1. Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами

Навчальна дисципліна «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами» є складовою ОПП підготовки фахівців в галузі біоінженерних технологій.

Метою викладання дисципліни є розкриття сучасних наукових концепцій в галузі взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами, фізичних механізмів дії екзогенних полів на організм людини, що формує компетенції майбутніх інженерів у проектуванні, розробленні та експлуатації сучасних пристроїв діагностики та терапії.

Нами було з'ясовано, що головними завданнями в навчанні цієї дисципліни є:

- оволодіння знаннями фізичних процесів, що становлять основу життєдіяльності організмів під впливом фізичних полів;
- усвідомлення тісного взаємозв'язку людини та біосфери, важливості її складових для життя та розвитку людини;
- вивчення механізмів впливу зовнішнього середовища на організм людини та біосферу;
- формування ґрунтовних знань, що становлять основу створення нової медичної техніки для діагностики, реабілітації та життєзабезпечення

людини;

- отримання знань щодо перспектив розвитку галузі розроблення, виготовлення та експлуатації електронних систем та приладів в галузі сучасної біомедицини.

Нами було з'ясовано, що у складі знань і умінь, що формуються у навчанні дисципліни «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами» присутні ознаки формування ТКМІ. Так, зокрема, до результатів вивчення даної навчальної дисципліни є, наприклад, такі

- *знання*: сучасної класифікації фізичних полів, що впливають на живі організми; особливостей протікання процесів життєзабезпечення людини під впливом фізичних полів; фізичних процесів, що складають основу взаємодії зовнішніх полів з біологічними об'єктами тощо;
- *уміння* самостійно: працювати зі спеціалізованими джерелами інформації, що характеризують інтенсивність зовнішніх екзогенних полів; аналізувати біоінженерні характеристики сучасних медичних електронних апаратів для діагностики, реабілітації та життєзабезпечення людини, що залежать від чинників, зумовлених дією фізичних полів; пропонувати методи зменшення негативних впливів фізичних полів на біологічні об'єкти тощо.

Із переліку *інтегрованих знань*, які здобувають майбутні фахівці нами було виокремлено фундаментальну (фізичну) складову:

- *знати* фізичні основи фундаментальних взаємодій; методи контролю і вимірювання випромінювань організму людини, характеристики приладів, принцип дії яких ґрунтується на використанні різноманітних випромінювань;
- *уміти* аналізувати характеристики електричного, магнітного, електромагнітного, гравітаційного поля, поля ядерних сил при їх дії на біологічні об'єкти; описувати механізми сприйняття та перетворення інформації людиною; використовувати явища, які виникають в біологічних структурах під впливом фізичних полів, визначати оптимальні методи зменшення шкідливих впливів зовнішніх полів на організм людини тощо.

Через вивчення дисципліни «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами» здійснюються міждисциплінарні зв'язки між загальною фізикою, біохімією, біофізикою, технологією біомедичних вимірювань, біомедичними апаратами та системами, екологією та безпекою життєдіяльності.

Проведене нами дослідження змісту навчальної дисципліни та можливостей КОСФЕ дало підстави для розроблення і постановки ряду лабораторно–дослідницьких завдань. Серед них: «Дослідження впливу різних абсорбентів на інтенсивність радіоактивного випромінювання» (з використанням лічильника Гейгера–Мюллера), «Дослідження магнітного поля Землі», «Визначення швидкості звуку у повітрі і твердих тілах» тощо [376].

В якості прикладу наведемо опис лабораторно–дослідницької роботи

Тема роботи Дослідження поглинаючих властивостей речовин, ефекту Комптона та характеристичного випромінювання міді (молібдену, заліза)

Короткі теоретичні відомості

Характеристичне рентгенівське випромінювання – лінійчаста складова спектру рентгенівського випромінювання, яка є характерною для кожного

хімічного елемента, основа для рентгенфлуоресцентного аналізу.

При зіткненні електронів високих енергій з металевим анодом рентгенівської трубки утворюється рентгенівське випромінювання. Його спектр являє собою накладання суцільного спектра (гальмівне випромінювання) і лінійчастого спектра (характеристичне випромінювання). Положення ліній характеристичного спектра не залежить від напруги анода і визначається тільки матеріалом анода. Воно утворюється таким чином: атом іонізує, вибиваючи електрон із внутрішньої оболонки, наприклад, із *K*-оболонки при зіткненні електрона з атомом речовини анода електрон. Вільне місце в цій оболонці потім заповнюється електроном з більш високого енергетичного рівня. При цьому виділяється енергія рентгенівського випромінювання, характерна для атома анода.

Рентгенівські промені поглинаються в тій чи іншій мірі всіма речовинами через які вони проходять. Величина поглиненої енергії залежить від довжини хвилі, природи речовини, товщини даного зразка.

Якщо рентгенівське випромінювання інтенсивністю I_0 падає на речовину, то після проходження її шару товщиною d інтенсивність буде дорівнювати:

$$I = I_0 e^{-\mu(\lambda)d}$$

де μ – лінійний коефіцієнт поглинання, який залежить від довжини хвилі падаючого випромінювання і від атомного номера речовини Z .

Для можливості порівняння поглинаючої здатності різних матеріалів, використовують величину $d_{1/2}$ – товщину шару речовини, при проходженні через який інтенсивність випромінювання зменшується вдвічі:

$$d_{1/2} = 0.69 \cdot \frac{1}{\mu}$$

Слід зазначити, що зменшення інтенсивності зумовлене: фотоелектричним ефектом; розсіюванням (ефект Комптона); утворенням пари «електрон – позитрон».

Мінімальна енергія, необхідна для утворення пари:

$$2E_0 = 2m_0c^2 = 1.02 \text{ MeV}$$

Коефіцієнт послаблення рентгенівських променів може бути представлений:

$$\mu = \tau + \sigma$$

де τ – фотоелектричний коефіцієнт поглинання; σ – коефіцієнт комптонівського розсіювання.

Обидва коефіцієнти залежать від довжини хвилі випромінювання. З урахуванням діапазону випромінювання лабораторної установки ($\tau > \sigma$), робимо висновок, що основну роль у нашому випадку відіграє фотоелектричний ефект і $\mu = \tau$.

Зазначимо, що в межах між двома сусідніми краями поглинання враховують величину $\frac{\tau}{\rho}$, яка називається масовим коефіцієнтом поглинання:

$$\frac{\tau}{\rho} = \frac{\mu}{\rho} = k\lambda^3 Z^3,$$

де Z – атомний номер; ρ – густина речовини; k – коефіцієнт пропорційності довжини хвиль.

Отже, одне із завдань даної лабораторної роботи – це вивчення ефекту Комптона за допомогою рентгенівського випромінювання і визначення комптонівської довжини хвилі.

Відомо, що ефект Комптона – пружне розсіювання електромагнітного випромінювання на вільних електронах, що супроводжується збільшенням довжини його хвилі; спостерігається при розсіюванні випромінювання малих довжин хвиль – рентгенівського та γ -випромінювання. При комптонівському розсіюванні фотон віддає частину своєї енергії зарядженій частинці. Як наслідок, змінюється його власна енергія, а отже, і довжина хвилі.

Ефект Комптона в квантовій теорії виглядає як пружне зіткнення двох частинок – фотона і не збудженого електрона. У кожному акті зіткнення виконуються закони збереження енергії та імпульсу. Фотон передає частину своєї енергії та імпульсу електрону й змінює напрямок руху – розсіюється; зменшення енергії фотона означає збільшення довжини хвилі розсіяного світла. Електрон, який отримав від фотона енергію й імпульс, починає рухатися внаслідок віддачі. Напрями руху частинок після зіткнення та їх енергії визначаються законами збереження енергії та імпульсу. При обчисленнях необхідно враховувати релятивістську швидкість, тобто залежність енергії та імпульсу електрона від його швидкості.

Енергія, витрачена фотоном при комптонівському розсіюванні, передається електрону. У результаті виникає високоенергетичний електрон віддачі. Отже, комптонівське розсіювання є основним каналом розсіювання електромагнітних хвиль на речовині в області енергій від 0,5 до 3 МеВ.

Коротко розглянемо математичний опис спостережуваного процесу. При падінні фотона на вільний електрон він розсіюється на кут α з втратою енергії. Вільний електрон при цьому набуває енергії і рухається під кутом β до напрямку падаючого фотона.

Застосовуючи закон збереження імпульсу та енергії та враховуючи релятивістські ефекти, можна отримати формулу для зміни довжини хвилі фотона при зіткненні з електроном:

$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_0 \times c} \times (1 - \cos \alpha) = 2 \frac{h}{m_0 \times c} \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right),$$

де $h=6,626 \times 10^{-34}$ Дж·с – стала Планка; $c=2,998 \times 10^8$ м/с – швидкість світла; $m_0=9,109 \times 10^{-31}$ кг – маса спокою електрона.

$$\lambda_c = \frac{h}{m_0 \times c} = 2,426 \text{ пм}$$

Величина λ_c , яка дорівнює зміні довжини хвилі фотона при розсіянні на 90° , називається *комptonівською довжиною хвилі*.

Для визначення довжини хвилі використовується явище дифракції на кристалічній ґратці. При попаданні рентгенівських променів на атоми твердого тіла відбувається розсіювання цих променів електронами атомів кристалу. Наявність періодичної структури в твердому тілі визначає інтерференцію окремих розсіяних хвиль. Напрямки дифракційних максимумів визначаються рівнянням Брегга:

$$2d \times \sin \theta = n \times \lambda$$

де d – відстань між кристалографічними площинами; θ – змінний кут (кут Брегга); λ – довжина хвилі; n – порядок дифракції.

Для вивчення ефекту Комптона використовувався гоніометр для рентгенівської установки *PHYWE System GmbH*.

Хід роботи:

Завдання 1. Дослідження поглинаючих властивостей алюмінію.

Встановіть модуль з рентгенівською трубкою з мідним анодом. Зазначимо, що детальний опис установки можна знайти на сайті виробника [484], а деякі аспекти методики виконання описані нами у [376].

Розташуйте на виході рентгенівського випромінювання з трубки в робочу область базової установки діафрагму діаметром 2 мм. Встановіть в середнє положення робочої області гоніометр, підключіть його до SUB-D входу. Встановіть лічильник на гоніометр в крайнє праве положення і підключіть його через BNC вхід. Встановіть на гоніометрі монокристал LiF.

Запустіть програму *Measure*. Встановіть наступні робочі параметри: кВ, мА, спільне обертання (2: 1) кристала і лічильника. Інтервал кута ковзання $\theta=7, 5-9,5^\circ$, крок $0,1^\circ$; час вимірювання – 100 с. Зніміть спектр $N_1(\theta)$.

Встановіть поглинач – пластинку алюмінію в спеціальному утримувачі – між виходом рентгенівського випромінювання і кристалом (закріплюється на діафрагмі). При робочих параметрах, зазначених в п. 2, зніміть спектр $N_2(\theta)$.

Для 10 – 15 кутів ковзання Ψ спектрів $N_1(\theta)$ і $N_2(\theta)$ визначте коефіцієнт

пропускання:

де I – інтенсивність з поправкою на «мертвий час» лічильника (мкс).

Створіть і заповніть таблицю даних. За відомими $d=201,4$ пм і $n=1$ визначте довжину хвилі λ і зобразіть отримані результати графічно в осях T і λ .

Графік отриманої залежності, створений з використанням програми *Excel* подано на рис. 4.18.

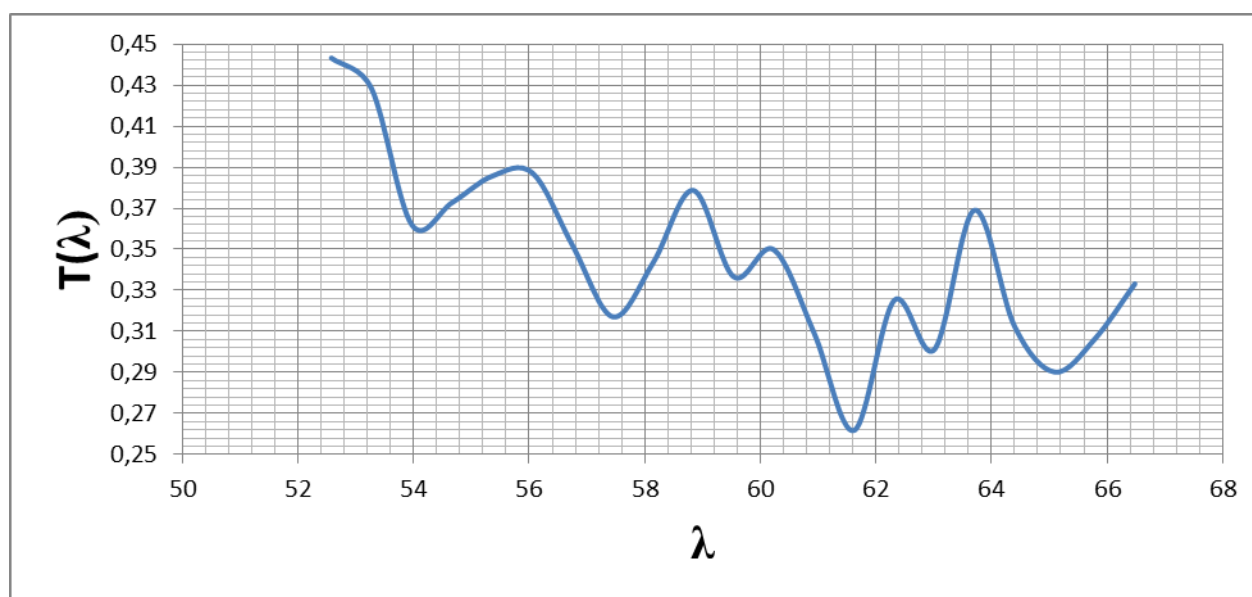


Рис. 4.18. Залежність коефіцієнта пропускання алюмінію від довжини хвилі (побудова виконана в *Excel*)

Завдання 2. Вивчення розсіювання Комптона.

Встановіть замість монокристалу розсіювач з пластику під кутом 135° . Помістіть діафрагму діаметром 5 мм на виході рентгенівського випромінювання з рентгенівської трубки в робочу область. Розгорніть трубку лічильника під кутом 90° до напрямку початкового рентгенівського променя.

Виміряйте наступні величини не менше трьох разів, час вимірювання 100 с:

N_3 – інтенсивність рентгенівського випромінювання з пластиковим розсіювачем, але без алюмінієвого поглинача;

N_4 – інтенсивність рентгенівського випромінювання з пластиковим розсіювачем і з алюмінієвим поглиначем в положенні 1 (поглинач закріплюється на діафрагмі);

N_5 – інтенсивність рентгенівського випромінювання з пластиковим розсіювачем і з алюмінієвим поглиначем в положенні 1. Кожну з отриманих величин необхідно усереднити, зробити поправку на «мертвий час» лічильника і занести до створеної вами таблиці.

Завдання 3. Дослідження характеристичного випромінювання міді (молібдену, заліза).

Зберіть установку для експерименту [484, 376]:

- встановіть змінний модуль з рентгенівською трубкою з анодом з Cu;
- встановіть кристал (LiF або KBr) в спеціальному утримувачі на гоніометрі;
- встановіть діафрагму на виході рентгенівського випромінювання (діаметром 1 мм для кристала LiF, а діаметром 2 мм для кристала KBr);

- підключіть гоніометр і лічильник до відповідних гнізд в експериментальній області;
- встановіть гоніометр з кристалом LiF, укріпленому в спеціальному тримачі, в середню позицію, а лічильник – в крайнє праве положення; при роботі з кристалом KBr гоніометр встановіть правіше середньої позиції;
- підключіть комп'ютер. 2. Встановіть наступні робочі параметри:
- режим авто – і пов'язаних коливань;
- часовий крок – 2 с; кутовий крок – $0,1^\circ$;
- кут розгортки $6^\circ - 55^\circ$ при використанні монокристала LiF і $6^\circ - 75^\circ$ при використанні монокристала KBr;
- анодна напруга 35кВ і анодний струм 1 мА.

Примітка: не піддавайте лічильник тривалому впливу первинного випромінювання.

Зніміть залежність інтенсивності рентгенівських променів, що випускаються мідним анодом як функцію кута ковзання при використанні монокристала LiF як аналізатора.

Повторіть зав з використанням монокристала KBr як аналізатора.

Заповніть таблицю згідно з даними, отриманими в п. 3 і 4:

Завдання 4. Вивчення залежності поглинання рентгенівських променів в залежності від товщини шару поглинача–алюмінію (поглинача–цинку).

Виконайте п. 1–3 завдання 1 не менше 5 разів, встановлюючи кожен раз на виході рентгенівського випромінювання алюмінієві пластинки різної товщини (використовуючи комбінації пластинок).

Заповніть таблицю 2 згідно отриманих даних. Інтенсивність I_1 – дійсна інтенсивність, I_0 – дійсна інтенсивність з таблиці 1 для даної довжини хвилі.

Подайте результати завдання 2 у вигляді графіка: для різних довжин хвиль λ нанесіть величини $\ln(I/I_0)$ залежно від товщини шару поглинача–алюмінію d . Проведіть лінійну апроксимацію результатів. За тангенсу кута нахилу прямої визначте коефіцієнт поглинання μ . Розрахуйте величину $d_{1/2}$.

Завдання 5. Дослідження залежності коефіцієнта поглинання від довжини хвилі випромінювання.

1. Встановіть наступні робочі параметри:

- режим авто– і пов'язаних коливань;
- часовий крок – 50 с; кутовий крок – 1° ;
- кут розгортки $6^\circ - 30^\circ$;
- анодна напруга кВ і анодний струм мА.

Зніміть залежність інтенсивності рентгенівських променів, що випускаються мідним анодом як функцію кута ковзання при використанні монокристала LiF як аналізатора для різних поглиначів:

- Al, $d=0,025$ мм, $Z=13$, $\rho = 2,7$ г / см³;
- Sn, $d=0,025$ мм, $Z=50$, $\rho = 7,28$ г / см³;

- Ni, $d=0,025$ мм, $Z=28$, $\rho = 8,99$ г / см³;
- Cu, $d=0,025$ мм, $Z=29$, $\rho = 8,96$ г / см³;
- без поглиначя.

Заповніть таблицю відповідно до отриманих раніше даних. Для кожного поглиначя розгляньте не менше 20 точок спектра.

Розрахуйте довжину хвилі λ , інтенсивність за наявності поглиначя – I , та I_0 – інтенсивність без поглиначя, а також коефіцієнт поглинання μ .

Для різних поглиначів подайте отримані дані графічно (залежність величини $\sqrt[3]{\mu/\rho}$ від довжини хвилі випромінювання λ).

Визначте графічно λ_k – довжину хвилі, відповідну краю поглинання K – оболонки для різних матеріалів. Визначте енергію іонізації K –оболонки для різних матеріалів:

де h – стала Планка, c – швидкість світла, e – елементарний заряд.

Виконайте лінійну апроксимацію результатів для випадку $\lambda < \lambda_k$ і для випадку $\lambda > \lambda_k$. За тангенсом кута нахилу прямої оцініть коефіцієнт у зазначеній в теоретичних відомостях формулі для різних матеріалів. Заповніть таблицю, яку створить самостійно.

4.3.2. Моделювання біологічних процесів

Метою викладання дисципліни «Моделювання біологічних процесів» є формування комплексної системи уявлень про методологію та основні етапи побудови комп'ютерних моделей функціональних підсистем, органів та процесів в організмі людини. З'ясовано, що навчання цієї дисципліни складає базу для формування *умінь* у експериментальному дослідженні біосистем на основі побудови та аналізу різних типів їх моделей. Серед завдань цієї дисципліни, які формуються разом з ТКМІ нами було виокремлено такі:

- оволодіння основами методики моделювання функціонування біосистем органів та процесів в організмі людини;
- формування навичок експериментального дослідження різноманітних біосистем на основі синтезу та аналізу їх моделей тощо.

З інтегрованих вимог, які стосуються формування ТКМІ, нами виокремлено знання особливості прикладного програмного забезпечення, що використовується для моделювання в біології та медицині та вільне його використання для побудови комп'ютерних моделей біосистем.

Було з'ясовано, що бакалаври цього напрямку підготовки після завершення навчання повинні мати:

– знання, які стосуються розвинутого технологічного мислення, пов'язані з методами відбору моделей для дослідження функціональних процесів в організмі людини;

– уміння самостійно складати план та здійснювати моделювання, використовуючи при цьому принципи синтезу та аналізу для удосконалення методів керування біологічними об'єктами; використовувати прикладне програмне забезпечення для моделювання функціональних процесів біосистем.

Через навчання дисципліни «Моделювання біологічних процесів» здійснюються міждисциплінарні зв'язки загальної фізики, ІКТ, теорії біомедикотехнічних систем тощо.

Нами було розроблено низку лабораторно–дослідницьких завдань, які у подальшому використано у навчальному процесі даної дисципліни з метою дослідження процесу формування ТКМІ з використанням КОСФЕ: «Лазерна доплерівська анемометрія та її застосування», «Дослідження характеристик дифузії і внутрішнього тертя повітря», «Дослідження характеристик електрокардіограми і серцевого ритму людини до і після фізичного навантаження (паління, вживання кофеїну)» (з використанням датчика електрокардіограми і пульсометра), «Дослідження впливу паління на процеси дихання» (з використанням спірометра) тощо [REF _Ref415894125 \r \h 376].

Розглянемо методику постановки лабораторних завдань з використанням КОСФЕ, що мають професійне спрямування, на прикладі наступного лабораторного дослідження.

Тема лабораторного дослідження:

Лазерна доплерівська анемометрія та її застосування

Лазерна доплерівська анемометрія (від гр. *anemos*– вітер, рух) – це метод безконтактного вимірювання швидкості руху газоподібних, рідких і твердих середовищ, що містять неоднорідності, які розсіюють світло. Цей метод на сьогодні широко використовується у наукових дослідженнях, технічних додатках та у діагностичній медицині. Лазерні доплерівські анемометри дозволяють вирішувати велике коло завдань: від дослідження повільних спрямованих рухів у капілярах і живих клітинах до дистанційних вимірювань швидкості турбулентних потоків газу у реактивних двигунах і швидкості руху повітряних мас в атмосфері. Величини вимірюваних швидкостей лежать у діапазоні від декількох мкм/с до декількох км/с.

Постановка проблеми. Дослідити принцип дії лазерного доплерівського анемометра і визначити швидкість руху потоку рідини за допомогою універсальної установки *Cobra 3*.

Короткі теоретичні відомості. Х. Допплер у своїй роботі «Про кольори світла подвійних зірок та деяких інших небесних тіл» (1842 р.) сформував принцип, відповідно до якого частота реєстрованого випромінювання залежить від швидкості відносного руху джерела та приймача. Цей ефект, названий ефектом Допплера, притаманний будь–яким хвильовим процесам. В оптичному діапазоні електромагнітних хвиль ефект Допплера був експериментально підтверджений у 1868 р. астрономом У. Хаггінсом. У лабораторних умовах,

використовуючи систему дзеркал, що обертаються, ефект Допплера уперше спостерігав А. Белопольський (1900 р.).

Гелій–неоновий лазер – джерело безперервного електромагнітного випромінювання високої концентрації у червоній частині видимого спектра на довжині хвилі 632,8 нм. Вимірювання витрат рідини може бути здійснене на основі застосування закономірностей ефекту Допплера для променя світла гелій–неонового лазера, розсіяного на дуже маленьких частинках з полістиролу, замулених у рідині. У дослідницьких лабораторіях *Brown Engineering Company* це явище знайшло своє застосування у розробці першого лазерного доплерівського витратоміра, робота якого базується на обробленні гетеродинного сигналу. Прилад незабаром був названий лазерним доплерівським вимірювачем швидкості, а відповідний метод – лазерною доплерівською анемометрією. Ранні застосування лазерної доплерівської анемометрії варіювалися від вимірювання та відображення швидкості викидів з ракетних двигунів (до 1000 м/с) до визначення швидкості потоку у поверхневих кров'яних артеріях (20 – 25 см/с).

Сучасні лазерні доплерівські анемометри – це складні оптично–електронні вимірювальні комплекси і системи, що поєднують у собі передові технічні здобутки.

Принцип дії лазерного доплерівського анемометра. Рухомий об'єкт опромінюють світлом від нерухомого лазерного джерела. Це випромінювання відбивається від об'єкта та реєструється нерухомим приймачем. Частота випромінювання, зареєстрованого приймачем, буде відрізнятися від частоти, що випромінюється нерухомим джерелом, на деяку величину, яка пропорційна до швидкості руху об'єкта відносно джерела і приймача.

Частота коливань світлової хвилі дуже велика (порядку 10^{15} с⁻¹), тому практично неможливо безпосередньо визначити її зміну з точністю, достатньою для знаходження доплерівського зміщення частоти. Для знаходження доплерівського зсуву частоти використовують метод оптичного зміщення: на фотоприймач спрямовуються одночасно дві світлові хвилі з різними частотами. У результаті інтерференції цих хвиль, інтенсивність світла на поверхні фотоприймача змінюється відповідно до доплерівського зсуву частоти, що реєструється по зміні електричного сигналу, частота якого стає рівною величині доплерівського зсуву частоти і прямо пропорційною швидкості руху об'єкта.

Однак, як правило, сигнал фотодетектора у лазерній доплерівській анемометрії являє собою складний сигнал, що містить множину коливань з різними частотами. Тому, щоб визначити частоти доплерівського зміщення, потрібно визначити частотний спектр цього сигналу. Частотним спектром електричного сигналу називається залежність середньої потужності цього сигналу від частоти.

Якщо на об'єкт, що рухається зі швидкістю U , направити монохроматичне випромінювання з частотою ω_0 , то відбите (розсіяне) світло матиме частоту $\omega_{розс}$, яка відрізняється від частоти падаючого випромінювання. Доплерівський зсув частоти визначається виразом:

де

– хвильовий вектор різниці,

– хвильовий вектор падаючого випромінювання,

– хвильовий вектор розсіяного випромінювання.

Принцип роботи диференціальної схеми лазерного доплерівського анемометра можна пояснити не використовуючи ефект Доплера явно: рухома частинка розсіює випромінювання в інтерференційному полі, що створюється в області перетину двох когерентних пучків. При цьому створюється періодично змінюваний у часі розподіл інтенсивності, еквівалентний до дії рухомої

дифракційної ґратки. Напрямок руху ґратки та її період визначаються вектором \vec{v} , а швидкість руху світлих і темних смуг визначається різницею частот хвиль, що інтерферують [376].

Опис установки. Експериментальна установка складається з двох основних частин: лазерного доплерівського вимірювача швидкості потоку і гідравлічної системи, що створює потік рідини у досліджуваному каналі (рис. 4.19).

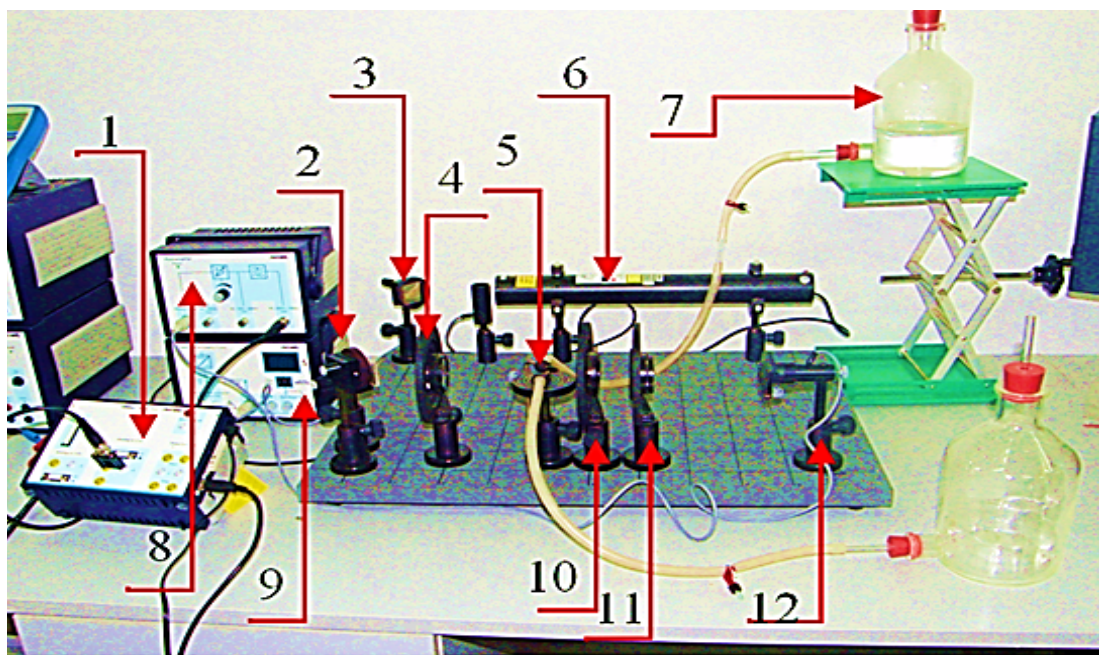


Рис. 4.19. Лазерна доплерівська анемометрія: експериментальна установка:

1 – універсальна установка Cobra 3; 2, 3 – розділювачі світлового пучка; 4, 11 – лінзи в оправі; 5 – кварцова кювета; 6 – He-Ne лазер з тримачем; 7 – відсмоктувальна склянка; 8 – блок керування фотодетектором; 9 – джерело живлення лазера; 10 – діафрагма з отвором; 12 – кремнієвий фотодетектор з підсилювачем

Лазерний доплерівський вимірювач швидкості потоку складається з джерела лазерного випромінювання – напівпровідникового лазера з довжиною

хвилі випромінювання 650 нм, що містить вмонтований коліматор. Колімований (паралельний) пучок лазерного випромінювання призмою–ромбом розділяється на два паралельні пучки, які фокусуються об'єктивом вглиб досліджуваного потоку рідини у трубці. Область перетину сфокусованих пучків формує об'єм зондування лазерного доплерівського вимірювача швидкості. Нерозсіянні складові цих лазерних пучків блокуються за допомогою діафрагми.

Випромінювання, розсіяне на присутніх у рідині частинках, збирається за допомогою об'єктива з двох лінз та спрямовується на фотодіод. Електричний сигнал фотодіода підсилюється і реєструється за допомогою звукової карти ПК. Гідравлічна система складається з двох скляних посудин, закріплених на штативі. Для того, щоб сповільнювати швидкість у каналі, на трубці встановлено два гвинтові затискачі.

Особливості підготовки установки. Найважливішим у процесі постановки експерименту є налаштування точки перетину променів лазера, що досягається рухом лінз, екрана, розподільувачів пучка, діафрагми та фотодетектора. Рідина для дослідження отримується з дистильованої води та дрібнодисперсних скляних кульок, що містять срібло. За допомогою експериментальної установки *Cobra 3* та програми *Measure* у режимі *Frequency Analysis* отримуємо сигнал (рис. 4. 20) і його частотний спектр (рис. 4.21).

Опрацювання результатів вимірювань. У ході експерименту визначено половинний кут перекриття φ . Його можна визначити маючи відстань від лінзи L_1 до пластини для спостережень l' та відстань між двома світловими плямами на пластині для спостережень.

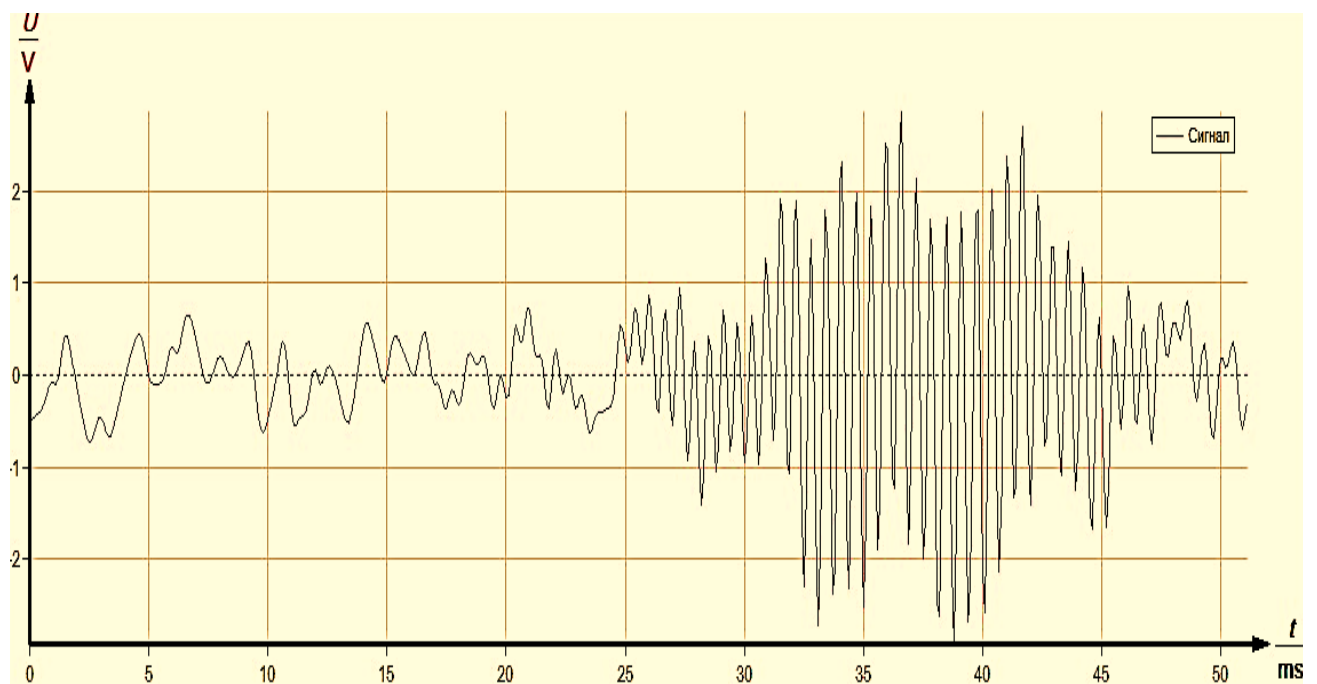


Рис. 4.20. Лазерна доплерівська анемометрія: зареєстрований сигнал

Орієнтовні (середні) значення величин, що отримуються у експерименті:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{D}{2 \cdot l} \rightarrow \varphi = \operatorname{arctg} \left(\frac{D}{2 \cdot l} \right)$$

де $l = l' - f$ (f – фокусна відстань лінзи L_1); $D=3,2$ см; $l' = 45$ см; $f=10$ см
 $\Rightarrow l = 35$ см.

Таким чином, половинний кут перекриття $\varphi=2,45^\circ$.

При вимірюваннях швидкостей потоку у деяких випадках були отримані наступні частоти: $f_D = 1610; 3634; 2537$ Гц. За формулою

$$f_D = \frac{\vec{U}_\perp \cdot 2 \sin \varphi}{\lambda}$$

можна визначити U_\perp . Так для довжини хвилі лазера $\lambda = 632,8$ нм:
 $U_\perp = 1,19; 2,69; 1,88$ см/с

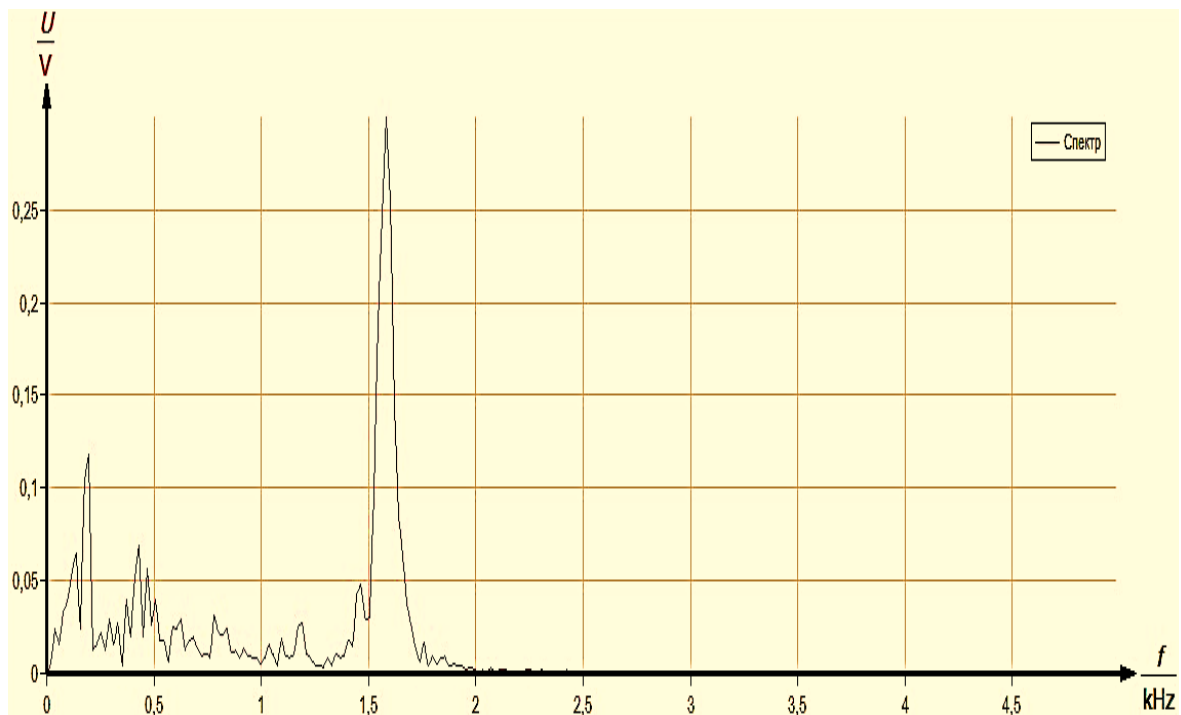


Рис. 4.21. Лазерна доплерівська анемометрія: частотний спектр зареєстрованого сигналу

У ході експерименту з дослідження лазерної доплерівської анемометрії було встановлено, що швидкість руху потоку прямо пропорційно залежить від частоти ($U_\perp \sim f_D$).

4.3.3. Біосумісні матеріали

Нами було з'ясовано, що навчальна дисципліна «Біосумісні матеріали» є теоретичною основою для формування професійної компетентності фахівця в

галузі біоінженерних технологій. Метою її викладання є формування у студентів уявлень про наукові підходи в галузі сучасного матеріалознавства. У ході проведеного дослідження виокремлено завдання вивчення цієї навчальної дисципліни, які відносяться і до завдань, що реалізуються у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ : формування ґрунтовних знань щодо основних напрямів розвитку сучасного матеріалознавства; забезпечення оволодіння знаннями основних властивостей різноманітних матеріалів, вивчення основ технології забезпечення діагностики та тестування властивостей біосумісних матеріалів.

Було з'ясовано, що у результаті вивчення даної навчальної дисципліни студент, зокрема, повинен

знати основні поняття, що забезпечують формування прогностичного розуміння фундаментальних проблем сучасного матеріалознавства та методів їх практичного вирішення;

уміти: самостійно застосовувати сучасні методи та засоби досліджень для вирішення задач в галузі матеріалознавства; самостійно вибирати найбільш оптимальні методи діагностики та тестування структури і властивостей біосумісних матеріалів з використанням новітніх методів досліджень; самостійно використовувати сучасні інформаційні технології, комп'ютерні мережі, бази даних, програмні продукти та ресурси Інтернет для вирішення професійних задач.

Знання та вміння, сформовані в студентів під час вивчення даної навчальної дисципліни, є складовими професійної компетентності майбутнього фахівця напряму підготовки «Біомедична інженерія» і базою для формування методів теоретичного та експериментального дослідження як в галузі сучасного матеріалознавства, так і в інших галузях, володіння якими обумовлене специфікою професійної діяльності.

Через навчання дисципліни «Біосумісні матеріали» здійснюються міждисциплінарні зв'язки загальної фізики, біофізики, біохімії матеріалознавства, екології та права.

Для цієї навчальної дисципліни нами було розроблено і апробовано лабораторно–дослідницькі роботи: «Дослідження воль–амперної характеристики фотодіода», «Дослідження електролізу води і роботи паливного елемента», «Дослідження дифузії газу через пористу перетинку» тощо [REF _Ref415894125 \r \h 376].

Розглянемо процес формування ТКМІ під час виконання наступної лабораторно–дослідницької роботи.

Тема роботи: Дослідження особливостей зміни прозорості каламутних розчинів

Короткі теоретичні відомості

Осадження – розділення рідких неоднорідних систем шляхом виділення з рідкої фази твердих або рідких зважених часток під дією сили тяжіння або відцентрової сили. Безпосередній процес поділу проходить під впливом сили тяжіння – частинки, що мають густину більшу, ніж густина води, осідають на

дно. Осадження є найдавнішим методом механічного очищення води. Його мета – найбільш висока очистка рідини.

Існує два типи осадження – просте та комбіноване. Просте осадження – відділення від рідини дрібних нерозчинних частинок відбувається тільки під впливом гравітаційних сил на окремі частинки. Комбіноване осадження – відділення від рідини дрібних нерозчинених частинок відбувається під впливом гравітаційних сил на окремі частинки і при одночасному використанні одного з допоміжних методів.

Завдання лабораторного дослідження: дослідити залежність освітлення води від тривалості осадження срібних сферичних кульок та порівняння отриманих даних із основним законом осадження; дослідити криві випадання суспензії на основі теоретичних матеріалів, а також власних експериментальних досліджень за допомогою колориметра та програмного забезпечення для аналізу даних *MultiLab 3.0*.

Визначення гідродинамічних характеристик твердих частинок суспензій у воді має широке практичне застосування: для розрахунку й проектування систем водозабору та водовідведення, так і будівельних машин механізмів, що працюють з бетоном, пульпою, водомісткими сумішами. Окрім того, процес осадження суспензій є основою для реалізації очистки стічних вод – комплексу заходів з видалення забруднень, що містяться в побутових і промислових стічних водах перед випуском їх у водоймища.

За даними попередніх досліджень використання закону Стокса для осадження частинок у воді можливе лише в певних межах. Верхня межа визначається моментом переходу від суспензії до колоїдних розчинів, коли частинки дисперсної фази мають розмір 0,1–0,5 μ , а також враховується вплив броунівського руху, що не перешкоджає осадженню частинок.

Швидкість випадання частинки в стоячій воді при температурі 10° С називають гідравлічною крупністю частинки. Величина частинки будь-якої форми може бути умовно виражена через теоретичний (еквівалентний) діаметр. Еквівалентним діаметром називається діаметр такої кулястої частинки, яка має ту ж гідравлічну крупність, що і дана частинка довільної форми. Слід зазначити, що і в цій області коефіцієнт опору буде залежати від форми частинок, що осідають.

Швидкість осадження ω_{oc} можна знайти з умови рівності сили, що спричиняє рух частинки, і сили опору середовища:

$$\frac{\pi d^3 g}{6} (\rho_T - \rho) = \zeta \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho \omega_{oc}^2}{2}$$

звідки

$$\omega_{oc} = \sqrt{\frac{4gd(\rho_T - \rho)}{3\zeta\rho}}$$

Так як зазвичай при осадженні як природної, так і коагульованої суспензії доводиться мати справу з полідисперсною суспензією з великим діапазоном розмірів частинок, характеристики осадження такої суспензії отримують

емпіричним шляхом.

Усі ці дані дали змогу визначити поняття кривої випадання суспензії. Визначаючи в лабораторії кількість P зважених речовин (у відсотках від кількості зважених речовин до відстоювання), що випали з проб досліджуваної води через різні проміжки часу (наприклад, через кожну годину), отримують криву випадання суспензії.

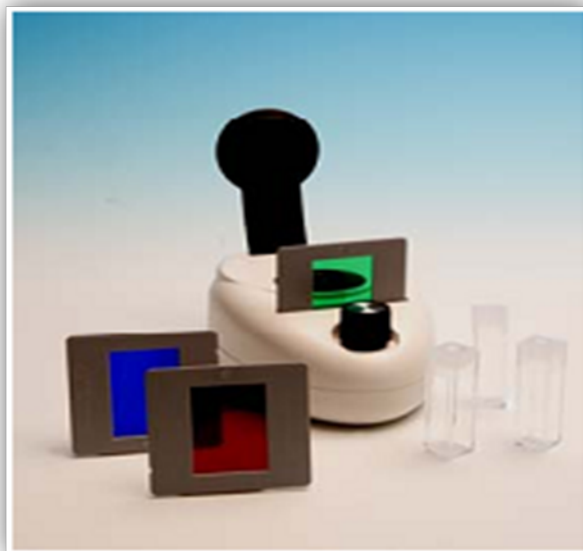
Чим більше вигнута крива, тим більшою є неоднорідність суспензії, яка міститься у воді. Звичайно, криві випадання суспензії для води природних джерел звернені опуклою стороною вгору. Це свідчить про уповільнення процесу освітлення з плином часу, що пояснюється неоднорідним складом суспензії. Більш великі частинки випадають швидше й осідають на початку процесу освітлення води. Для монодисперсної суспензії ця крива виродилась би у пряму лінію.

Отримані залежності дозволяють визначити процентну кількість частинок суспензії, що осідають упродовж будь-якого заданого проміжку часу.

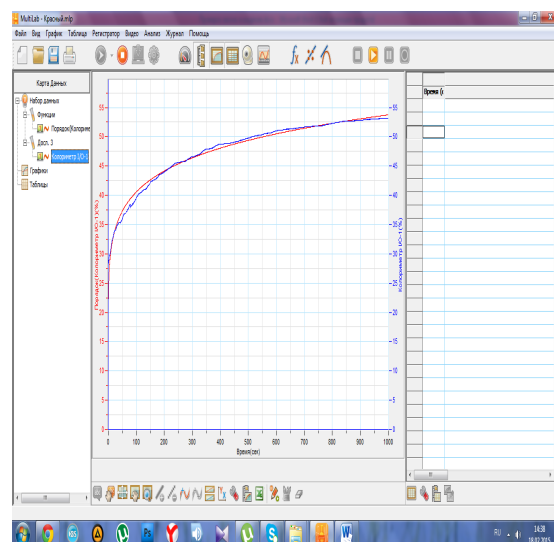
Таким чином, на підставі отриманих залежностей для агрегативно-стійких суспензій можна також визначити розрахункові швидкості їх осідання та відсоток затриманих зважених часток або заданий ефект освітлення води.

Для дослідження було використано матеріально-технічне забезпечення «*Fourier Systems*» [472]. Експериментальна установка, що використовується для виконання роботи називається колориметром (рис.4.22, а). Колориметр (від лат. color – колір і від гр. metreo – вимірюю) – прилад для вимірювання характеристик кольору світла. Концентраційні колориметри використовують для визначення концентрацій речовин в їх забарвлених розчинах, що утворюються в результаті спеціально проведених хімічних реакцій. Дія таких колориметрів заснована на залежності ступеня поглинання світла певної довжини хвилі (тобто певного кольору) від концентрації тієї чи іншої речовини в розчині. Поглинання світла в досліджуваній рідині порівнюється з поглинанням в еталонному розчині (з відомим вмістом компонента), після чого за відомим в оптиці законом Бугера-Ламберта-Бера розраховується вимірювана концентрація аналізованої речовини. Точність таких вимірів надзвичайно висока: похибка не перевершує 0,01–0,001 моль / літр.

Здійснюють калібрування колориметра до 100% пропускання. Для цього запускають програмне забезпечення *MultiLab 3.0*, з'єднують колориметр з виходом реєстратора NOVA 5000, вставляють один з трьох фільтрів (синій, зелений або червоний та кювету з сумішшю води та срібних кульок у тримач кювети, щільно закривають кришку, натискають кнопку «Встановлення» на панелі інструментів. Після цього запрограмовують частоту замірів реєстратора даних та кількість зразків, натискають кнопку «Пуск» на панелі інструментів і розпочинають реєстрацію даних, повертаючи ручку калібрування, що знаходиться зверху на колориметрі, поки показання не досягнуть 100%.



а



б

Рис. 4.22. Дослідження особливостей зміни прозорості каламутних розчинів: а – вигляд лабораторної установки; б – графіки залежності прозорості від часу

Біле світло світлодіодного індикатора проходить через кольоровий фільтр, а потім – через кювету із пробним розчином. Деяка частина світла, що проходить, поглинається розчином. Інтенсивність світла, що проходить через розчин, вимірюється фотодіодом. Коефіцієнт пропускання колориметра 20% – 90%; точність: $\pm 10\%$, роздільна здатність (12 біт); довжина хвиль для фільтрів: синій (480 нм); зелений (500 нм); червоний (650 нм); об'єм комірки: 3,5 см³, а її ширина: 1 см. Для аналізу отриманих від колориметра даних ми користувалися відповідним програмним забезпеченням *MultiLab 3.0*

У кювету набирають певну кількість дистильованої води та додають до неї декілька крапель срібних кульок, а потім ретельно збовтують суміш.

Після калібрування починають реєстрацію даних, знову ретельно збовтавши суміш дистильованої води та срібних кульок та вставивши один з фільтрів-слайдів або залишивши попередній. Дослід проводять протягом 1000 секунд. Дані дії повторюють для кожного заміру даних. Отримують графіки залежності ефекту освітлення дистильованої води (тобто процентну кількість частинок, що випали) від часу. Для того, щоб порівняти отриманий емпіричним шляхом результат, апроксимують графіки за степеневою функцією, обираючи для цього у *MultiLab 3.0*. параметри *Майстер аналізу, Апроксимація, Тип: степеневий*. Для графіка, отриманого через різні фільтри, функції апроксимації виглядають так, як це показано на рис. 4.22, б: $f(x) = 23.11 \cdot x^{(0.12)}$ – червоний світлофільтр; $f(x) = 26.14 \cdot x^{(0.12)}$ – синій світлофільтр.

У ході експерименту з перевірки закону осадження твердих частинок у воді було доведено правильність цього закону, що добре видно з отриманих графіків. На кожному з них можна бачити, що з часом рівень освітлення води підвищується, оскільки все більша кількість твердих частинок (у нашому випадку – срібних сферичних кульок) випадає у осад. Порівнюючи отримані експериментальні дані з теоретичними роблять висновки про те що:

- отримані графіки звернені опуклою стороною вгору, тобто процес освітлення сповільнюється з часом;
- осадження частинок відбувається за одним і тим самим законом – степеневій функції, що може незначно змінюватись в залежності від створюваних умов;
- колір фільтра (тобто довжина хвилі) не впливає на закон осадження твердих частинок у воді, а лише дає можливість оцінити концентрацію частинок на освітлюваному зріз.

4.4. Структура і організація самостійної пізнавальної діяльності у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ

Як було зазначено нами у п. 1. 4 у сучасних суспільно–економічних умовах техніко–технологічні знання швидко старіють та знецінюються, тому наявність у структурі ТКМІ здатності і готовності до самоосвітньої діяльності є визначальною особистісною рисою сучасного фахівця техніко–технологічної галузі [100].

Між тим, відомо, що планування, добір організаційних форм і методів, система моніторингу результатів самостійної освітньої діяльності є одним з найслабших місць у практиці університетської освіти і однією з найменш досліджених проблем педагогічної теорії, особливо у сучасній ситуації диверсифікації вищої освіти, введення нових освітніх стандартів, упровадження системи педагогічного моніторингу [495].

Проектована нами методична система формування ТКМІ ґрунтується на використанні сучасного навчального лабораторного дослідження у технічному університеті і має у своїй основі комплексне використання натурального експерименту і комп'ютерно інтегрованих програмно–апаратних засобів, систему яких нами визначено як цифрові лабораторії [367]. Дослідження нами проблеми саморозвитку студентів у напрямі формування ТКМІ під час підготовки, проведення, аналізу та інтерпретації здобутих результатів, виявило, що здійснення контролю і коригування цих етапів викладачем є актуальною складною і мультивекторною педагогічною проблемою.

За традиційним визначенням СРС – це різноманітні види індивідуальної та колективної діяльності студентів, здійснювані під методичним керівництвом, але без безпосередньої участі викладача у спеціально відведений для цього аудиторний або позааудиторний час [102]. Ця особлива форма навчання за завданнями викладача потребує орієнтації на активні методи оволодіння знаннями, а відтак – розвитку творчих здібностей, індивідуалізації навчання з урахуванням потреб і можливостей особистості, формування відповідальності студентів за результати навчання [72].

Самостійна робота, як зазначено в «Енциклопедії освіти», – «діяльність індивіда, що здійснюється ним своїми власними силами без сторонньої участі» [106]. Самостійна робота – специфічна навчальна діяльність, яка може бути запланованою (у цьому випадку вона має конкретну мету, завдання, способи і методи її організації та контролю; вона здійснюється під безпосереднім або опосередкованим керівництвом викладача / вчителя) і добровільною, яка

виражає потребу особистості у саморозвитку, самоосвіті, самовдосконаленні, самоствердженні тощо. С. У. Гончаренко серед найпоширеніших видів самостійної роботи учнів / студентів виокремлює роботу з підручниками, навчальними посібниками, дидактичними матеріалами (в тому числі в електронній формі), «розв'язування задач, виконання вправ, написання рефератів і творів, самостійні спостереження, лабораторні роботи, дослідницька діяльність, конструювання, моделювання, виконання трудових завдань» [72],

Проблема формування навичок і стимулювання самостійної навчальної діяльності учнів як основоположного принципу навчання розглядалася відомими педагогами з кінця XVII ст. Так, відомий німецький педагог А. Дістервег (1760–1866) зазначав, що самостійна освітня діяльність – «засіб і одночасно результат освіти» [68]. Теза К. Д. Ушинського «...самостійні думки впливають тільки із самостійно...здобутих знань» – є актуальним гаслом у педагогічній теорії і практиці епохи постмодерну.

А. В. Гилюн та Л. А. Колесник, досліджуючи реалізацію положень сучасної освітньої парадигми у педагогіці вищої школи, констатують, що основоположною аксіомою усієї навчальної діяльності є усвідомлення того, що ніякі знання, які не підкріплені самостійною діяльністю, не можуть стати справжнім надбанням людини [66]. У цьому сенсі слід визнати, що СРС є не просто важливою формою освітнього процесу, а повинна стати його основою, залучаючи, механізми критичного мислення .

У світовій педагогічній практиці на основі СРС було створено низку відповідних систем освіти, серед яких найбільш яскравою є система індивідуалізованого навчання, створена у 60-х роках XX ст. американським психологом і педагогом Ф. Келлером для вищих навчальних закладів (план Келлера) [478]. Слід зазначити, що такі елементи цієї навчальної концепції як модульне, орієнтоване, контекстне, особистісно та компетентісно орієнтоване навчання покладено в основу сучасної освітньої парадигми.

У педагогіці вищої школи вирізняють три типології СРС: за дидактичною метою; за формою організації і за характером діяльності суб'єктів навчання (табл . 4.4.).

В. А. Козаков зазначає, що ядром, системоутворювальним чинником самостійної роботи студента є пізнавальне завдання, ознаками якого є наявність:

- пізнавального або практичного завдання, проблемного запитання і особливого часу на їх розв'язання;
- свідомого, самостійного розумового напруження студентів для правильного і якнайкращого виконання пізнавального завдання;
- навичок самостійної роботи [156].

Таблиця 4.4

Класифікація СРС

Підстави класифікації СРС		
Дидактична мета	Форма організації	Характер діяльності студентів
Підготовча (актуалізація)	Індивідуальна (виконується)	Репродуктивна (відтворююча діяльність за зразком, що необхідно для оволодіння)

набутих знань, умінь для успішного оволодіння новими)	студентом індивідуально на рівні його навчальних можливостей)	певними вміннями, навичками, технологічними процесами у лабораторних дослідженнях)
<i>Усвідомлювальна</i> (формування уявлень, відтворення понять, сутність явищ і предметів)	Фронтальна (одночасне виконання усіма студентами одного й того ж самого завдання)	Реконструктивна (окрім копіювання передбачається вибір способів діяльності, використання набутих знань, прийомів в ситуаціях іншого роду, які потрібно самостійно інтерпретувати)
<i>Тренувальна</i> (закріплення навчального матеріалу, оволодіння способами діяльності)	Колективна (взаємодія студентів у процесі виконання певного завдання, з розподілом функцій, обов'язків з урахуванням інтересів, здібностей кожного)	Евристична (самостійний аналіз, який передбачає вихід за межі зразка і висунення пропозицій щодо шляхів розв'язання завдань, що виявляється в евристичних бесідах, доборі варіантів, формулюванні запитань)
<i>Узагальнююче-повторювальна, контрольна</i>	Групова (студенти розділяються на міні-групи, всередині яких вирішуються певні завдання)	Творча (залучення студентів до створення нового через спостереження і вивчення фактів, явищ, внаслідок чого висуваються гіпотези, плануються шляхи їх перевірки, вивчається наукова література, оцінюються результати, робляться висновки про можливість використання набутих знань

С. У. Гончаренко акцентує увагу на якості керівництва СРС з боку викладача, який «опрацьовує систему завдань і чітко визначає мету кожного з них, навчає...раціональним прийомам розумової праці, інструктує...перед виконанням..., спостерігає за ходом (СРС, прим. авт.), ... своєчасно надає допомогу, підводить підсумки, аналізує і оцінює результати кожної роботи» [72].

На думку дослідників основою стимулювання активізації самостійної діяльності особистості у процесі навчання є знання механізмів сприйняття, мислення і поведінки інтелекту. Відомими педагогами і психологами розроблено та досліджено різні концепції, які обґрунтовують можливість активного формування розумових процесів у свідомості особистості В. В. Давидов [90], Д. Б. Ельконін [446], П. Я. Гальперін [62], Н. Ф. Талізін [398] та ін.

У дослідженнях, присвячених плануванню й організації самостійної роботи, наприклад [277], розглядаються загально-дидактичні, психологічні, організаційно-діяльнісні, методичні, логічні та інші аспекти цієї діяльності, розкрито багато аспектів досліджуваної проблеми, особливо у традиційному дидактичному плані. Проте особливої уваги потребують питання мотиваційного, процесуального, технологічного забезпечення самостійної аудиторної і поза аудиторної пізнавальної діяльності студентів як цілісної особистісно

орієнтованої педагогічної системи.

Досліджувана нами КОСФЕ є потужним методичним інструментарієм для комплексного розвитку цілого спектру професійно-особистісних характеристик майбутнього інженера, які у своєму змісті мають основу «само-». Відповідно до тлумачного словника української мови найбільш частина складних слів «само-» найчастіше вживається у значеннях 1) спрямованості чого-небудь на себе, від себе або здійснення для себе, наприклад, самооцінка, самовираження, самовиявлення; самоспостереження, самопізнання, самоповага, самосвідомість, самоствердження тощо; 2) здійснення чого-небудь без сторонньої допомоги, наприклад, саморегуляція, саморозвиток, самоактуалізація, самовиховання, самоосвіта, самоконтроль, самоорганізація, самоствердження тощо [378].

Головною метою навчання технічних дисциплін і фізики з використанням КОСФЕ є формування технологічної компетентності студентів як здатності і готовності майбутнього інженера до розв'язання завдань професійної діяльності з використанням різних технологій. Вочевидь така якість фахівця ґрунтується на навичках постійного саморозвитку, гнучкості до зміни умов і контексту професійної діяльності, а також готовності до розв'язання задач, що виходять за її межі.

Особливістю КОСФЕ є можливість використання в ній широкого спектру програмно-апаратних засобів, до яких належать різноманітні датчики, АЦП, програми цифрового і відеоаналізу, підбір яких можна змінювати у відповідності до поставленої дидактичної мети, академічної і технологічної готовності суб'єкта навчання, що розкриває широкі можливості для організації СРС.

На різних етапах навчального процесу самостійність студентів виявляється по-різному: від простого відтворення, виконання завдання за жорсткою алгоритмічною схемою до самостійної творчої діяльності. На етапі переходу від репродуктивного до творчо-креативного рівня студенти вчать планувати свою навчальну діяльність, добирати і опрацьовувати дані з інформаційних джерел; без безпосередньої допомоги і викладача виконувати завдання; налаштувати і перевіряти справність апаратури; самостійно виконувати спеціальні професійні обов'язки у ході занять; аналізувати складові і джерела похибок вимірювань; робити комплексні висновки.

Для успішності і результативності розумової діяльності студентів необхідно виховувати у них самостійність мислення. Найефективнішими прийомами, засобами формування самостійності мислення є: вміння викладача ставити запитання, спрямовані на самостійне осмислення цих запитань студентами; формування у них власної точки зору, прийому зіставлення, взаємозалежності, схожості та відмінності тощо, які підводять студентів до висновків, узагальнень і сприяють розвитку мислення, високої розумової активності. Доведено, що більш високий рівень аналітико-синтетичної діяльності студентів виявляється за умови, коли у процесі сприйняття вони самі знаходять істотні ознаки нового і застосовують їх у практичних діях, коли їм надається максимум можливості для самостійного аналізу та узагальнень.

До педагогічних прийомів, здатних активізувати самостійну пізнавальну діяльність, зокрема, належать: конкретизація цілей і розкриття практичного

значення дослідження, забезпечення зв'язку нового навчального матеріалу з відомим раніше; цікава, логічна, дохідлива презентація викладачем проблеми; постановка питань з метою перевірки уважності студентів і свідомості розуміння ними об'єкта і методології експерименту; виокремлення напрямів для творчих пізнавальних завдань; професійна контекстність досліджуваного явища тощо.

Можливості комп'ютера також широко застосовуються авторами для активізації самостійної діяльності студентів як створення моделей явищ і процесів у курсі загальної фізики [352].

Залежно від місця і часу її проведення, характеру керівництва нею з боку викладача і способу контролю за її результатами СРС поділяють на такі види [102]:

- *аудиторна* СРС під час основних аудиторних занять (лекцій, семінарів, лабораторних робіт, заліків та іспитів);
- *традиційна позааудиторна* СРС у довільний зручний для студента час з/без контролю викладачем у вигляді різноманітних творчих контактів, наукових гуртків, on-line спілкування, індивідуальних консультацій з / без використання Web-ресурсу, опрацювання даних, отриманих під час натурального експерименту, поглиблення навичок використання обладнання і програмного забезпечення тощо;
- *інформаційно орієнтована* позааудиторна СРС при виконанні студентами домашніх завдань навчального, проектного, дослідницького і творчого характеру, наприклад, здійснення, перегляд й аналіз відеозаписів явищ і процесів, що стосуються технічної дисципліни, робота з електронними підручниками; програмами відео аналізу, інформаційними ресурсами; програмами комп'ютерного моделювання процесів, спілкування у SKYPE та через інші ресурси.

Ці види в умовах сучасного освітнього середовища переважно ґрунтуються на СРС з використанням ІКТ.

Зусилля викладачів мають бути зосереджені на плануванні оптимальної методики організації СРС у комп'ютерно орієнтованому лабораторному практикумі на підставі розумного співвідношення аудиторної і позааудиторної роботи. Визначальним чинником активізації СРС є високий рівень її мотивації, яка у майбутніх інженерів ґрунтується на виконанні завдань, пов'язаних з їх майбутньою професійною діяльністю

Самостійна робота студентів складається з підготовчого, пошукового, мотиваційно-діяльнісного та контролюючого етапів, яким відповідають такі види діяльності: планування і підготовка, постановка завдання, пошук, аналіз, опрацювання інформації, оцінка і самоконтроль. На *підготовчому етапі* організації СРС викладач аналізує зміст наявних робіт лабораторного практикуму, їх хронометраж, можливості програмно-апаратного забезпечення, наукові і практичні інтереси науково-педагогічних працівників кафедри і студентів, нормативні документи (ГСВО, навчальну і робочу програми дисципліни) тощо. На підставі проведеного дослідження формується зміст СРС для кожної лабораторної роботи і наскрізно упродовж семестру, готуються завдання і навчально-методичні матеріали, що створюють умови для реалізації

особистісно орієнтованого підходу.

Враховуючи необхідність формування завдань для СРС на підставі індивідуальних особливостей і пізнавальних можливостей студентів [347], наприкінці підготовчого етапу здійснюється діагностика рівня їх підготовленості, у процесі якої з-поміж іншого виявляються навички програмування, виконання завдань з використанням загальновідомого програмного забезпечення, яке зазвичай використовують для розрахунку похибок, екстраполяції експериментальних значень фізичних величин (MATLAB, Mathematica, Microcal Origin тощо) [343]. Процес навчання значно оптимізується наявністю у навчальному плані переважної більшості інженерних спеціальностей таких дисциплін як «Комп'ютерна техніка і програмування», «Інженерна і комп'ютерна графіка», «Інформаційні системи і технології» тощо.

Цікавим для використання у СРС при розгляді розділу «Механіка» є використання програми *DataPoint v. 061* або подібних до неї, яка дозволяє провести аналіз руху тіла, визначення його кінематичних характеристик на підставі аналізу відеоматеріалів. Авторами була проведена апробація такого програмного забезпечення як одного зі способів самостійного дослідження рухів реальних тіл поза лабораторією, зокрема різноманітних транспортних засобів [353].

На другому – *пошуково-організаційному*, – етапі визначається мета індивідуальної або групової лабораторної роботи / дослідження студентів; актуалізуються вже відомі теоретичні і практичні знання і навички, проводяться індивідуально-групові настановні консультації; встановлюються терміни і форми подання проміжних результатів.

На *мотиваційно-діяльнісному* етапі викладач забезпечує позитивну мотивацію індивідуальної і групової діяльності; перевіряє проміжні результати; стимулює студентів до самоконтролю і самокоригування; взаємного обміну і взаємної перевірки відповідно до обраної мети.

Контрольно-оцінювальний етап включає індивідуальні і групові звіти та їх оцінку. Звіти повинні бути подані у стандартизованому вигляді, письмово або у електронній формі, містити схеми, таблиці, розрахунки, моделі, макети тощо (залежно від дисципліни і спеціальності).

Виконання лабораторного практикуму також містить багато можливостей застосування активних методів навчання й організації СРС на основі індивідуального підходу.

Під час проведення лабораторного практикуму необхідно створити умови для максимально самостійного виконання лабораторних робіт. Тому під час виконання роботи, використовуючи оцінювання кожного етапу, необхідно:

- провести експрес-опитування (усно або у тестовій формі) за теоретичним матеріалом, необхідним для виконання роботи;
- перевірити план виконання лабораторної роботи, підготовлений студентом удома;
- оцінити роботу студента у лабораторії та отримані ним дані;
- перевірити звіт і висновки;
- окреслити невирішені питання і перспективи подальших досліджень.

Будь-яка лабораторна робота повинна передбачати можливість глибокого самостійного опрацювання теоретичного матеріалу, навчання методик проведення і планування експерименту, освоєння вимірювальних засобів, опрацювання і інтерпретацію експериментальних даних. При цьому лабораторні роботи можуть містити елементи наукового дослідження і виконуватися за бажанням студента.

Отже, можна виділити основні вимоги до організації СРС у лабораторному практикумі з використанням КОСФЕ:

- форми, методи і засоби організації СРС з використанням КОСФЕ обираються з урахуванням курсу навчання, рівня фізико-технічної та інформатичної підготовки, поставленої дидактичної мети, яка має комплексний характер;
- обсяги СРС збільшуються поступово (від заняття до заняття, від семестру до семестру) у міру оволодіння студентами навичками самоосвіти;
- форми СРС, що використовуються, послідовно змінюються, переходячи від простих до складніших;
- творчий характер виконуваних робіт повинен зростати через активне включення у КОСФЕ елементів узагальнення практичного досвіду і наукового дослідження;

СРС повинна відбуватися систематично, під постійним контролем (у вигляді моніторингу) і регулярним керівництвом (переважно у вигляді консультацій) з боку викладача.

Організація навчання за кредитною-модульною технологією передбачає конкретизації і чіткого хронометражу СРС, зміст і обсяг якої чітко розписаний у навчально-методичному комплексі навчальної дисципліни (в ньому визначено всі параметри цього процесу, питання для вивчення, опорні літературні та Інтернет-джерела, контрольні завдання і запитання, графік консультацій з питань СРС), що, поза сумнівом, оптимізує пізнавальну діяльність і самостійність студентів.

Крім того, важливим є встановлення вимог і загальних очікувань, тобто викладач повинен націлити студента на: а) необхідність виконання домашніх завдань; б) дотримання термінів виконання; в) підготовку і відповідальність.

Отже, основні зусилля викладача повинні бути спрямовані на виконання вимог загальнообов'язкового стандарту і відповідну організацію СРС, що полягає у такому:

- формуванні високого ступеня самоосвіти, що ґрунтується на мотивації студентів до виконання СРС;
- ефективному плануванню та організації СРС залежно від курсу і спеціальності студента;
- посиленні й активізації спонукальної і консультаційно-методичної ролей викладача;
- інформаційній і методичній підтримці студентів, використанні комп'ютерних технологій та інтерактивних методів;
- у побудові довірчих і партнерських відносин між студентами.

Отже, у сучасному освітньому середовищі роль викладача істотно змінюється у напрямку суб'єкт–суб'єктної взаємодії, активних, особистісно орієнтованих методів навчання, які покликані стимулювати самостійну розумову діяльність студентів із залученням сучасних методів фізико–технічного експериментування, при систематичній консультативно–спрямовуючій підтримці з боку викладача, який і сам, власне є активним дослідником.

Для реалізації соціального замовлення суспільства, як вищій, так і середній школі потрібні такі методи навчання, організації навчальної діяльності, стилі взаємодії між учасниками навчально–виховного процесу, за яких випускник сучасного вищого навчального закладу опанує ключові компетенції, основу яких становить самореалізація через самоосвіту [183].

На сьогодні теза про те, що фундаментальний характер освіти – один з пріоритетів Болонського процесу, трактується своєрідним способом у багатьох технічних університетах пострадянського простору. Так, майбутні бакалаври напряму підготовки «Інформатика і обчислювальна техніка» і суміжного напряму «Системні науки і кібернетика» мають у своєму «арсеналі» на вивчення курсу загальної фізики 144 академічні години, а майбутні фахівці у галузі організації перевезень і управління на транспорті напряму підготовки «Транспортні технології (за видами транспорту)» – 108 академічних годин, 51 з яких – аудиторні заняття [83].

Така ситуація неминує спонукає викладача до певних способів організації навчального процесу, у яких саме проектно–дослідницька робота займатиме одну з головних позицій разом з вивченням основного програмного матеріалу. Детальне вивчення освітньо–кваліфікаційних характеристик бакалавра [79; 82] дає можливість викладачеві фізики інженерного вищого навчального закладу включити у тій або іншій формі у зміст навчального курсу професійно–значущий матеріал, на прикладі аналізу якого природним чином мотивується необхідність знань тих або інших фізичних законів, наукових уявлень. Відібраний матеріал пропонується студентам у якості проектної діяльності з використанням елементів КОСФЕ (студенти можуть запропонувати і власні варіанти), апогеєм виконання яких є публічна демонстрація результатів у вигляді презентацій здебільшого з використанням загальновідомого Power Point (про деякі «небезпечні аспекти» йшлося в п. 4.3.1) з їх подальшим обговоренням на аудиторному занятті.

Отже, одним з ефективних методів навчання в арсеналі світової і вітчизняної педагогіки, що сприяють максимальному розвитку особистості того, хто навчається, є проектно–дослідницький метод навчання.

У професійній діяльності майбутнього інженера значне місце займає проектна діяльність, яка відіграє провідну роль у визначенні проектно–конструкторських і технологічних завдань, а також реалізації отриманих результатів на практиці [399].

На думку Е. Ф. Зеєра формування проектних умінь є одним з першочергових педагогічних завдань [120]. Проектна діяльність у методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ передбачає творчий пошук, проектування, моделювання, конструювання і розрахунки, що вочевидь

стимулює студентів до саморозвитку, самовдосконалення, формування творчого, інженерного, технологічного мислення

Технічні, технологічні науки, які ґрунтуються на фізичному знанні, з різноманітністю описуваних ним явищ, фактів, відкриттів дозволяє студентам розмірковувати, зіставляти різні точки зору, формулювати й аргументувати власну позицію на підставі наявного апарату законів і закономірностей.

Тематика деяких проектних робіт з курсів технічних дисциплін і фізики, яка може істотно урізноманітнити і поглибити розуміння навчального матеріалу у межах жорсткого обмеження за часом, наведена у [349].

Процес провадження проектної діяльності реалізується у певній часовій послідовності за фазами, стадіями та етапами, причому ця послідовність є загальною для всіх видів діяльності. Завершеність циклу діяльності (проекту) визначається трьома фазами:

- 1) фазою проектування, результатом якої є побудована модель створюваної системи та план її реалізації;
- 2) технологічною фазою, результатом якої є реалізація системи;
- 3) рефлексивною фазою, результатом якої є оцінювання реалізованої системи та визначення необхідності її подальшого коригування, або «запуску» нового проекту.

Цікавим виявився процес підбору професійно зорієнтованої тематики для самостійного опрацювання при укладанні програми для спеціальності «Програмна інженерія» напряму «Інформатика» у Національному педагогічному університеті ім. М. П. Драгоманова. Згідно з навчальним планом на навчання фізики у межах одного семестру припадає 156 навчальних годин: лекції – 36 годин; практичні заняття – 18 годин; лабораторні заняття – 36 годин; самостійна робота – 56 годин; індивідуальна робота – 10 годин.

Аналіз галузевих стандартів, навчальних планів і змісту навчальних дисциплін дозволяє встановити тематику, зміст і структуру СРС.

Для самостійного вивчення, моделювання з використанням КОСФЕ з подальшим заліковим виступом, наприклад, на практичному або лабораторному занятті студентам було запропоновано такий перелік актуальних тем, який може (і повинен) варіюватися залежно від побажань, наукових і практичних інтересів самих студентів. Серед них були такі.

1. Електронні процеси на поверхні напівпровідника.
2. Елементи фізики тонкоплівкових структур.
3. Волоконно-оптичні системи зв'язку (оптичного та інфрачервоного діапазонів).
4. Застосування прискорювачів іонів у мікроелектроніці.
5. Новітні методи запису інформаційних даних. Технологія *Blu-ray*.
6. Елементи теорії симетрії і росту кристалів.
7. Отримання нових матеріалів у мікроелектроніці.
8. Високотемпературна надпровідність у мікроелектроніці.
9. Тунелювання у мікроелектроніці.
10. Ефект гігантського магнітоопору у тонких плівках, що використовується у головках жорстких дисків.

Крім традиційних форм організації СРС, нами були використані такі, як підготовка до ділової гри, дебатів; рецензування студентських робіт самими студентами, складання глосаріїв, підготовка і написання наукових оглядів, статей тощо. Поза сумнівом є те, що посилення ролі самостійної роботи продиктоване сучасним педагогічним менеджментом, зумовлює відповідну методичну підтримку. Так, при організації навчання за кредитною технологією СРС розписана у навчально–методичному комплексі, де визначені всі параметри цього процесу, питання для вивчення, літературні та Інтернет–джерела, а також контрольні завдання, графік консультацій з питань СРС. Усе це, поза сумнівом, оптимізує пізнавальну діяльність і самостійність студентів.

Для правильного і ефективного планування та організації СРС необхідно:

- забезпечити навчально–методичну підтримку та індивідуальність завдань СРС;
- видати завдання СРС на початку навчального року (семестру);
- розробити поточну і рубіжну форми контролю;
- установити час консультацій з питань СРС.

Нами з'ясовано, що важливим є встановлення вимоги і загальні очікування, тобто викладач повинен методично скеровувати діяльність студента на:

- необхідність систематичного виконання домашніх завдань, опрацювання результатів лабораторних досліджень, підвищення навичок у користуванні КОСФЕ;
- дотримання термінів виконання, захисту і демонстрації результатів проведених досліджень;
- систематичну підготовку до занять і відповідальність.

Рівень і складність завдань, які пропонується в розробленій нами методичній системі формування ТКМІ з використанням КОСФЕ залежить від підготовленості студентів, що визначає спрямованість СРС на певну мету і особистісне зростання. Так, для студентів першого курсу, які виявляють достатній рівень знань з технічних дисциплін самостійна робота спрямована на розширення та закріплення знань, умінь і навичок, здобутих на всіх видах аудиторної діяльності: лекціях, практичних і лабораторних заняттях і має сприяти розвитку творчого потенціалу і реалізації професійних навичок, а завдання можуть мати як індивідуальний, так і груповий характер, унаслідок того, що реальні професійні умови у більшості випадків ґрунтуються на роботі у колективі:

- 1) *груповий проект* – колективний вид групової діяльності (у групі повинно бути не більше 4–5 осіб), яка ґрунтується на дослідженні студентами певної теми, яку вони обирають із переліку наданого викладачем, або пропонують самостійно наприклад, «Мікрохвильова піч: за і проти», «Міжнародна служба спасіння «КОСПАС–SARSAT» тощо [347]; аналізуючи проблемні питання, студенти мають виразити їх власне бачення, розуміння або нерозуміння якого–небудь аспекту, що розглядається. Отримані під час наукового пошуку результати оформлюються у вигляді презентації з подальшим виступом перед аудиторією (8–10 хв.), оцінюється така навчальна діяльність відповідно певних критеріїв, серед яких можуть бути

- такі: ступінь розкриття теми, ступінь інтересу, викликаного у слухачів, прояв «професіоналізму», залучення знань з інших дисциплін тощо;
- 2) *ділова гра* – ролева або командна, пов'язана з майбутньою професійною діяльністю; тематика ділової гри може бути пов'язана з конкретними виробничими проблемами або мати прикладний характер, включати задачі ситуаційного моделювання; її мета – надати студенту можливість розробляти і приймати рішення; проекти, що виносяться на обговорення можуть виконуватися групами (творчими бригадами) або індивідуально; виконаний проект у подальшому публічно обговорюється; за такої системи можна вводити в задачі науково-дослідні елементи, спрощувати або ускладнювати завдання
 - 3) конкретизована *навчальна ситуація*, що вимагає відповідей на визначені запитання або виклад власного усвідомлення проблеми.

Висновки до розділу 4

Результати дослідження методичних аспектів реалізації методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ виявило, що в рамках цієї системи комплексно вирішується мультиаспектна проблема, головними векторами якої є: технологізація

У ході цього етапу було виявлено, що програмно-апаратні засоби, які складають основу КОСФЕ, виконують такі функції: інформаційну, опрацювання числових результатів експерименту, мультифункційного вимірювального приладу.

Показано, що у навчанні технічних дисциплін і фізики найбільш ефективними і популярними нині є комп'ютеризовані (цифрові) лабораторії – складова частина КОСФЕ, у якій персональний комп'ютер виконує роль центру для опрацювання даних (відомостей), а його зовнішній інтерфейс – спеціалізований чи пристосований – є вимірювальним чи / і реєструвальним базисом. Зазначене детермінувало використання на певних етапах дослідження цифрових навчальних комплексів провідних вітчизняних і закордонних виробників. Основою таких лабораторій є комп'ютерний вимірювальний прилад – електронний блок, що містить АЦП, до якого можуть бути підключені датчики вимірювання фізичних величин (таймерів, ультразвукових датчиків відстані, швидкості та прискорення, механічної сили, температури, тиску, напруги, сили струму, спожитої електричної енергії та потужності, індукції магнітного поля, рівня звуку, радіоактивного випромінювання тощо) та вимірювальні пристрої, інтерфейс сполучення з персональним комп'ютером, а також програмне забезпечення (ITMlab, Multilab, Measure) для збирання й опрацювання даних.

Усвідомлення вирішального значення наочності та візуалізації у навчанні технічних і фундаментальних дисциплін детермінувало використання в розробленій нами методиці відповідних засобів, призначених для опрацювання, візуалізації даних і створення повноцінної лабораторної звітності, що містить інформацію у вигляді графіків. Було продемонстровано варіативність підходів до вирішення дослідницьких завдань у КОСФЕ з використанням програмних продуктів візуалізації даних і спеціалізованих систем комп'ютерної математики

на прикладі дослідження вольт–амперної характеристики фотоелемента для світла різної частоти.

Доведено поетапний і комплексний характер формування системи компонент ТКМІ, який здійснюється через пояснювально–ілюстративний, аналітико–синтетичний, діяльний і оцінний етапи.

Показано, що на початковому етапі формування технологічної компетентності майбутніх інженерів домінують інформаційно–рецептивний і репродуктивно–алгоритмічний методи навчання. Для цього етапу було розроблено пакет технологічних карт, у яких містяться всі відомості, необхідні для виконання лабораторних робіт: інструменти й матеріали, операції, процедури і послідовність їх виконання, а також очікуваний результат.

Показано, що процес формування технологічної компетентності майбутніх інженерів оптимально розпочинати використання програмних продуктів, здійснюється аналіз цифрових відеозаписів, вони мають інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, ефективні інструменти для дослідження кінематичних і динамічних характеристик різноманітних механічних рухів: рух транспортних засобів, течій, тіл у полі тяжіння тощо.

Досліджено технологію трансформації завдань від інформаційно–рецептивного і репродуктивного рівня до творчого, який поступово здійснює перехід «розгортає» діяльність студентів у напрямі здобування нових знань, розвиваючи їх здатність до проектної діяльності.

Виявлено, що за певної готовності студентів до створення анімованих моделей фізико–технічних об'єктів і процесів сприяє формуванню технологічної компетентності на міждисциплінарному рівні. Досліджено, що процес алгоритмування і програмування з метою створення комп'ютерних моделей об'єктів і явищ є одним із оптимальних контекстних способів практики аналізу і синтезу, що продемонстровано на прикладі створення анімаційних моделей.

Доведено, що використання тепловізора Fluke®Ti9 із власним програмним забезпеченням є ефективним для постановки дослідницьких робіт, пов'язаних із аналізом температурних розподілів на поверхні об'єктів живої і неживої природи, сприяє формуванню позитивних професійно орієнтованих ціннісних настанов майбутніх інженерів.

На підставі проведеного аналізу зроблено висновки щодо можливості постановки й реалізації професійно орієнтованих лабораторних завдань у навчанні майбутніх інженерів спеціальності «Біомедична інженерія» на основі використання творчих і дослідницьких методів навчання

Із метою насичення навчально–методичного комплексу сучасними електронними навчальними засобами був проведений аналіз особливостей чинних електронних навчальних посібників, визначено етапи і особливості технології їх створення.

Доведено, що інформаційно–технологічна складова навчального середовища з використання КОСФЕ може бути реалізована на підставах електронного документообігу й використання технологій мультимедіа. Зазначене було покладено в основу створення й апробації інноваційного продукту – ЕДЛЗ, який містить інтерактивні фрагменти, гіперпосилання на

мережні ресурси, імплантовані зразки виконання операцій вимірювання, опрацювання даних.

Дослідження методики формування ТКМІ із використанням КОСФЕ супроводжувалося аналізом змісту, етапів та засобів самостійної діяльності діяльності студентів, яка охоплює широке коло питань: опрацювання експериментальних даних, підготовку лабораторних звітів, поглиблення навичок використання програмно-апаратних засобів, індивідуальні консультації з використанням Web-ресурсу, здійснення, перегляд й аналіз відеозаписів явищ і процесів, що стосуються технічної дисципліни, виконання індивідуальних, проектних, дослідницьких та інших завдань.

Показано, що запропонована нами методика впровадження методичної системи формування ТКМІ із використанням КОСФЕ сприяє розвитку інженерного типу мислення і комплексу особистісно-професійних якостей фахівця. Зазначене потребувало експериментальної перевірки, яку було здійснено на наступному етапі дослідження.

Основні висновки і результати, отримані у процесі дослідження методики впровадження моделі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ у навчальний процес вищих технічних навчальних закладів висвітлено у таких працях: [REF _Ref414277585 \r \h 227], [REF _Ref417635686 \r \h 332], [REF _Ref417832721 \r \h 333], [REF _Ref414638817 \r \h 337], [REF _Ref414278052 \r \h 338], [REF _Ref414351709 \r \h 339], [REF _Ref414801899 \r \h 340], [REF _Ref414278134 \r \h 341], [REF _Ref417635549 \r \h 342], [REF _Ref417832937 \r \h 343], [REF _Ref414277996 \r \h 346], [REF _Ref414978654 \r \h 349], [REF _Ref415242707 \r \h 351], [REF _Ref367794274 \r \h 353], [REF _Ref414277766 \r \h 357], [REF _Ref417635525 \r \h 358], [REF _Ref414433810 \r \h 362], [REF _Ref417636151 \r \h 364], [REF _Ref417636256 \r \h 365], [REF _Ref414277741 \r \h 367], [REF _Ref417636166 \r \h 368], [REF _Ref415896633 \r \h 373], [REF _Ref414338609 \r \h 375], [REF _Ref415894125 \r \h 376], [REF _Ref356444999 \r \h 419], [REF _Ref414277615 \r \h 420], [REF _Ref414802096 \r \h 496], [REF _Ref417832993 \r \h 497].

РОЗДІЛ 5

ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИЧНОЇ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМП'ЮТЕРНО ОРІЄНТОВАНОЇ СИСТЕМИ ФІЗИЧНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ

У цьому розділі наведено опис організації, методики проведення, оцінювання й аналізу результатів експериментальної роботи з проблеми дослідження. Подано основні результати експериментального навчання, на підставі яких зроблено висновки про недоліки в засвоєнні навчального матеріалу із фундаментальних і технічних дисциплін за традиційними схемами навчання та головні чинники, що забезпечують формування технологічної компетентності майбутніх інженерів на рівні проєктованих результатів завдяки застосуванню інноваційних технологій.

Експериментальною базою дослідження були Національний авіаційний університет, Херсонський національний технічний університет, Запорізька державна інженерна академія, Державна льотна академія України (м. Кіровоград), Керченський державний морський технологічний університет, НПУ ім. М. П. Драгоманова.

В експериментальній роботі на різних її етапах брали участь 1047 студентів, 43 викладача та науковця. Заняття проводили викладачі кафедр фізики та технічних дисциплін з використанням засобів КОСФЕ і за класичною методикою. Дослідження проводилось протягом 2004 – 2014 рр. При цьому можна виділити три основні етапи педагогічного експерименту: констатуючий (2004 – 2007 рр.), пошуковий (2008 – 2011 рр.), формуючий (2012 – 2014 рр.).

Педагогічний експеримент проводився під безпосереднім керівництвом і за участю дисертанта.

Метою проведення педагогічного експерименту була перевірка ефективності та результативності методичної системи формування ТКМІ на основі аналізу кількісних і якісних показників навчання в контрольних та експериментальних групах. Під час проведення педагогічного експерименту передбачалося:

- сформулювати рекомендації щодо використання розробленої дидактичної системи у вищих технічних навчальних закладах;
- створити необхідні організаційно-педагогічні умови функціонування методичної системи;
- розробити критерії, відповідні показники і засоби перевірки рівня сформованості ТКМІ;
- провести кількісний та якісний аналіз результатів педагогічного експерименту.

Перевірка ефективності педагогічного експерименту у частині формування ТКМІ здійснювалася за такими основними принципами:

- проведення експертного оцінювання дієвості і практичної придатності розробленої методичної системи;
- організація експериментального навчання;

- аналіз організаційних, змістових і структурних змін у навчальному процесі під час проведення експерименту і особистісних змін суб'єктів навчання у напрямі формування їх технологічної компетентності;
- аналіз оцінювальної діяльності викладачів, що працювали за нашими розробками, рекомендаціями та іншими навчально-методичними матеріалами в умовах педагогічного експерименту;
- узагальнення даних оцінювання ефективності впровадження методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Педагогічний контроль здійснювався у вигляді вступної, проміжної і контрольної діагностики, яка виконувала діагностичну, контрольну, стимулюючу і виховну функції. Педагогічний контроль ґрунтувався на об'єктивних критеріях, був простим, зручним і ефективним. З одного боку, педагогічний контроль визначав стан сформованості технологічної компетентності майбутніх інженерів, а з другого – результати цього контролю надавали інформацію про рівень ефективності функціонування розробленої методичної системи навчання.

Під час проведення експериментальної роботи були використані такі методи:

- *емпіричні*: педагогічний експеримент, обсерваційні методи (пряме, опосередковане, включене спостереження), психодіагностичні методи (бесіди з викладачами і студентами, анкетування, тестування), експертне оцінювання; праксіметричні методи (хронометрія, аналіз чинної документації з підготовки майбутніх інженерів, стандартів, навчальних програм, індивідуальних планів і робіт, виконаних студентами: лабораторних звітів, письмових, творчих і контрольних робіт);
- *методи математичної статистики та метод інтерпретації* для опрацювання даних, отриманих у ході дослідження, а також для встановлення кількісних залежностей між досліджуваними явищами.

5.1. Констатувальний етап експерименту

На констатувальному етапі педагогічного дослідження (2004 – 2007 рр.) на основі опрацювання нормативних документів, що регулюють діяльність вищих технічних навчальних закладів (зокрема на засадах компетентнісного підходу у вищій освіті), наукової літератури з філософії інженерної діяльності у сучасних умовах, педагогіки і психології вищої школи, методики навчання технічних і фундаментальних дисциплін і використання засобів ІКТ в освіті, досвіду організації і технології навчального процесу у вітчизняних і ефективних закордонних вищих технічних навчальних закладах, а також власного педагогічного досвіду автора (загальний педагогічний стаж – 24 роки, науково-педагогічний стаж у вищому технічному навчальному закладі – 14 років) було виявлено суперечності, пов'язані з необхідністю формування ТКМІ, чинники, що сприяють їх розв'язанню, обґрунтовано актуальність теми дослідження, визначено об'єкт, предмет і завдання дисертаційного дослідження, а також деталізовано його етапи.

Під час спостережень за навчальним процесом виділялися ті або ті сторони навчально-виховного процесу, які нами досліджувалися (наприклад, навчальна активність студентів у лабораторних практикумах з технічних дисциплін і фізики, інтерес до комп'ютерно орієнтованих засобів проведення навчального фізичного або фізико-технічного експерименту, усвідомленість значущості формування професійної компетентності тощо). За результатами цих спостережень і опитувань було встановлено, що переважна більшість студентів усвідомлює важливість навичок проведення якісного інженерного експерименту у майбутній професійній діяльності і зацікавлена у дослідженні нових засобів опрацювання емпіричних даних.

З метою виявлення психолого-педагогічних умов освітнього середовища, у якому досліджувалася педагогічна проблема формування ТКМІ, стану проблеми наукового пошуку було проведено анкетування студентів і викладачів. Анкети були двох типів:

- ✓ оцінювання респондентами (викладачами і студентами) освітнього середовища з вивчення фізико-технічних дисциплін і загальної фізики відповідно до системи психодіагностичних параметрів;
- ✓ оцінювання студентами передумов для впровадження методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

Після анкетування були проведені бесіди з викладачами і студентами (індивідуальні і групові) з метою як уточнення результатів анкетування, так і для збирання незалежної від анкетування інформації. Під час реєстрації відповідей у процесі інтерв'ювання використовувалися загальноприйняті методи [186].

У ході виконання дисертаційної роботи (2006 – 2007 рр.) було проведено психолого-педагогічну експертизу освітнього середовища з дисципліни «Фізика». Цей метод дослідження ґрунтується на осмисленні всієї сукупності різноманітних відомостей, отриманих з різних джерел. Внутрішня експертиза, що проводиться самими учасниками освітнього процесу, хоча і відносно «незалежними» (керівником навчального закладу, викладачами, студентами, психологічною службою), базується на використанні методу включених експертів і може розглядатися як одна з технологій самостійного аудиту [452].

Експертиза здійснювалася через оцінювання респондентами освітнього середовища за десятьма психодіагностичними параметрами, якими були:

- ✓ *широта* – структурно-змістова характеристика, яка показує, які суб'єкти, об'єкти, процеси і явища включені в це освітнє середовище;
- ✓ *інтенсивність* – структурно-динамічна характеристика, яка показує ступінь насиченості умовами, впливами і можливостями, а також сконцентрованість їх прояву;
- ✓ *ступінь усвідомлюваності* – показник свідомої «включеності» в освітній процес всіх його суб'єктів;
- ✓ *узагальненість* – характеристика ступеня координації діяльності всіх суб'єктів цього освітнього середовища;
- ✓ *емоційність* – характеристика співвідношення емоційного і раціонального компонентів;

- ✓ *домінантність* – показник значущості локального середовища в системі цінностей суб'єктів освітнього процесу;
- ✓ *когерентність* (узгодженість) – показник узгодженості впливу на особу локального середовища з впливами інших чинників місця існування цієї особи;
- ✓ *соціальна активність* – показник соціально орієнтованого творчого потенціалу;
- ✓ *мобільність* – показник його здатності до органічних еволюційних змін;
- ✓ *стійкість оточення* – показник стабільності в часі просторово-матеріальних і особистісно-соціальних його компонент.

Оцінювання за дванадцятибальною шкалою освітнього середовища контингентом викладачів і студентів показало, що більшість показників, на думку студентів, перебуває на середньому рівні. Викладачі ж частіше оцінюють середовище як сприятливіше, ніж визначене студентами. Особливо наголошується велика стійкість (стабільність у часі), досить висока мобільність (здатність до змін під впливом сучасних вимог) і домінантність (суб'єктивна значущість для студентів, педагогів, батьків). Разом з тим, відзначено низький рівень показників соціальної активності (зовнішні зв'язки з соціальним оточенням) та емоційності (можливості отримати емоційну підтримку, увагу до особистих проблем і обставин) [363].

Відповідно до параметрів оцінки описаних в п.3.2, було з'ясовано, що студенти в основному сприймають освітнє середовище з навчання фізико-технічних дисциплін як догматичне – 45 %, як кар'єрне і творче – відповідно 31 і 22 % студентів, а для 2 % воно видається безтурботним. Водночас педагоги продемонстрували прагнення до прикрашання реальності: на їх думку переважає кар'єрне середовище (53 %), за ним творче (24 %), потім догматичне (22 %), а безтурботне складає лише 1 % [360].

На підставі отриманих результатів і за методикою векторного моделювання освітніх середовищ [94] було побудовано векторну психодіагностичну діаграму стану освітнього середовища (рис. 5.1).

Так, студенти першого курсу охарактеризували освітнє середовище як кар'єрне середовище активної залежності, тобто таке, що орієнтоване на інтереси педагогів, які і стимулюють певну кар'єрну активність студентів, виходячи передусім із власних інтересів, а на думку викладачів, вказане вище середовище можна охарактеризувати, як кар'єрне середовище залежної активності, тобто воно залишається орієнтованим на інтереси педагогів через їх недостатню довіру ініціативі студентів. Водночас, студенти діють активно, але ця активність спрямована на ті імпульси, які дає їм педагогічне оточення.

Проектування за цією ж методикою ідеального середовища показало, що студенти віддають перевагу кар'єрному середовищу залежної активності, тобто орієнтуються на вимоги педагогів, які є наближеними до їх внутрішніх інтересів і бажань, а педагоги хотіли б створювати творче середовище, де б урахувались інтереси і викладачів, і студентів. Такі суперечності між «мрією» і «реальністю» мають два основних шляхи розвитку: позитивний (діалектичний), спрямований на прогресивні зміни освітнього середовища, і негативний, який призводить до

подальшого відчуження між суб'єктами навчання [495].

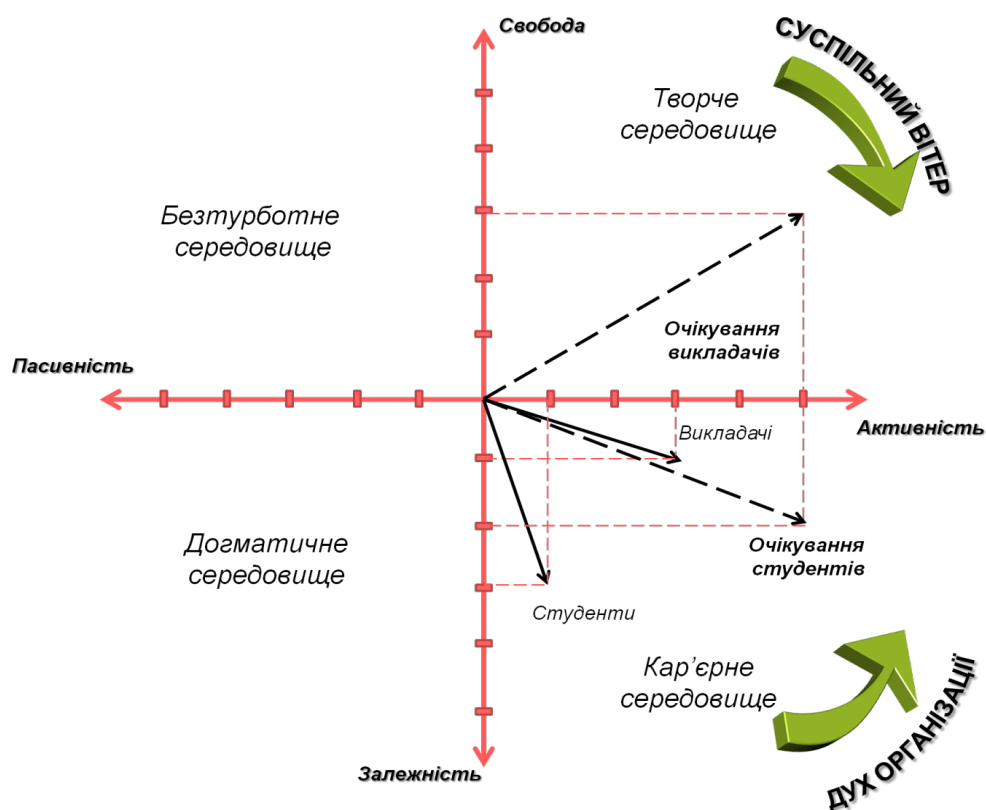


Рис. 5.1. Векторний аналіз освітнього середовища

З метою виявлення передумов створення методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ було проведено анкетування студентів (Див. Дод. П). Аналіз отриманих даних виявив, що студенти усвідомлюють важливість природничо-математичної підготовки та знань і навичок у сфері ІКТ як важливих чинників успішної професійної діяльності. Значний відсоток студентів (43 %) вважає, що фізико-технічний експеримент поглиблює розуміння сутності явищ і процесів. Водночас більшість респондентів (64 %) не готові до виконання завдань проблемного характеру (без інструкцій). Майже всі опитувані (91 %) вивили бажання опанувати комп'ютерно орієнтовані засоби навчання, водночас визначаючи рівень своїх навичок у опрацюванні експериментальних даних як середній і низький (78 %). Близько 37 % студентів зазначили, що можуть здійснювати числові обрахунки з використанням Excel, а 18 % знайомі з мовами програмування. Опитувані визначили свої ціннісно-мотиваційні самоосвітні здатності як такі, що перебувають на середньому рівні, водночас виявляючи позитивне ставлення до активних методів навчання і роботи у міні-групах. Також виявилось, що складним для сприймання, на думку студентів, є побудова і аналіз графічного матеріалу (51 %), обрахунки похибок (60 %), інтерпретація отриманих результатів (74 %).

Результати проведеного аналізу стану проблеми створили передумови для висновку про необхідність побудови відкритої методичної системи формування

ТКМІ з використанням КОСФЕ до визначило перехід до наступного, пошукового етапу педагогічного дослідження.

5.2. Пошуковий етап експерименту

Пошуковий етап педагогічного дослідження (2008 – 2011 рр.) був спрямований на:

- розроблення теоретико–методологічних засад концепції дослідження;
- аналіз дидактичних можливостей програмно–апаратного компонента КОСФЕ;
- створення відповідної моделі формування ТКМІ;
- змістової деталізації її структурно–функціональних блоків, дослідницьких завдань, технологічних карт, ЕДЛЗ;
- встановлення напрямів удосконалення структури і змісту курсів технічних дисциплін і фізики;
- попереднє опрацювання організаційно–технологічних елементів методики експериментального навчання;
- оцінювання експертами (викладачами і науковцями) дієвості і практичної придатності моделі розробленої методичної системи.

До пошукового етапу були залучені 720 студентів і 18 викладачів Національного авіаційного університету, Державної льотної академії України та НПУ ім. М. П. Драгоманова.

Для створення відповідної методичної системи навчання необхідно було визначити її компоненти: цілі і завдання, зміст, організаційні форми, методи і засоби навчання, які можна ефективно використовувати у процесі навчання з використанням КОСФЕ.

Таке завдання було реалізоване на підставі аналізу чинних компонентів ГСВО України інженерних спеціальностей «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», «Біомедична інженерія», «Електронні пристрої та системи», програм технічних дисциплін і загальної фізики, а також аналізу професійної діяльності майбутніх інженерів, вітчизняного та зарубіжного досвіду проектування, розробки та впровадження інноваційних технологій навчання технічних і фундаментальних дисциплін.

В результаті були визначено місце і компонентний склад технологічної компетентності у системі фахової підготовки майбутніх інженерів. На основі вимог виділено зміст основних блоків розробленої методичної системи способи та можливості їх комплексної реалізації у навчальному процесі вищого технічного навчального закладу.

Здійснено апробацію окремих методів і засобів активізації творчої самостійної роботи студентів з вивчення курсу: мультимедійних посібників для лекцій, практичних і лабораторних занять, які містили моделювання фізичних явищ, задач, тренажерів демонстрацій і лабораторних робіт; побудови математичних і графічних залежностей фізичних величин за результатами отримання і опрацювання даних експерименту з використанням програмно-апаратного забезпечення КОСФЕ тощо.

На основі самохронометражу студентами і контрольного хронометражу викладачами встановлювався раціональний обсяг дослідницьких завдань, і було визначено необхідний мінімум затрат часу на всіх етапах їх виконання. Це знайшло відображення у розроблених технологічних картах–інструкціях до лабораторних робіт і навчально–наукових установок.

У результаті експертного оцінювання викладачами–учасниками цього етапу експерименту, за охопленням елементами знань, відносною їх важливістю, необхідним рівнем засвоєння та параметрами засобів навчання підібрано ефективні демонстрації та лабораторні роботи, а також виявлено й усунуто недоліки у технологіях проведення певних лабораторних досліджень.

Практикувалося паралельне виконання лабораторних робіт на обладнанні і з використанням звичайних засобів опрацювання результатів експерименту і робіт з використанням цифрових вимірювальних комплексів і опрацювання даних експерименту з використанням програм візуалізації даних і програм відеоаналізу окремими студентами за індивідуальним графіком; використання на етапі захисту звітів про виконані роботи блоку контрольних запитань і експериментальних задач; використання нових технологічних карт–інструкцій евристичного типу тощо.

У процесі попереднього експериментального навчання виявлялися ускладнення під час вивчення і використання студентами запропонованого матеріалу, з'ясовувалася його доступність. Для цього використовувалися спостереження за роботою студентів, аналіз їхніх відповідей, бесіди зі студентами, анкетування, а також бесіди з викладачами, що проводили пошуковий експеримент.

Завершальною частиною пошукового етапу експерименту було експертне оцінювання розробленої нами методичної системи, яке мало на меті визначити думку експертів стосовно її прогнозованої дієвості і практичної придатності.

Як зазначає С. У. Гончаренко, метод експертних оцінок є одним із дослідницьких методів і надійних засобів, який «допомагає дістати інформацію про педагогічне явище, зробити обґрунтовані висновки про шляхи розв'язання актуальних проблем теорії і практики, навчання і виховання» [70].

Доцільність використання методу експертних оцінок у нашому дослідженні підтверджується тим, що:

- формування ТКМІ з використанням КОСФЕ є складним педагогічним процесом, який характеризується комплексними якісними, неформалізованими ознаками;
- внаслідок дії ряду чинників зовнішнього і внутрішнього походження у навчальному процесі з вивчення технічних дисциплін і фізики використовуються в основному елементи відповідної методичної системи, що не дає безпосередньо повною мірою оцінити доцільність її впровадження, дієвість і практичну придатність;
- технологічна компетентність є складовою професійної компетентності майбутнього інженера і відображає вимоги суспільства до фахівця, водночас висновки про рівень сформованості технологічної компетентності студенти технічного університету здійснюють на підставі успішності з певної

навчальної дисципліни, а тому така самооцінка не є достатньо об'єктивною.

Для проведення експертного оцінювання залучаються найбільш компетентні особи, які знають галузь дослідження і здатні до об'єктивної і неупередженої оцінки певних педагогічних дій, думки яких на підставі доповнення і перепроверки дають можливість об'єктивно охарактеризувати явище, що вивчається. Експертне судження, виражене в кількісній або якісній формі називається експертною оцінкою [89]. Цей метод дослідження передбачає організацію роботи з фахівцями експертами, опрацювання думок експертів з оцінювання того чи іншого явища. При реалізації цього методу думки експертів можуть бути виражені як у кількісній, так і в якісній формах [145].

Загальними вимогами, наголошує С. У. Гончаренко, яким має задовольняти особа потенційного експерта є: компетентність, розвинуті творчі здібності, які дають можливість аналізувати і вирішувати проблемні ситуації, креативність, відсутність схильності до конформізму, наукова об'єктивність, аналітичність, широта і конструктивність мислення, позитивне ставлення до інновацій [70].

В дослідженні А. Г. Протасова показано, що професійний рівень викладача вищого технічного навчального закладу, який бере безпосередню участь у підготовці майбутніх інженерів (від формування навчальних планів і програм до науково-дослідної діяльності) і спостерігає за формуванням у студентів професійної компетентності у цілому упродовж терміну навчання, є головною ознакою того, що він може бути об'єктивним експертом для експериментальної перевірки дієвості і практичної придатності досліджуваної методичної системи [293].

У якості експертів були залучені викладачі (всього 37 осіб) вищих технічних навчальних закладів (25 осіб) як фахівці, що безпосередньо задіяні на всіх етапах підготовки майбутніх інженерів (від розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти і навчальних планів до навчання майбутніх інженерів технічних дисциплін і спостереження за їх професійним зростанням упродовж тривалого часу) та вищих педагогічних навчальних закладів (12 осіб) як фахівці в галузі методології навчання фундаментальних і технічних дисциплін, психології і педагогіки вищої школи. Високий професійний і науковий рівень компетентності експертів також був підтверджений регулярним керівництвом і участю в науково-дослідних роботах різного рівня, систематичним підвищенням кваліфікації й активною науково-дослідною роботою зі студентами. Якісний склад експертів розробленої методичної системи був таким: доктори і кандидати наук – 29 осіб (78 %), викладачі без наукового ступеня – 8 осіб (22 %), із них 19 осіб (51 %) мали педагогічний стаж більше 10 років, 12 осіб (32 %) – від 5 до 10 років, 6 осіб (17 %) – від 3 до 5 років.

Таблиця 5.1

Якісний аналіз складу експертів

Група експертів (усього 37 осіб)	Кількість	%
Доктори наук	11	30
Кандидати наук	18	49
Викладачі без наукового ступеня	8	21

Педагогічний стаж ≥ 10 років	19	51
Педагогічний стаж 3–10 років	18	49

Експертне оцінювання методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ було проведено за методикою, запропонованою в [320], і здійснювалося за двома анкетами, в яких необхідно було оцінити певні вимоги, яким певною мірою задовольняє створена нами методична система. Відповідно для анкети №1 такими вимогами були (Див. Дод. Р):

- I. Дидактична відповідність.
- II. Інформаційно–змістова відповідність.
- III. Методико–експериментальне забезпечення.
- IV. Інноваційність технології.

Для визначення значущості кожної вимоги введено такі показники: узагальнена думка; компетентність і активність експертів; ступінь погодженості думок; статистична значущість показника погодженості думок експертів. Всі бальні оцінки експертів, що приймають значення від 0 до 100, можна розмістити в окрему матрицю.

Оцінювання експертом відносної важливості однієї з чотирьох вимог кожної з двох запропонованих анкет у нашому дослідженні здійснювалося присвоєнням оцінки за 100–бальною системою. Експерт надавав кожній вимозі бали в межах від 0 до 100 (нуль присвоюється в тому випадку, якщо фактор, на думку експерта, не має суттєвого значення; 100 балів присвоюється тому фактору, який має найбільш важливе вирішальне значення). Деякі експерти надавали однакову кількість балів декільком факторам, якщо на їх думку вони є однаковою мірою суттєвими. При опрацюванні даних колективної експертної оцінки було використано метод рангової кореляції. Дані, отримані в балах, були проранжовані по мірі зменшення, внаслідок чого були отримані оцінки рангів. Порядковий номер, що визначає місце кожної вимоги в загальній сукупності вимог, називається рангом. Зазвичай ранги відповідають числам натурального ряду 1, 2, 3, ..., n , де n — кількість ранжованих факторів. Ранг, рівний одиниці, присвоюється найбільш важливому фактору; ранг з максимальним числом n — найменш важливому фактору. Якщо експерт присвоює однакову кількість балів декільком факторам, то їм присвоюються стандартизовані ранги. Стандартизований ранг — це частка від ділення суми місць, зайнятих факторами з однаковими рангами, на загальну кількість таких факторів (вимог).

Введемо такі умовні позначення вихідних даних: m — кількість експертів, що брали участь у колективній експертній оцінці; 1, 2, 3, ..., i , ..., m — номери експертів; n — кількість вимог (факторів) досліджень (у нашому дослідженні $n=4$ для кожної з анкет), що запропоновані до оцінки; 1, 2, 3, ..., j , ..., n — можливі номери напрямків досліджень; m_j — кількість експертів, які оцінили j -ий напрямок; $m \cdot 100 \cdot j$ — кількість максимально можливих оцінок (100 балів), отриманих j -им напрямком досліджень; C_{ij} — оцінка відносної ваги (в балах), даних i -им експертом j -ому напрямку дослідження.

Нами було проведено процедуру опрацювання анкети № 1, які містили дані про результати оцінки чотирьох вимог 37-ма експертами. На основі цих

даних були сформовані матриці даних (Див. Дод. С)

Таблицю балів необхідно перетворити в таблицю (матрицю) рангів методом, викладеним вище, тобто елементи матриці балів C_{ij} перетворюються в елементи матриці рангів R_{ij} , де R_{ij} — це ранг оцінки i -м експертом j -го напрямку [77].

Під час опрацювання результатів експертних оцінок за відносною важливістю напрямків визначається ряд статистичних характеристик, на основі яких оцінюється кожний напрямок (параметр, фактор).

Нами було визначено показник узагальненої думки визначався як середнє арифметичне величини оцінки певної вимоги [445].

де m – загальна кількість експертів;

m_j – кількість експертів, що оцінювали j -ту вимогу;

C_{ij} – оцінка відносної важливості i -м експертом j -ї вимоги (табл.5.2).

Нагадаємо, що при визначенні середнього значення в балах, враховується тільки та кількість експертів, котра дала оцінку певному напрямку. Чим більше значення , тим більше, на думку експертів, важливість розвитку j -го напрямку.

Оцінка суми рангів j -ї вимоги зрівнів за формулою

де R_{ij} – ранг оцінки i -м експертом j – ї вимоги.

Очевидно, чим менша сума рангів, тим важливіший певний напрямок.

Середній ранг для кожного напрямку дорівнює

При порівнянні важливості різних напрямків по найбільш важливим слід вважати напрямок, що характеризується найменшим значенням середньої величини рангу.

Коефіцієнт активності експертів для j -ї вимоги обчислювався за формулою

. Для всіх вимог у нашому дослідженні $K_{aj} = 1$.

Експерту пропонується самому оцінити ступінь свого знайомства з питанням і підкреслити відповідний бал. Потім цей бал множиться на 0,1, і отримуємо коефіцієнт K_s . Коефіцієнт K_a аргументованості враховує структуру аргументів, які послужили експерту підставою для певної оцінки. Коефіцієнт аргументованості пропонується визначити відповідно до другої таблиці в анкеті експерта шляхом підсумовування значень, зазначених експертом в клітинках таблиці (Див. дод. Р). Визначивши коефіцієнт компетентності, множать на нього

значення оцінок експертів.

Отже, коефіцієнт компетентності визначався за формулою

де K_z – коефіцієнт ознайомлення з досліджуваною проблемою, K_a – коефіцієнт аргументації.

Оскільки оцінки, поставлені кожним експертом окремим напрямком відрізняються, то доцільно обчислювати їхній розмах, використовуючи для цього залежність

де L – розмах оцінок, в балах, даних j -му напрямку, – відповідно максимальні та мінімальна оцінки, поставлені j -му напрямку окремим експертом.

Розкид думок експертів, рівень якого по суті відображає узгодженість думок, оцінюється за допомогою дисперсії оцінок на j -му напрямку, та коефіцієнта варіації оцінок, даних j -ому напрямку:

- дисперсія оцінок, наданих j -му напрямку
- середнє квадратичне відхилення оцінок, отриманих j -им напрямком
- коефіцієнт варіації оцінок, отриманих j -им напрямком

Важливим питанням для наукового обґрунтування прогнозу має оцінка показника ступеня узгодженості думок експертів за допомогою системи показників.

Для оцінки узагальненої міри узгодженості думок за всіма напрямками (факторами, параметрами) використовується коефіцієнт конкордації W , який визначається за формулою [445]:

де d_j – середній зв'язаний ранг, S_j – сума зв'язаних рангів в кожній групі, R_{ij} – ранг експерта в групі i за критерієм j .

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}, S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}$$

де l – кількість груп зв'язаних рангів, n – кількість зв'язаних рангів в кожній групі.

Коефіцієнт конкордації набуває значень від 0 до 1. Чим більше значення коефіцієнта конкордації, тим вищим є ступінь узгодженості думок експертів. При $W=1$ має місце повна узгодженість думок експертів; якщо $W=0$, то така узгодженість практично відсутня.

Статистичну значущість показника погодженості думок експертів перевіряють з використанням критерію Пірсона χ^2 :

Розраховане значення χ^2 співставляється з табличним значенням $\chi_{\alpha, n-1}^2$ для $n-1$ степенів свободи та довірчої ймовірності $P=0,95$. Якщо $\chi^2 > \chi_{\alpha, n-1}^2$, то коефіцієнт конкордації істотний.

Результати математичного опрацювання експертного оцінювання відповідно до анкети № 1 подано в таблиці 5.2.

Для анкети № 1 експертного оцінювання було обчислено $\sum_{j=1}^n S_j = 234$; коефіцієнт конкордації склав $W=0,586$, а $\chi^2 = 65,085$ при $n = 7,815$.

Отже, виконується умова $\chi^2 > \chi_{\alpha, n-1}^2$, що свідчить про істотність коефіцієнта конкордації.

Таблиця 5.2

Середні результати експертного оцінювання дієвості методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ (анкета №1)

Вимоги	M_j	D_j	σ_j	$v_j, \%$	L_j				
I	89,59	43,58	6,60	7,37	30	52,5	1,42	-40	1600
II	85,95	27,55	5,25	6,11	20	77	2,08	-15,5	240,25
III		66,89	8,18	10,14	30	110	2,97	17,5	306,25

	80, 68								
IV	77, 97	31,19	5,59	7,16	20	130,5	3,53	38	1444

Оцінка показників відносної важливості напрямків, що містяться в табл. 5.2, свідчить про те, що група експертів віддала перевагу в основному першому (дидактична відповідність) та другому (інформаційно-змістова відповідність) напрямкам (середній бал відповідно 89,59 та 85,95, а середній ранг 1,42 та 2,08). Разом з тим, як показує величина розмаху оцінок, особливого розходження в оцінках експертів не спостерігається. За значенням показника активності експертів можна судити, з одного боку, про компетентність експертів, а з іншого – про те, що всі напрямки досить обґрунтовані, оскільки, всі експерти дали оцінку запропонованим напрямкам. З того факту, що коефіцієнт варіації оцінок для всіх напрямів менший за 30% було зроблено висновок про однорідність оцінок для кожного з напрямів оцінювання.

Метою експертного оцінювання відповідно до анкети №2 було з'ясування думки респондентів щодо дієвості і придатності окремих компонент системи (Див. Дод. Т)

В анкеті № 2 вимогами, що потребували експертного оцінювання, були:

- I. Дієвість методичної системи у формуванні ТКМІ.
- II. Дієвість структурно-логічної схеми методичної системи.
- III. Адекватність критеріїв і надійність показників.
- IV. Прогнозована ефективність у навчанні технічних дисциплін.

Математичне опрацювання результатів експертного оцінювання у цьому випадку проводилось за алгоритмом, аналогічним до опрацювання результатів експертного оцінювання відповідно до анкети № 1 на підставі сформованої матриці даних (Див. Дод. У). Отримані статистичні показники для анкети № 2 подано в таблиці 5.3.

Для другої анкети експертних оцінювання було обчислено $\sum_{j=1}^n x_j = 282$;
коефіцієнт конкордації склав $W = 0,611$, а $\sum_{j=1}^n x_j^2 = 67,774$ при $\sum_{j=1}^n x_j = 7,815$.

Таблиця 5.3

Середні результати експертного оцінювання дієвості методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ (анкета №2)

Вимоги	M_j	D_j	σ_j	$\nu_j, \%$	L_j				
I	85,54	28,87	5,37	6,28	20	80,5	2,18	-12	144
II	81,08	71,02	8,43	10,39	30	106	2,86	13,5	182,25
III	77,30	32,77	5,72	7,41	20	132,5	3,58	40	1600

IV	90,00	38,89	6,24	6,93	25	51	1,38	-41,5	1722,25
----	-------	-------	------	------	----	----	------	-------	---------

Оцінка показників відносної важливості напрямків, що містяться в табл. 5.3, свідчить про те, що група експертів віддала перевагу в основному першому (дієвість методичної системи) та четвертому (прогнозована ефективність у навчанні технічних дисциплін) напрямкам (середній бал відповідно 88,54 та 90,00, а середній ранг 2,18 та 1,38). Аналогічно до результатів, отриманих у процесі аналізу анкети №1, для анкети №2 особливого розходження в оцінках експертів не спостерігалось, експерти виявили достатній рівень компетентності, напрямки оцінювання були обґрунтованими, а оцінки напрямків – однорідними.

У результаті виконання завдань пошукового етапу експерименту підтверджено правильність ідей і положень, що лежать в основі методичної системи, скориговано методику реалізації цих принципів у змісті, формах, методах і засобах навчання (зміст лекцій, завдань, задач, лабораторних та індивідуальних робіт з використанням КОСФЕ).

Таким чином, експертне оцінювання розробленої методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ вказує на її дидактичну та інформаційно-змістову відповідність, достатнє методико-експериментальне забезпечення, дієвість у формуванні ТКМІ і структурно-логічної схеми, адекватність критеріїв і надійність показників. Особливо високою була думка експертів стосовно інноваційності технології і прогнозованої ефективності.

Було зроблено висновок про відповідність сучасним вимогам, а відтак, підтверджено доцільність впровадження методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ у навчальний процес з метою проведення наступного, формувального етапу експерименту.

Практичними підсумками цього етапу педагогічного експерименту були:

- опрацювання технології створення завдань проблемно-пошукового характеру [356, 341,]
- навчальні програми з дисципліни «Фізика» напрямів підготовки «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», «Транспортні технології», «Біомедична інженерія» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»;
- з'ясування особливостей методики використання програмно-апаратного забезпечення [353, 361, 350, 346, 345]
- навчальні посібники «Методика і техніка експерименту з оптики» [227];
- методичні вказівки до виконання лабораторного практикуму для студентів вищих технічних навчальних закладів «Фізика. Теорія похибок: лабораторний практикум» [420];
- пакет технологічних карт для виконання лабораторних робіт та досліджень проблемно-пошукового характеру на основі використання КОСФЕ;
- навчально-дослідницькі завдання для лабораторних практикумів із дисциплін «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Моделювання біологічних процесів», «Біосумісні матеріали» напряму підготовки «Біомедична інженерія» освітньо-кваліфікаційного рівня

- «бакалавр»;
- удосконалений лабораторний практикум і система демонстраційного експерименту;
- організація науково–дослідної роботи на основі професійного спрямування її змісту [367, 357, 338];
- методика оцінювання залишкових знань з фізики [352].

5.3. Формувальний педагогічний експеримент

Формувальний експеримент проводився з метою вивчення ефективності розробленої нами методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, особливостей, переваг та недоліків створеного навчально–методичного комплексу в умовах експериментального навчання та апробації в освітніх середовищах вищих технічних навчальних закладів. На основі співпраці з викладачами технічних дисциплін і фізики технічних університетів та інших навчальних закладів, на базі яких проводився педагогічний експеримент, опубліковано праці [372, 356, 371, 370, 337, 366].

На цьому етапі педагогічного експерименту передбачалося:

- ✓ реалізувати організаційно–педагогічні умови функціонування методичної системи;
- ✓ здійснити експериментальне навчання на основі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ;
- ✓ провести якісний і кількісний аналіз результатів педагогічного експерименту;
- ✓ удосконалити структуру курсу з врахуванням можливостей використання нових технологій навчання;
- ✓ розробити і обґрунтувати навчально–методичні рекомендації для використання розробленої нами методичної системи.

Планувалося оцінювання ефективності елементів розробленої нами методичної системи на формувальному етапі експерименту на основі порівняння змін у контрольних та експериментальних групах.

Аналіз науково–педагогічної літератури, присвяченої методиці проведення педагогічних досліджень, вказує на те, що наявні різні підходи до визначення кількості суб'єктів педагогічного дослідження: деякі автори схиляються до думки, що надійність результату прямо пропорційна до кількості досліджуваних осіб, інші вважають, що обмеження кількості досліджуваних впливає на «чистоту» експерименту, а опоненти перших і других взагалі заперечують кількісні обмеження [440]. Статистичні дослідження доводять існування поняття

малої вибірки, ($n \leq 30$), дослідженої англійським статистиком В. Госсетом, який у 1908 р. побудував спеціальний розподіл, придатний для співвіднесення t (коефіцієнта Стюдента) і довірчої імовірності $F(t)$. Малими вибірками користуються у педагогічних дослідженнях. Основною вимогою при цьому є те, що відбір досліджуваних об'єктів повинен відбуватися *із генеральної сукупності, яка має нормальний розподіл.*

За даними, наведеними Е. А. Штульманом, для порівняння результатів педагогічного дослідження «достатньо в експериментальній і контрольній групах мати по 24 особи, оскільки математична статистика стверджує, що після цього числа дані, що порівнюються, починають повторюватися» [440]. Там же автор наголошує, що експериментатор, незалежно від обраної кількості досліджуваних об'єктів повинен забезпечити репрезентативність вибірки і достовірність результатів педагогічного дослідження.

Говорячи про кількість досліджуваних у контрольній і експериментальній групах, С. У. Гончаренко зауважує, що їх кількість повинна задовольняти двом умовам: по-перше, збільшення кількості вибірки з достатньою ймовірністю запобігає впливу на результат експерименту «неконтрольованих, випадкових факторів, які істотно спотворюють ...результат»; по-друге, групи не повинні бути занадто великими, «тому що у цьому випадку *істотно ускладнюється управління експериментом*». Там же автор зазначає, що при кількості респондентів не меншій за 60 осіб «починає рельєфно проявлятися закон великих чисел, і, отже, досягається статистична надійність дослідження» [70]. Там же автор зазначає, що саме завдання і умови проведення експерименту визначають обсяг вибірки. На формувальному етапі дослідник звужує кількість експериментальних об'єктів до мінімально необхідної, при цьому дуже важливо, щоб експериментальні і контрольні групи були типовими і однорідними, тобто такими, як вже зазначалося вище, що взяті з одного розподілу ймовірностей.

Нами було враховано ряд особливостей, які мали на меті підвищення ефективності проведення експерименту: було проаналізовано аспекти розв'язання подібних завдань у подібних науково-педагогічних дослідженнях; здійснено коректний добір мінімально необхідної кількості експериментальних об'єктів з урахуванням мети і завдань експерименту; попереднє опрацювання критеріїв і показників-індикаторів для об'єктивної оцінки ефективності педагогічного впливу на результати навчання; добір методів опрацювання результатів педагогічного експерименту.

Організаційно-педагогічні умови формувального етапу педагогічного експерименту мали особливості, основна з яких і така, що утруднювала широкомасштабне проведення експериментального навчання за розробленою методикою, – наявність програмно-апаратного забезпечення, цифрових лабораторій провідних виробників навчальної техніки, що складають основу КОСФЕ у нашому дослідженні, у виокремлених вищих технічних закладах.

З метою забезпечення адекватності експериментальних даних нами були використані принципи:

- випадковий характер добору експериментальної і контрольної груп, спрямований на дотримання вимоги репрезентативності вибірки;
- однакові умови експерименту для контрольної і експериментальної груп, що є вимогою коректності порівняння суб'єктів дослідження;
- відтворюваність експериментального дослідження як вимога надійності методики проведення експерименту.

Із генеральної сукупності студентів першого курсу обраних спеціальностей Національного авіаційного університету, Запорізької державної інженерної

академії та Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова кількістю 520 студентів були сформовані дві інтегральні вибірки – експериментальні (ЕГ) і контрольні групи (КГ). Вибірki були типовими і однорідними: першокурсники були зараховані на навчання відповідно до загального конкурсу, серед них не було випускників спеціалізованих загальноосвітніх середніх навчальних закладів, які мали б фізико–математичний ухил, та профільних коледжів і ліцеїв; водночас в групах за результатами вступної кампанії були відсутні особи із занадто низьким рівнем знань із фундаментальних дисциплін, зокрема фізики.

Навчальний процес в експериментальних і контрольних групах здійснювався висококваліфікованими і досвідченими викладачами кафедр фізики і технічних дисциплін вказаних вищих технічних навчальних закладів на високому науково–методичному рівні. Водночас в експериментальних групах навчальний процес здійснювався відповідно до існуючих програм навчальних дисциплін на основі розробленої нами методики формування ТКМІ з використанням КОСФЕ: в аудиторній і поза аудиторній, науково–дослідній роботі студентів відповідно до логіки навчальної дисципліни використовувалася навчально–методичний комплекс, до складу якого входило навчальне обладнання і програмно–апаратне забезпечення провідних вітчизняних і закордонних виробників «ІТМ»® «Fourier education»®, «PHYWE System GmbH»®, програмне забезпечення Excel, Microcal Origin 6.7, MATLAB®, Adobe Flash Professional CS 5, C++ та ін., технологічні карти та інструкції до виконання лабораторних робіт, ЕДЛЗ, навчальні посібники «Методика і техніка експерименту з оптики», «Фізика. Модуль 5. Оптика», мультимедійні демонстрації для супроводу лекцій та інші дидактичні матеріали. Слід зазначити, що елементи методики формування ТКМІ з використанням КОСФЕ використовувалися також у навчальному процесі Херсонського національного технічного університету, Державної льотної академії України (м. Кіровоград), Керченського державного морського технологічного університету, про що свідчать відповідні довідки про впровадження результатів проведеного дисертаційного дослідження (Див. Вступ).

Під час проведення порівнювального експерименту виявлялася відмінність між показниками ефективності навчання студентів контрольних та експериментальних груп і оцінювалася значущість відмінностей цих показників за допомогою критерію χ^2 . Статистична гіпотеза про невинновість відмінностей у результатах формування когнітивної, операційно–діяльної, рефлексивно–аналітичної і ціннісно–мотиваційної компонент перевірялася на рівні значущості $\alpha=0,05$.

У всіх випадках результати утворювали дві сукупності (контрольна і експериментальна групи) та давали змогу порівнювати рівень сформованості технологічної компетентності майбутніх інженерів, що складала ці сукупності.

Аналіз причин значних відмінностей рангових показників вказував на недостатній рівень методичних засобів і недостатню підготовку реалізації та осягнення науково–методичних засад навчання загальної фізики майбутніх учителів

Проводилося оцінювання рівня сформованості технологічної компетентності майбутніх інженерів за когнітивним, операційно-діяльним, рефлексивно-аналітичним та ціннісно-мотиваційним критеріями відповідно індикаторного методу, описаного в п. 3.3. Визначення рівня прояву тієї чи іншої ознаки здійснювалося викладачем спільно зі студентом на початку (ввідна діагностика) і у кінці навчання (контрольна діагностика) за експериментальною методикою. Окрім того, спостереження за діяльністю студентів було підставою для проміжної діагностики з метою оперативного коригування методики навчання через зміну навчального плану студента або через зміну власне технології навчання.

З урахуванням того, що експериментальне навчання на основі методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ відбувалося переважно в лабораторному практикумі з фізики, який являє є пропедевтику вивчення технічних дисциплін, оцінювання компонент ТКМІ відбувалося переважно під час виконання лабораторних робіт. Якість виконання лабораторних навчально-дослідницьких завдань оцінювалася відповідно до ознак-індикаторів кожного з критеріїв (ціннісно-мотиваційного, когнітивного, операційно-діяльного і рефлексивно-аналітичного) так: 0 – ні, не знаю, не вмію; 1 – так, знаю, вмію (але недостатньо добре); 2 – так, знаю, вмію, дуже добре [2, 142]. У подальшому, відповідно до методики, запропонованої О. Б. Авраменком отримані бали переводились у стобальну шкалу:

- початковий рівень відповідає 0–59 балам (або 0–6 балів для кожного відповідного критерію);
- середній рівень відповідає 60–79 балам (або 7–12 балів для кожного відповідного критерію);
- високий рівень відповідає 80–100 балам (або 13–18 балів для кожного відповідного критерію).

З метою виявлення розбіжностей між розподілами в досліджуваних групах до і після проведення експерименту нами було застосовано критерій χ^2 . Обравши рівень значущості $\alpha = 0,05$ і обчисливши число ступенів вільності, дістали $\nu = n - 1 = 2$. Для цього значення ступеня вільності за таблицями знайшли критичне значення $\chi^2_{кр} = 5,99$.

За формулою для статистики критерію χ^2 , наведеною в [76]:

де i – обсяги вибірок, n_i – кількість об'єктів першої вибірки, які потрапили в i -ту категорію досліджуваного об'єкта ($i=1, 2, \dots, C$);

n_{ij} – кількість об'єктів другої вибірки, які потрапили в i -ту категорію досліджуваного об'єкта ($i=1, 2, \dots, C$), C – кількість категорій.

Висувалися гіпотези:

- основна гіпотеза H_0 про те, що відмінності у розподілах вибірок не є статистично значущими на заданому рівні;
- альтернативна гіпотеза H_1 про те, що відмінності у розподілах експериментальної і контрольної груп є статистично значущими і не є

випадковими. $\chi^2 < \chi^2_{кр}$.

Нами також було застосовано критерій Стюдента для порівняння даних до і після експерименту вибірових середніх експериментальної і контрольної груп з метою з'ясування того, чи належать значення рівнів сформованості до однієї генеральної сукупності. Критичні значення критерію було взято з таблиць (функція вбудована в Excel). Статистика критерію була обрахована в програмі Excel.

Нехай \bar{x}_1 та \bar{x}_2 – бали, отримані студентами експериментальної і контрольної груп відповідно,

Висуваємо гіпотези

.3

де

Знаходимо

де

Якщо $t > t_{кр}$, то нульова гіпотеза спростовується і приймається альтернативна гіпотеза.

Аналіз формування ТКМІ з використанням КОСФЕ за ціннісно–мотиваційним критерієм. Формування ціннісно–мотиваційних орієнтацій у складі ТКМІ відбувалося шляхом використання:

- схем міжпредметних зв'язків технічних дисциплін і фізики з іншими дисциплінами, що входить до ГСВО підготовки фахівців даного напрямку;
- переліку загально професійних компетенцій і виокремлення в них технологічної компетентності у вигляді складових, що як передбачалося, сприятиме усвідомленню студентами її значущості у майбутній професійній діяльності;
- цікавих прикладів та виконанням «ефектних» лабораторних дослідів;
- емоційне викладання навчального матеріалу з використанням експериментальних, дослідницьких, розрахункових і проектних завдань, максимально наближених по змісту і тематиці до майбутньої професійної діяльності;
- демонстрації міжпредметних зв'язків і залучення до відповідних навчально–пошукових досліджень;
- навчальних ситуацій, які потребували активної участі студентів і сприяли появі намірів невідкладно діяти, тобто створювали позитивні психологічні

настанови;

- методів, що передбачали активну та інтерактивну взаємодію переважно в групах, що сприяло формуванню усвідомлення приналежності до певної професійної команди, «професійного цеху» із відповідними потребами, цінностями, інтересами та ідеалами.

Як наслідок, результати оцінювання сформованості ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм виявили виразну позитивну динаміку.

Як показано на рис. 5.2 відбулися зміни в розподілі студентів за виявленими рівнями та у значенні коефіцієнта сформованості ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм, який було обчислено за адаптованою формулою А. А. Киверялга [186]:

де K – коефіцієнт сформованості ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм;

i – кількість студентів у контрольних і експериментальних групах зі сформованим відповідно низьким, середнім і високим рівнем ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм;

N – кількість студентів, які взяли участь в експерименті.

Різниця у приростах K для контрольної і експериментальної груп відрізнялась на 12% , як це видно з табл. 5.4.

Так високий рівень сформованості ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм мав на 27,3 % більший приріст у експериментальній групі порівняно з контрольною після проведення експерименту. Водночас кількість студентів, що виявили середній рівень сформованості ТКМІ за цим критерієм зменшилася в обох групах, але для експериментальної групи це зменшення було на 18,3 % більшим. Подібна «від’ємна» динаміка мала місце для кількості студентів з низьким рівнем ціннісно–мотиваційних орієнтацій після експерименту, при цьому різниця у відсотках склала 9 %.

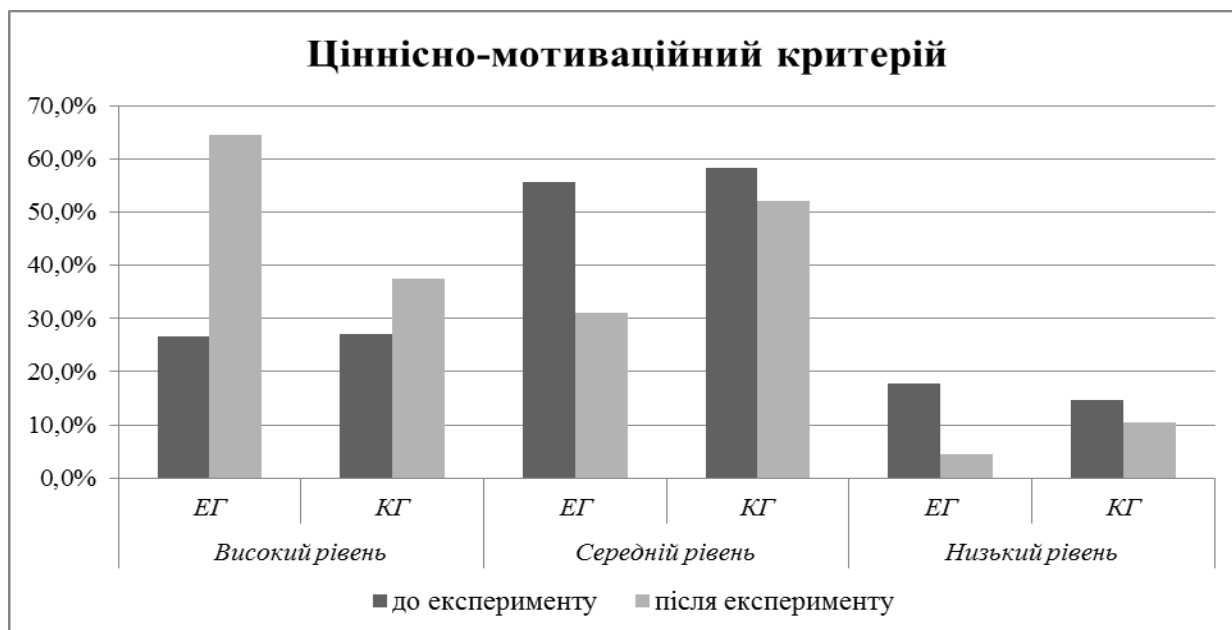


Рис. 5.2. Результати формування ТКМІ: ціннісно-мотиваційний критерій

Як видно з табл. 5.4, для експериментальної і контрольної груп до експерименту ($\chi^2=0,24$) для знайденого раніше $\chi^2_{кр}=5,99$ виконується умова $\chi^2 < \chi^2_{кр}$. Однак після експерименту отримане значення статистики $\chi^2=8,70$, тобто є більшим за критичне значення $\chi^2 > \chi^2_{кр}$. Отже гіпотеза H_0 відхиляється, а приймається гіпотеза H_1 . Це означає, із ймовірністю 95% можна стверджувати про достовірність відмінностей між рівнем сформованості ТКМІ за ціннісно-мотиваційним критерієм для експериментальної і контрольної груп після здійснення педагогічного впливу.

Застосування t -критерію Стьюдента, критичне значення якого для рівня значущості $\alpha=0,05$ складає $t_{кр}=2,27$, виявило, що для даних отриманих до експерименту $t=0,48$, тобто $t_{кр} > t$. Тобто приймається гіпотеза H_0 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп до проведення експерименту належать до однієї сукупності, тобто істотної різниці між ними немає.

Таблиця 5.4

**Результати формувального етапу експерименту:
ціннісно-мотиваційний критерій**

Ціннісно-мотиваційний критерій								
	До експерименту				Після експерименту			
	Розподіл рівнів, %			$K_{цм}$	Розподіл рівнів, %			$K_{цм}$
	Початковий	Середній	Високий		Початковий	Середній	Високий	
ЕГ	17,7	55,6	26,7	2,10	4,5	31,1	64,4	2,58
КГ	14,6	58,3	27,1	2,13	10,4	52,1	37,5	2,26
χ^2	0,24				8,70			

Після експерименту маємо $t=2,79$, а, отже, $t_{кр} < t$, що говорить на користь гіпотези H_1 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп після проведення експерименту належать до різних сукупностей.

Зважаючи на це можна зробити висновок про ефективність використання розробленої нами методичної системи для формування ціннісно-мотиваційної компоненти ТКМІ.

Аналіз формування ТКМІ з використанням КОСФЕ за когнітивним критерієм. Формування когнітивної складової ТКМІ, пов'язаної із здатністю і готовністю до здобування необхідних знань, у розробленій нами методичній системі здійснювалося через використання:

- розроблених автором навчально-методичних матеріалів: навчальних посібників «Методика і техніка експерименту з оптики», «Фізика. Модуль 5. Оптика», технологічних карт і завдань проблемно орієнтованого характеру;
- інструкцій до установок з використанням АЦП провідних вітчизняних і закордонних виробників навчальної техніки;
- самостійної аудиторної і позааудиторної, формальної і неформальної самостійної роботи над вирішенням навчальних завдань у тому числі пошукового і творчого характеру.

Результати оцінювання сформованості ТКМІ індикаторним методом за когнітивним критерієм наведено на рис. 5.3. Змінився розподіл студентів в експериментальній і контрольній групах відповідно до початкового, середнього і високого рівнів.

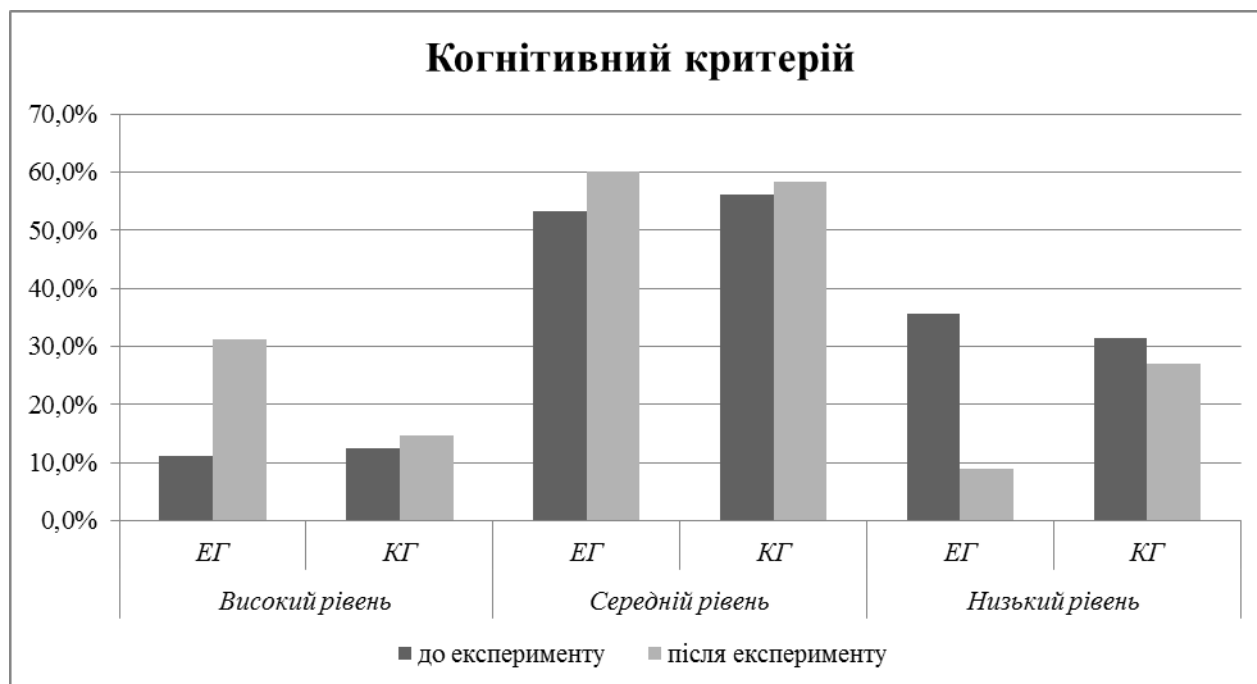


Рис. 5.3. Результати формування ТКМІ: когнітивний критерій

Змінилось також значення коефіцієнта сформованості ТКМІ за когнітивним критерієм, який було обчислено за адаптованою формулою А. А. Киверялга [186]:

$$K_k = \frac{n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 2 + n_3 \cdot 3}{N}$$

де K_k – коефіцієнт сформованості ТКМІ за когнітивним критерієм;

n_1, n_2 і n_3 – кількість студентів у контрольних і експериментальних групах зі сформованим відповідно початковим, середнім і високим рівнем ТКМІ за когнітивним критерієм;

N – кількість студентів, які взяли участь в експерименті.

Різниця у приростах K_k для контрольної і експериментальної груп відрізнялась на 12% , як це видно з табл. 5.5.

Відповідно до когнітивного критерію високий рівень сформованості ТКМІ майже на 18 % мав більший приріст у експериментальній групі порівняно з контрольною після проведення експерименту. Кількість студентів, які виявили середній рівень сформованості ТКМІ за когнітивним критерієм зросла в обох групах і незначно відрізнялася – на 4,6 %. Водночас в експериментальній групі значно зменшилася кількість осіб з низьким показником рівня ТКМІ за цим критерієм: різниця від'ємного приросту склала 22,5%.

Таблиця 5.5

Результати формувального етапу експерименту: когнітивний критерій

<i>Когнітивний критерій</i>								
	До експерименту				Після експерименту			
	Розподіл рівнів, %			K_k	Розподіл рівнів, %			K_k
	Початковий	Середній	Високий		Початковий	Середній	Високий	
ЕГ	35,6	53,3	11,1	1,77	8,9	60,0	31,1	2,23
К Г	31,3	56,2	12,5	1,82	27,1	58,3	14,6	1,87
χ^2	0,4				10,22			

Як видно з табл. 5.5, для експериментальної і контрольної груп до експерименту ($\chi^2=0,4$) для знайденого раніше $\chi^2_{кр}=5,99$ виконується умова $\chi^2 < \chi^2_{кр}$. Однак після експерименту отримане значення статистики $\chi^2=10,22$, тобто більше за критичне значення $\chi^2 > \chi^2_{кр}$. Отже, гіпотеза H_0 відхиляється, а приймається гіпотеза H_1 . Це означає, із ймовірністю 95% можна стверджувати про достовірність відмінностей між рівнем сформованості ТКМІ за когнітивним критерієм для експериментальної і контрольної груп після здійснення педагогічного впливу.

Як і у випадку опрацювання результатів за ціннісно-мотиваційним критерієм, для даних, отриманих під час аналізу рівнів сформованості ТКМІ за когнітивним критерієм був застосований t -критерій Стьюдента, критичне значення якого для рівня значущості $\alpha=0,05$ складає $t_{кр}=2,27$.

Було виявлено, що для даних отриманих до експерименту $t=0,18$, тобто $t_{кр} > t$, що визначало приймання гіпотези H_0 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп до проведення експерименту належать до однієї сукупності, тобто істотної різниці між ними не визначено.

Після експерименту було отримано $t=3,65$, а, отже, $t_{кр} < t$. Отже, правильною є гіпотеза H_1 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп після проведення експерименту належать до різних сукупностей.

Проведений кількісний аналіз результатів формування ТКМІ за когнітивним критерієм надає підстави для висновку про те, що розроблена нами методична система здійснює позитивний вплив на формування когнітивної компоненти ТКМІ.

Аналіз формування ТКМІ з використанням КОСФЕ за операційно-діяльнісним критерієм. Формування операційно-діяльнісних умінь, навичок і особистісних рис студентів відбувалося на лабораторіях в аудиторний і поза аудиторний час, під час самостійної роботи студентів і передбачало розв'язання завдань, пов'язаних із формуванням: здатності до формулювання цілей дослідження; здатності до добору методів (в тому числі комп'ютерно орієнтованих), прийомів і способів для досягнення запланованого результату; уміння користуватися лабораторним обладнанням і програмним забезпеченням, складати схеми, установки; уміння здійснювати фізико-технічний експеримент, в тому числі із залученням ІКТ; добирати оптимальну структуру діяльності для досягнення запланованих результатів; уміння оформляти графічний матеріал з використанням оптимальних програмних засобів; уміння переносити засвоєні

способи виконання навчальних завдань у нові умови, застосування здобутих знань на практиці, уміння обраховувати похибки вимірювань; готовності дотримання техніки безпеки; знання принципів дії основних приладів і програм, які використовуються у роботі; навички опрацювання джерел інформації і даних, здійснити роботу по цілеспрямованому формуванню у студентів відповідних особистісних рис.

Рівень сформованості ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм визначався оцінюванням відповідних показників-індикаторів. Зміни в розподілах студентів за рівнями сформованості відповідно до зазначеного критерію, що відбулися після завершення формувального етапу експерименту, подано у вигляді діаграми на рис. 5.4.

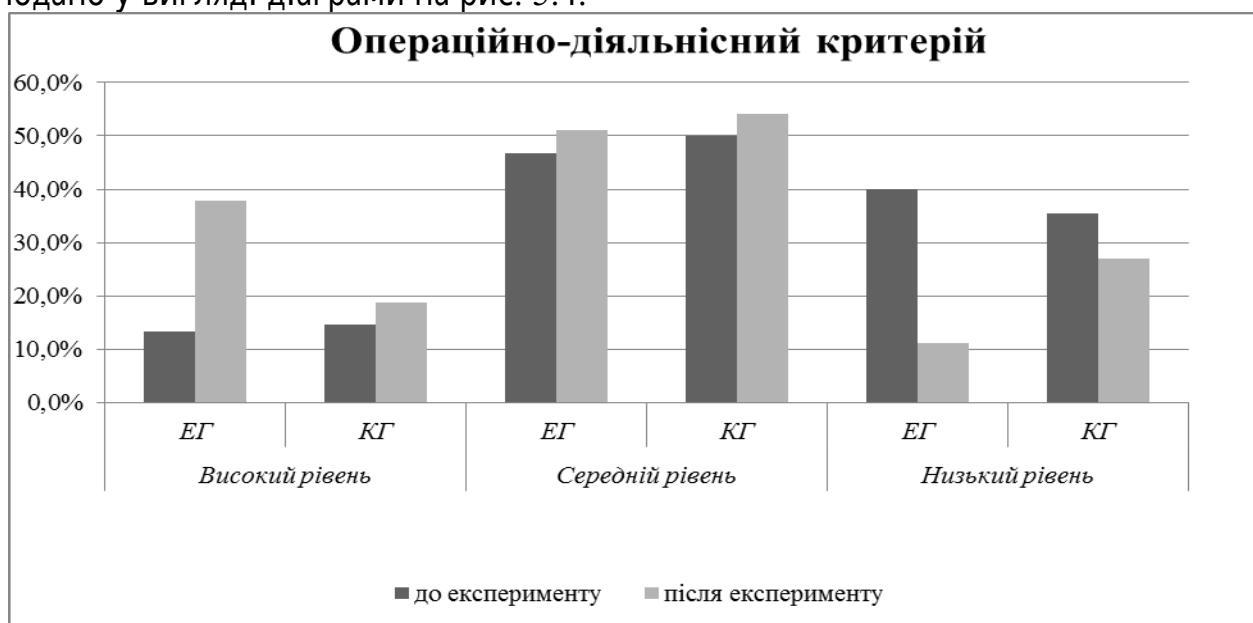


Рис. 5.4. Результати формування ТКМІ: операційно-діяльнісний критерій

Було розраховано значення коефіцієнта сформованості ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм, який було обчислено за адаптованою формулою А. А. Киверялга [186]:

$$K_{од} = \frac{n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 2 + n_3 \cdot 3}{N}$$

де $K_{од}$ – коефіцієнт сформованості ТКМІ за ціннісно-мотиваційним критерієм;

n_1, n_2 і n_3 – кількість студентів у контрольних і експериментальних групах зі сформованим відповідно початковим, середнім і високим рівнем ТКМІ за ціннісно-мотиваційним критерієм;

N – кількість студентів, які взяли участь в експерименті.

Різниця у приростах $K_{од}$ для контрольної і експериментальної груп відрізнялась на 14% , як це видно з табл. 5.6.

За результатами аналізу рівня сформованості ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм кількість студентів з високий його рівнем більш, ніж на 20 % мав більший приріст у експериментальній групі порівняно з контрольною після проведення експерименту. Кількість студентів, які виявили середній рівень сформованості ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм зросла в обох групах і різниця приросту склала 0,3%. Водночас в експериментальній групі, порівняно з контрольною, значно зменшилася кількість осіб з початковим рівнем ТКМІ за цим критерієм: різниця від'ємного приросту склала майже 21%.

Таблиця 5.6

**Результати формувального етапу експерименту:
операційно-діяльнісний критерій**

<i>Операційно-діяльнісний критерій</i>								
До експерименту					Після експерименту			
Розподіл рівнів, %				$K_{од}$	Розподіл рівнів, %			$K_{од}$
Початковий	Середній	Високий	Початковий		Середній	Високий		
ЕГ	40,0	46,7	13,3	1,73	11,1	51,1	37,8	2,28
КГ	35,4	50,0	14,6	1,79	27,1	54,1	18,8	1,90
χ^2	0,40				9,74			

Як видно з табл. 5.5, для експериментальної і контрольної груп до експерименту ($\chi^2=0,4$) для знайденого раніше $\chi^2_{кр}= 5,99$ виконується умова $\chi^2 < \chi^2_{кр}$. Однак після експерименту отримане значення статистики $\chi^2=9,74$, тобто більше за критичне значення $\chi^2 > \chi^2_{кр}$. Отже, гіпотеза H_0 відхиляється, а приймається гіпотеза H_1 . Це означає, із ймовірністю 95% можна стверджувати про достовірність відмінностей між рівнем сформованості ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм для експериментальної і контрольної груп після здійснення педагогічного впливу.

Як і у попередніх випадках опрацювання результатів за ціннісно-мотиваційним і когнітивним критеріями, для даних, отриманих під час аналізу рівнів сформованості ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм був застосований t -критерій Стьюдента, критичне значення якого для рівня значущості $\alpha=0,05$ складає $t_{кр}=2,27$.

Було виявлено, що для даних отриманих до експерименту $t=0,24$, тобто $t_{кр} > t$, що визначало приймання гіпотези H_0 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп до проведення експерименту належать до однієї сукупності, тобто істотної різниці між ними не існує.

Після експерименту було отримано $t=2,8$, а, отже, $t_{кр} < t$ і правильною є гіпотеза H_1 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп після проведення експерименту належать до різних сукупностей.

Таким чином, проведений кількісний аналіз результатів формування ТКМІ за операційно-діяльнісним критерієм надає підстави для висновку про те, що розроблена нами методична система здійснює позитивний вплив на формування операційно-діяльнісної компоненти ТКМІ.

Аналіз формування ТКМІ з використанням КОСФЕ за рефлексивно-аналітичним критерієм. Процес формування готовності

студентів до рефлексії та аналізу результатів у пізнавальній діяльності на основі використання КОСФЕ відбувався під час лекційних, практичних і лабораторних занять, в аудиторний і позааудиторний час і був спрямований на розвиток таких здатностей майбутніх інженерів як вміння: аналізувати процес пізнання і адекватно оцінювати його результати; виявляти і задовольняти потребу у професійному зростанні; виявляти необхідний обсяг обраного змісту для реалізації діяльності, яка забезпечує запланований результат; вміння аналізувати експериментальні результати з урахуванням похибок на підставі використання відповідного програмного забезпечення; вмінням аналізувати здобутий графічний матеріал; оволодівати матеріалом на рівні довготривалої пам'яті, що виражається у стійких навичках професійної діяльності; вміння виокремлювати суттєве і застосовувати його на практиці, у тому числі у нових, нестандартних умовах; здатність до самостійного висування пізнавальних задач із уже відомих і знаходити шляхи їх розв'язання; знаходити нові рішення із уже відомих; здатність знаходити оптимальні, раціональні способи розв'язання навчальних задач; вміння робити висновки на підставі результатів експерименту; вміння створювати доповідь і презентувати її тощо.

Рівень сформованості ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм визначався оцінюванням відповідних показників–індикаторів. Зміни в розподілах студентів за рівнями сформованості відповідно до зазначеного критерію, що відбулися після завершення формувального етапу експерименту, подано у вигляді діаграми на рис. 5.5.

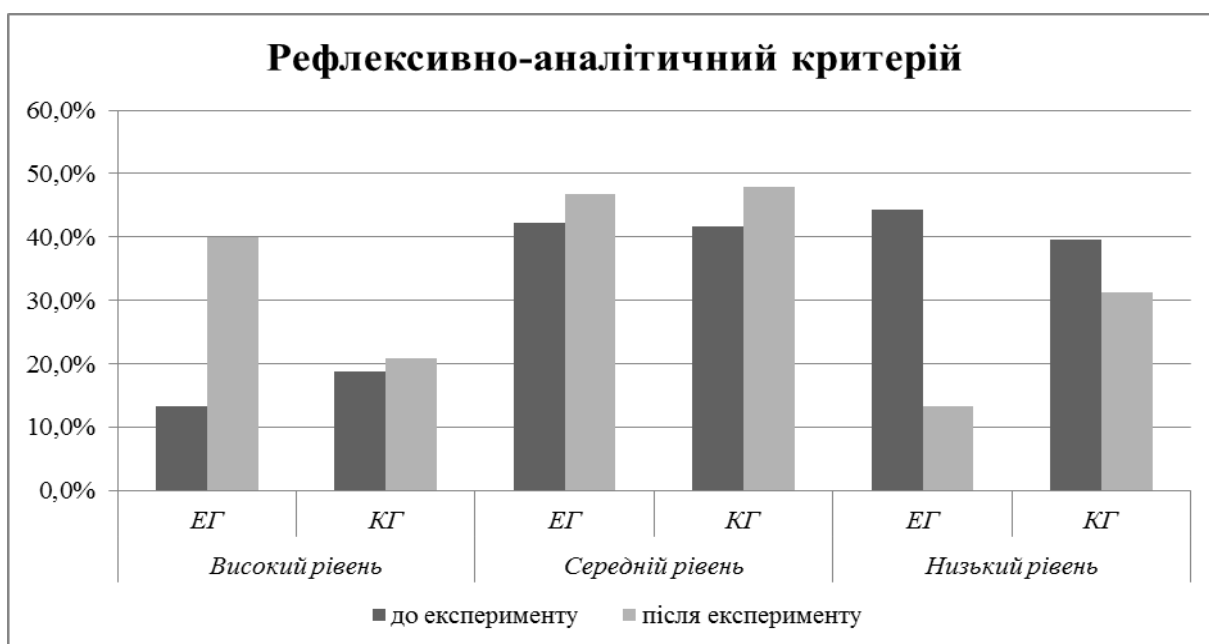


Рис. 5.5. Результати формування ТКМІ: рефлексивно–аналітичний критерій

Як і для інших критеріїв нами було розраховано значення коефіцієнта сформованості ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм, який було обчислено за адаптованою формулою А. А. Киверялга [186]:

$$K_{pa} = \frac{n_1 \cdot 1 + n_2 \cdot 2 + n_3 \cdot 3}{N}$$

де K_{pa} – коефіцієнт сформованості ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм ;

n_1, n_2 і n_3 – кількість студентів у контрольних і експериментальних групах зі сформованим відповідно початковим, середнім і високим рівнем ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм;

N – кількість студентів, які взяли участь в експерименті.

Різниця у приростах K_{pa} для контрольної і експериментальної груп відрізнялась на 15,3% , як це видно з табл. 5.7.

За результатами аналізу рівня сформованості ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм після експерименту приріст кількості студентів з високим рівнем цього показника був на 24,5% більшим, порівняно з його приростом у контрольній групі. Кількість студентів, які виявили середній рівень сформованості ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм зросла в обох групах, і для контрольної групи цей приріст був дещо більшим – на 1,7 %. Кількість студентів, що мали початковий рівень сформованості зменшилась в обох групах: на 31,1 % в експериментальній групі і не так значно в контрольній – на 8,3 %.

Перевірка здобутих результатів з використанням критерію χ^2 (табл. 5.6) виявила, що його значення до проведення експериментального навчання було нижчим за $\chi^2_{кр} = 5,99$ ($\chi^2 = 0,67$), тобто виконується умова $\chi^2 < \chi^2_{кр}$. Водночас після експерименту спостерігається значне підвищення статистики – $\chi^2 = 7,92$, тобто маємо перевищення цим значенням критичного $\chi^2 > \chi^2_{кр}$. Отже, гіпотеза H_0 відхиляється, а приймається гіпотеза H_1 . Це означає, із ймовірністю 95% можна стверджувати про достовірність відмінностей між рівнем сформованості ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм для експериментальної і контрольної груп після здійснення педагогічного впливу.

Наступним етапом аналізу здобутих результатів формування ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм було порівняння розподілів експериментальної і контрольної груп за критерієм Стьюдента, критичне значення якого для рівня значущості $\alpha = 0,05$, як і попередніх випадках складає $t_{кр} = 2,27$.

Порівняльний аналіз виявив, що для даних отриманих до експерименту $t = 0,04$, тобто $t_{кр} > t$, що визначало приймання гіпотези H_0 : середні значення оцінок експериментальної та контрольної груп до проведення експерименту належать до однієї сукупності, тобто істотної різниці між розподілами за рівнями досліджуваних якостей студентів не спостерігається.

Після експерименту було отримано $t = 3,08$, а, отже, $t_{кр} < t$, що дає підстави для відхилення гіпотези H_0 на користь гіпотези H_1 : середні значення оцінок

експериментальної та контрольної груп після проведення експерименту належать до різних сукупностей.

Таким чином, проведений кількісний аналіз результатів формування ТКМІ за рефлексивно–аналітичним критерієм надає підстави для висновку про те, що розроблена нами методична система здійснює позитивний вплив на формування операційно–діяльній компоненті ТКМІ.

Таблиця 5.7

**Результати формувального етапу експерименту:
рефлексивно–аналітичний критерій**

<i>Рефлексивно–аналітичний критерій</i>								
	До експерименту				Після експерименту			
	Розподіл рівнів, %			K_{pa}	Розподіл рівнів, %			K_{pa}
	Початковий	Середній	Високий		Початковий	Середній	Високий	
ЕГ	44,4	42,2	13,4	1,68	13,3	46,7	40,0	2,27
КГ	39,6	41,7	18,7	1,77	31,3	47,9	20,8	1,90
χ^2	0,67				7,92			

Аналіз результатів формування ТКМІ як інтегрованої особистісної професійно детермінованої категорії здійснювався якісно і кількісно шляхом порівняння результатів формування ТКМІ за когнітивним, ціннісно–мотиваційним, операційно–діяльній і рефлексивно–аналітичним критеріями з подальшим обчисленням коефіцієнта сформованості ТКМІ, що відповідно до досліджень В. П. Беспалька [32] засвідчити ефективність розробленої нами методичної системи.

Для обчислення коефіцієнта сформованості ТКМІ як інтегративної якості ми скористалися адаптованою до нашого дослідження методикою, запропонованою О. С. Заблоцькою [112], яка використала для цієї мети формулу розрахунку вибірових середніх значень:

$$K_{TK} = \frac{K_{цм} + K_k + K_{од} + K_{pa}}{4}$$

де K_{TK} – коефіцієнт сформованості у студентів ТКМІ як інтегративної якості особистості;

$K_{цм}$ – коефіцієнт сформованості ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм;

K_k – коефіцієнт сформованості ТКМІ за когнітивним критерієм;

$K_{од}$ – коефіцієнт сформованості ТКМІ за ціннісно–мотиваційним критерієм;

K_{pa} – коефіцієнт сформованості ТКМІ за рефлексивно-аналітичним критерієм.

Відповідно до обчислень до експерименту у експериментальній групі $K_{TK} = 1,82$, (61 %), у контрольній групі $K_{TK} = 1,88$ (63 %); після проведення експерименту у експериментальній групі $K_{TK} = 2,34$ (78%), а у контрольній групі $K_{TK} = 1,98$ (66 %).

Здобуті таким чином результати додатково підтверджують достовірність даних статистичної обробки, які було отримано раніше, і доводять значущість здійсненого нами педагогічного впливу під час проведення експериментального навчання. Ефективність цих навчальних засобів була виявлена, насамперед, зростанням коефіцієнта сформованості ТКМІ.

Опитування студентів, що брали участь у експерименті, показало, що 72 % вважають, що виконувати завдання з використанням КОСФЕ простіше і зручніше, близько 15 % виявляють цікавість до таких завдань, зазначаючи водночас складність їх виконання, 8 % вважають їх важкими для виконання.

Одним із завдань формувального етапу експерименту була апробація навчально-методичного комплексу: навчальні посібники «Методика і техніка експерименту з оптики», «Фізика. Модуль 5. Оптика», професійно орієнтованих програм із дисципліни «Фізика» напрямів підготовки «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», «Транспортні технології», «Біомедична інженерія» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», технологічних карт і лабораторних завдань, у тому числі для дисциплін «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Моделювання біологічних процесів» та «Біосумісні матеріали» для методичного супроводу лекцій, практичних та лабораторних занять, організації самостійної і самоосвітньої навчальної діяльності. Апробація елементів навчально-методичного комплексу здійснювалася на кафедрах фізики і технічних дисциплін Державної льотної академії України (м. Кіровоград), Херсонського національного технічного університету, Керченського державного морського технологічного університету, Запорізької державної інженерної академії, Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, Національного авіаційного університету, що засвідчено відповідними довідками про впровадження.

Для виявлення ефективності, особливостей змісту і структури навчально-методичного комплексу для формування ТКМІ з використанням КОСФЕ з метою їх подальшого розвитку і коригування нами було проведено анкетування викладачів та студентів, які брали участь педагогічному експерименті (Див. Дод. Ф).

Аналіз відповідей на запитання анкети виявив високу оцінку розробленої методичної системи. Так, 82 % опитаних вважають, що розроблена методична система сприяє кращому опануванню навчальним матеріалом технічних дисциплін і фізики, сприяє формуванню знання про сучасні засоби, способи, методи і технології проведення фізико-технічного експерименту (76 %). За

результатами анкетування було з'ясовано, що:

- значна частина респондентів (69 %) вважає, що у навчанні за експериментальною методикою розвивається здатність і готовність до регулярної самоосвіти;
- збільшується обсяг самостійної роботи (88 %);
- покращує знання з інформатичних дисциплін (73 %)
- розвиваються здатність і готовність до самоосвіти і систематичної самостійної роботи (76 %);
- сприяє глибшому розумінню фізичних законів і пов'язаних з ними техніко–технологічних процесів (69 %);
- сприяє усвідомленню цінності й інтелектуальної елітності інженерної діяльності (92 %);
- створює позитивну мотивацію до навчання (88 %);
- розвиває науково–дослідницькі якості майбутніх фахівців (69 %);
- розвиває навички розв'язання проблемно орієнтованих завдань (77 %);
- збільшує навчальне навантаження (35 %).

Оцінюючи у цілому запропоновану методику формування ТКМІ з використанням КОСФЕ 32,1 % оцінили її позитивно; 58,4 % – більш позитивно, ніж негативно; 5,7 % – більш негативно, ніж позитивно, а 3,8 % – негативно. Таким чином, позитивне ставлення до розробленої методики засвідчили біля 91 % студентів – майбутніх інженерів.

Експериментальне навчання здійснило позитивний вплив на виховну роботу: зріс рівень здатності студентів до відповідальності і критичне ставлення до результатів навчальної роботи, навичок самооцінювання, планування та добору індивідуальної організації самостійної роботи. Розвинулось знання і розуміння майбутніми інженерами прав інтелектуальної власності і використанні програмно–апаратного забезпечення, підготовки навчальних робіт у вигляді проектів і самостійних науково–дослідних робіт, дотримання норм ділової етики у безпосередньому спілкуванні і спілкуванні через мережні ресурси.

На цьому етапі педагогічного експерименту високою була і міцність засвоєння знань. Це підтвердили результати модульного і семестрового контролю студентів з фізики та обраних технічних дисциплін у першому і другому семестрах У середньому екзаменаційні бали студентів експериментальної групи були вищими на 18 %, ніж у контрольної.

Таким чином, експериментальна перевірка ефективності методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ показала зростання рівня теоретичних знань і практичних навичок, що сприяло формуванню технологічної компетентності майбутніх інженерів.

У середнені показники якості навчання студентів інженерних спеціальностей технічних університетів одержано з достатньою вірогідністю. Генеральна вибіркова кількість студентів за обраними для дослідження спеціальностями складала близько 500 студентів. У нашому дослідженні вибірки є випадковими й незалежними, з однаковим розподілом студентів за успішністю навчання на початок експерименту.

У випадку застосування інноваційних технологій навчання знання, навички і вміння студентів експериментальних груп вивили вищий рівень, ніж у контрольних, але певна частина студентів все ж мала слабкі навички застосування теоретичного матеріалу у навчальному і науковому експериментах.

За результатами дослідження можна зробити висновок не тільки про кількісні відмінності рівня засвоєння навчального матеріалу курсу загальної фізики і загальнотехнічних дисциплін у ході експерименту, а і про формування фахівців з вищим рівнем загальнопрофесійної, зокрема технологічної компетентності серед студентів експериментальних груп.

Проведений на різних етапах дослідження хронометраж підтвердив, що така ефективність пропонованої методичної системи забезпечувалася в межах часу, відведеного навчальним планом. За даними анкетування учасників педагогічного експерименту ця дидактична система викликала зацікавленість навчальним матеріалом близько 95 % студентів, підвищувала мотивацію їхньої пізнавальної діяльності та самовдосконалення.

Таким чином, результати проведеного педагогічного експерименту підтвердили прогнозований позитивний ефект упровадження у навчальний процес вищого технічного навчального закладу методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ.

У 2014 р. було проведено аналітично–коригувальний етап дослідження, у ході якого проаналізовано результати попередніх етапів, відкориговано елементи розробленої методичної системи, окреслено перспективи подальших науково–педагогічних пошуків.

Висновки до розділу 5

У розділі 5 проаналізовано результати експериментальної перевірки методики формування ТКМІ з використанням КОСФЕ, яка відбувалася на базі Національного авіаційного університету, Державної льотної академії України (м. Кіровоград), Херсонського національного технічного університету, Керченського державного морського технологічного університету, Запорізької державної інженерної академії, Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Ефективність її використання у навчальному процесі вищих технічних навчальних закладів встановлювалася за числовими значеннями коефіцієнтів та розподілом часток студентів із високим, середнім і початковим рівнями сформованості ТКМІ.

Результати педагогічного експерименту довели ефективність апробованої методики, Обчислений коефіцієнт сформованості у студентів ТКМІ досягнув позначки 78 %. В експериментальних групах помітно зросла частка студентів з високим рівнем сформованості ТКМІ – 43,5 % (у контрольній групі – 23 %), частка студентів із середнім рівнем сформованості ТКМІ – 47 % (у контрольній групі – 53,1 %), а частка з початковим рівнем сформованості ТКМІ зменшилася і стала рівною 9,5 % (у контрольній групі – 23,9 %). Достовірність результатів експериментального навчання доведено методами математичної статистики.

Експериментальні дані засвідчили ефективність застосування у навчальному процесі вищого технічного навчального закладу розробленого

навчально-методичного комплексу з використанням КОСФЕ для формування ТКМІ. Викладачі, що брали участь у експериментальному навчанні і апробації окремих елементів розробленої методичної системи відзначили її компетентнісну спрямованість як за змістом, так і за структурою.

За результатами цього етапу дослідження було опубліковано праці [340, 341, 370, 358, 375, 496, 493, 371].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення і запропоновано нове практичне вирішення проблеми формування технологічної компетентності майбутніх інженерів, зумовленої динамікою розвитку науки, техніки, технологій і соціальних процесів у сучасному суспільстві. Цю проблему розв'язано шляхом методологічного обґрунтування, розроблення, експериментальної перевірки та впровадження в навчальний процес вищих технічних навчальних закладів відповідної методичної системи. Досягнення мети проведеного дослідження та реалізація поставлених завдань дали підстави для таких висновків і рекомендацій.

1. На основі аналізу наукової, науково-методичної літератури, чинних нормативних документів з'ясовано, що процеси, які відбуваються в сучасному суспільстві, детермінують зміни в структурі професійної діяльності інженера, яка нині характеризується інтегрованістю, міждисциплінарністю та інноваційністю.

Проведене дослідження освітньої практики у вітчизняних і закордонних вищих технічних навчальних закладах виявило існування протиріч зовнішнього і внутрішнього походження, розв'язання яких потребує формування в майбутніх інженерів *технологічної компетентності* – інтегративної якості фахівця з вищою освітою, яка відображає готовність до виконання широкого кола професійних завдань на основі оптимального використання сучасних технологій.

На основі аналізу змісту, компонент та ієрархії професійних компетенцій у моделі підготовки фахівця з вищою технічною освітою з'ясовано, що технологічна компетентність майбутнього інженера має загальнонаукову генезу і ґрунтується на розумінні сутності, структури та усвідомленні практичного використання *техніко-технологічної картини світу* як засадничої категорії, що відображає перетворення природної раціональності в штучну.

Показано, що реалізація поставленого завдання формування технологічної компетентності майбутнього інженера можлива в педагогічній системі, яка ґрунтується на комплексному використанні сучасних ефективних методичних підходів і універсальних засобів навчання, одним з яких є комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту, в якій поєднано фундаментальні знання і сучасні технології проведення досліджень.

2. Обґрунтовано, що добір методологічних засад дослідження визначається якісним складом технологічної компетентності майбутнього інженера – комплексом світоглядних (когнітивної, операційно-діяльній, рефлексивно-аналітичної і ціннісно-мотиваційної) компонент, яким притаманний взаємозумовлений розвиток. З'ясовано, що найбільш дієвими в досягненні мети дослідження є компетентнісний (спрямовує навчальний процес на формування комплексу компетенцій і компетентностей, чим віддзеркалює вимоги сучасного суспільства до майбутнього фахівця), особистісно орієнтований (визначає орієнтацію навчального процесу на стимулювання особистості до постійного саморозвитку), аксіологічний (стимулює студентів

до розуміння професійної цінності й престижності техніко–технологічної діяльності) та системний (інтегрує компоненти методичної системи в єдину функціональну, відкриту, емерджентну і цілісну структуру) підходи.

Доведено, що життєздатність і дієвість методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту залежить від наявності в освітньому середовищі сприятливих психолого–педагогічних («суспільний вітер», «дух організації» тощо) та організаційно–педагогічних (підтримка на рівні кафедр і вищого технічного навчального закладу загалом; сучасне матеріально–технічне забезпечення навчального процесу; актуальні і систематично поновлювані навчально–методичні комплекси, у тому числі й електронні; компетентні і підготовані педагогічні кадри; студенти, які мають достатній рівень мотивації для здобуття вищої технічної освіти) умов.

3. З'ясовано сутність педагогічних функцій методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту, на підставі чого розроблено її структурно–функціональну модель, яка складається з концептуально–цільового, змістово–проблемного, організаційно–технологічного, моніторингового, результативного блоків і блоку корекції.

Дієвість проекрованої методичної системи, як показало дослідження, детермінована добром оптимальної педагогічної технології навчання технічних дисциплін і фізики, комплексним застосуванням сучасного натурального експерименту та програмно–апаратних засобів на основі ІКТ, широким використанням міждисциплінарних зв'язків, акцентуванням навчального процесу на формуванні компетентності в самостійній і самоосвітній навчальній діяльності.

Доведено, що добір когнітивного, операційно–діяльнісного, рефлексивно–аналітичного і ціннісно–мотиваційного критеріїв сформованості технологічної компетентності майбутнього інженера адекватно відображає її структурні компоненти, рівень розвитку яких може бути кількісно описаний на підставі аналізу відповідних ознак–індикаторів.

У свідомлення того, що технологічна компетентність майбутніх інженерів є інтегративною якістю, стало підставою для виокремлення трьох рівнів її сформованості (емпірико–репродуктивного, теоретико–алгоритмічного, творчого), які відображають ступінь наближення знань, умінь і навичок студента до здійснення самостійної техніко–технологічної творчої діяльності.

Обґрунтовано, що формування технологічної компетентності майбутнього інженера базується на певних закономірностях, серед яких залежність між метою і змістом, методами й організаційними формами навчання, якістю та систематичністю самостійної роботи і здатністю до виконання практичних (професійних) завдань, рівнем сформованості технологічної компетентності і ціннісно–мотиваційними настановами особистості тощо. Запропоновано здійснювати коригування методичної системи через зміну особистого навчального плану студента або компонент методичної системи.

4. Доведено, що, маючи загальнонаукову (фізичну) ґенезу, комп'ютерно орієнтована система фізичного експерименту є дієвим засобом для формування технологічної компетентності майбутніх інженерів, що пояснюється, з одного боку, її високою стабільністю в часі, а з іншого – універсальністю щодо формування широкого спектру компетенцій різного рівня і походження. Показано, що використання цифрових вимірювальних комплексів, середовищ програмування, засобів відеоаналізу й візуалізації даних у фізико-технічному лабораторному експерименті сприяє формуванню як техніко-технологічного світогляду так і загальнопрофесійної компетентності майбутніх інженерів.

З'ясовано, що ефективне функціонування комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту ґрунтується на доборі оптимальних навчально-дослідницьких завдань, тематику і зміст яких, керуючись ідеєю гнучкості методичної системи, потрібно добирати на засадах професійної спрямованості, варіативності та можливості трансформації технології навчання відповідно до виявленого рівня підготовленості студентів, здійснюючи поступовий перехід від інформаційно-рецептивних до творчих методів здобування знань. Показано, що формування технологічної компетентності майбутніх інженерів здійснюється через пояснювально-ілюстративний, аналітико-синтетичний, діяльнісний і оцінний етапи.

5. Керуючись усвідомленням провідної ролі програмно-апаратних засобів у розробленій методичній системі, створено і впроваджено в навчальний процес сучасний навчально-методичний комплекс, що складається з пакетів технологічних карт, інструкцій для демонстрацій, електронних документів лабораторної звітності, розміщених на Web-сторінці <http://www.slipukhina.in.ua>, та різномірних навчально-дослідницьких завдань, у тому числі для лабораторних практикумів із дисциплін «Основи взаємодії фізичних полів з біологічними об'єктами», «Моделювання біологічних процесів», «Біосумісні матеріали».

6. Необхідність формування технологічної компетентності майбутніх інженерів швидкими темпами й ефективними засобами детермінувала впровадження створеної методичної системи в освітній процес вищого технічного навчального закладу вже з першого курсу в навчанні загальнонаукових дисциплін і, передусім, фізики з поступовим залученням професійно зорієнтованих онтологій. Практично перевірено методику використання елементів та загалом розробленої методичної системи, на підставі чого було уточнено її організаційно-технологічні особливості та здійснено їх коригування.

На засадах інтеграції фундаментальності та професійної спрямованості актуалізовано наявні й розроблено нові навчально-методичні засоби: програми із дисципліни «Фізика» напрямів підготовки «Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології», «Транспортні технології», «Біомедична інженерія» освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр», навчальні посібники «Методика і техніка експерименту з оптики», «Фізика. Модуль 5. Оптика», професійно спрямований курс «Фізика для інформатиків» та супутні дидактичні матеріали.

7. На основі аналізу результатів педагогічного експерименту виявлено позитивний вплив запропонованих методичних нововведень на динаміку формування технологічної компетентності майбутніх інженерів і підтверджено засадничу роль у запропонованій методичній системі інтеграції методології фундаментальних дисциплін і сучасних ІКТ.

Показано, що зазначене є підставою для практичних рекомендацій щодо впровадження основних наукових результатів дослідження на таких рівнях: теоретико-педагогічному (розроблення галузевих стандартів вищої освіти на основі компетентнісного підходу, дослідження змісту і сучасних технологій навчання тощо) та практичному (для створення навчальних програм фізико-технічних дисциплін, методик навчання на основі комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту, розроблення лабораторних практикумів, тематики науково-дослідної роботи студентів тощо).

Проведене нами дослідження теоретико-методичних засад формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту є певним внеском у педагогічну теорію і практику впровадження компетентнісного підходу у вищій технічній освіті на міждисциплінарному рівні. Перспективи подальших науково-методичних пошуків стосуються широкого кола теоретичних і практичних питань, серед яких: дослідження особливостей структури та змісту галузевих стандартів вищої освіти, подальший розвиток інноваційних методик навчання технічних дисциплін і організації науково-дослідної роботи студентів, зокрема дидактики комп'ютерно орієнтованих систем навчання й електронних навчальних засобів, міждисциплінарна взаємодія, розвиток теорії і практики самостійної та самоосвітньої діяльності, формування соціально-особистісних якостей майбутнього фахівця, пов'язаних зі сталою мотивацією до професійного зростання тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аванесов В. С. Композиция тестовых заданий / Вадим Сергеевич Аванесов . – М. : Центр тестирования, 2002. – 240 с.
2. Авраменко О. Б. Теоретико-методичні засади проектування системи "техносвіт-технологічна освіта" у вищих навчальних закладах : дис. доктора пед. наук : 13.00.02 / Авраменко Олег Борисович. – К., 2014. – 481 с.
3. Адам С. Использование результатов обучения (Using Learning Outcomes. UK Bologna Seminar) // Болонский процесс: середина пути / Под ред. В. И. Байденко. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов. Российский Новый Университет, 2005. – С. 110–151.
4. Айзензон А. Е. Курс физики : учеб. пособ. [для вузов] / Александр Ефимович Айзензон. – М. : Высш. шк., 1996. – 462 с.
5. Александров Н. А. Компьютерные комплексы тестирования знаний студентов по курсу общей физики / Н. А. Александров, А. С. Беланов, Д. О. Жуков [и др.] // Физическое образование в вузах. – 2001. – Т. 7. – № 4. – С. 50–56.
6. Алехин В. В. Философские проблемы инженерно-технического труда : монография / Виктор Васильевич Алехин. – М. : Высш.шк., 1983. – 95 с.
7. Амонашвили Ш. А. Личностно-гуманная основа педагогического процесса / Шалва Александрович Амонашвили. – Мн. : Университет, 1990. – 500 с.
8. Амосов Н. М. Алгоритмы разума / Николай Михайлович Амосов. – К. : Наукова думка, 1979. – 140 с.
9. Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания / Борис Герасимович Ананьев . – [3-е изд.]. – СПб. : Питер, 2010. – 288 с.
10. Андреев А. Л. Компетентностная парадигма в образовании : опыт философско-методологического анализа / А. Л. Андреев // Педагогика. – 2005. – № 4. – С. 19–27.
11. Андреев В. И. Эвристическое программирование учебно-исследовательской деятельности / Валентин Иванович Андреев. – М. : Высш. шк., 1991. – 240 с.
12. Андрущенко В. П. Роздуми про освіту : статті, нариси, інтерв'ю / Віктор Петрович Андрущенко. – К. : Знання України, 2004. – 804 с.
13. Антікуз Є. В. Розв'язання графічних завдань з фізики за допомогою табличного редактора MS Excel / Є. В. Антікуз // Фізика в школах України. – 2007. – № 8 (84). – С. 25–27.
14. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы / Сергей Иванович Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.
15. Атлягузова Е. И. Формирование базовых компетенций студентов технического профиля : автореф. дисс. на соиск. науч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования"

- / Е. И. Атлягузова. – Тольятти, 2011. – 27 с.
16. Афанасьев В. Г. Общество : системность, познание и управление / Виктор Григорьевич Афанасьев . – М. : Политиздат, 1981. – 432 с.
 17. Бабанский Ю. К. Оптимизация процесса обучения : общедидактический аспект / Юрий Константинович Бабанский. – М. : Педагогика, 1977. – 256 с.
 18. Байденко В. И. Выявление состава компетенций выпускников вузов как необходимый этап проектирования ГОС ВПО нового поколения [Электронный ресурс] // Формирование системы инновационного образования в МГУ им. М. В. Ломоносова. – Режим доступа к журн. : http://www.inpro.msu.ru/PDF/gos_vpo.pdf.
 19. Бар Р. Б. От обучения к учению – новая парадигма высшего образования / Р. Б. Бар, Д. Таг ; [пер с англ. Р. Е. Гайлевич] : матер. второй Респуб. науч. –практ. конф. ["Университетское образование : от эффективного преподавания к эффективному учению"], (Минск, 1–3 мар. 2001 г.) / Белорус. гос. ун–т. – Минск : Пропилеи, 2001. – С. 13–40.
 20. Барановський В. М. Загальна фізика. Лабораторний практикум : навч. посіб. / [за заг. ред. І. Т. Горбачука]. – К. : Вища шк., 1992. – 509 с.
 21. Батыгин Г. С. Обоснование научного вывода в прикладной социологии / Геннадий Семенович Батыгин.– М. : Наука, 1986. – 123 с.
 22. Бахадирова З. Профессиональная направленность общеобразовательной подготовки студентов (на примере обучения физике в технических вузах) : автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.01 "Общая педагогика и история педагогики", 13.00.02 "Теория и методика обучения" / Закия Бахадирова. – Ташкент, 1990. – 15 с.
 23. Башмаков А. И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. – М. : Филинъ, 2003. – 615 с.
 24. Безрукова В. С. Педагогика. Проектная педагогика : учеб. пособ. [для инженерно–пед. ин–тов и индустр.–пед. техникумов] / Валентина Сергеевна Безрукова. – Екатеринбург : Деловая книга, 1996. – 344 с.
 25. Беликов В. А. Педагогические условия как цель педагогических исследования / В. А. Беликов // Проблемы образования и развития личности учащихся. – Магнитогорск : МаГУ, 2001. – С. 69–73.
 26. Белицын И. В. Лекционный мультимедийный комплекс как средство активизации учебно–познавательной деятельности обучающихся : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Белицын Игорь Владимирович. – Барнаул, 2003. – 159 с.
 27. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования / Дэниел Белл. – М. : Академия, 1999. – 578 с.
 28. Белоновская И. Д. Формирование профессиональной компетентности специалиста : региональный опыт : монография / Изабелла Давидовна Белоновская. – М. : Ин–т развития проф. образования, 2006. – 351 с.
 29. Бендес Ю. П. Використання інформаційних технологій у процесі навчання фізики в технічних навчальних закладах. / Юрій Петрович Бендес. –

- Полтава : Видавець Р. В. Шевченко, 2011. – 360 с.
30. Бендес Ю. П. Теоретико–методичні засади навчання фізики майбутніх фахівців телекомунікацій з використанням інноваційних технологій : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Бендес Юрій Петрович. – К., 2014.– 481 с.
 31. Бережнова Е. В. Основы учебно–исследовательской деятельности студентов : учеб. [для студ. средн. учеб. завед.] / Е. В. Бережнова, В. В. Краевский. – [3–е изд., стер.]. – М. : Академия, 2007. – 128 с.
 32. Беспалько В. П. Слагаемые педагогической технологии / Владимир Петрович Беспалько. – М. : Педагогика, 1989. – 190 с.
 33. Бех І. Д. Особистісно зорієнтоване виховання : наук.–метод. посіб. / Іван Дмитрович Бех. – К. : ІЗМН, 1998. – 203 с.
 34. Биков В. Ю. Теоретико–методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е–технологій навчання / В. Ю. Биков // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002. Зб. наук. пр. до 10–річчя АПН. – Харків : ОВС, 2002. – Ч. 2. – С. 182–189.
 35. Біла книга національної освіти України / [Алексєєнко Т. Ф. , Аніщенко В. М. , Балл Г. О. та ін.] ; за заг. ред. акад. В. Г. Кременя. – К. : Інформ. системи, 2010.– 342 с.
 36. Благодаренко Л. Ю. Технології особистісно–орієнтованого навчання фізики: навч.–метод. посібник / Людмила Юріївна Благодаренко. – К.: НПУ, 2005. – 112 с.
 37. Блауберг И. В. Становление и сущность системного подхода / И. В. Блауберг, Э. Г. Юдин. – М. : Наука, 1973. – 270 с.
 38. Богданов І. Т. Вибрані питання методики навчання загальної фізики та дисциплін технологічної освітньої галузі / Ігор Тимофійович Богданов. – К. : Четверта хвиля, 2005. – 207 с.
 39. Богданова І. М. Технології в освіті : теоретико–методологічний аспект / Інна Михайлівна Богданова. – Одеса : ТЕС, 1999. – 146 с.
 40. Болонський процес у фактах і документах (Сорбонна – Болонья – Саламака – Прага – Берлін) / [Степко М. Ф., Болюбаш Я. Я., Шинкарук В. Д. та ін.]. – Тернопіль : Вид–во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2003. – 60 с.
 41. Болотов В. А. Компетентностная модель: от идеи к образовательной парадигме / В. А. Болотов, В. В. Сериков // Педагогика. – 2003. – № 10. – С. 8–14.
 42. Большая психологическая энциклопедия. – М. : Эксмо, 2007. – 544 с.
 43. Большая советская энциклопедия : в 30 т. – М. : Советская энциклопедия, 1969–1978.
 44. Боровский М. И. О критериях нравственности / Михаил Иванович Боровский. – Минск, 1980. – С. 100–122.
 45. Буга П. Г. Создание учебных книг для вузов : справочное пособ. / Петр Григорьевич Буга. – [2–е изд.]. – М. : Изд–во МГУ, 1990. – 80 с.
 46. Великий тлумачний словник сучасної української мови / [уклад. і гол. ред. В. Т. Бусел]. – К. ; Ірпінь : Перун, 2004. – 1440 с.

47. Величко С. П. Розвиток системи навчального фізичного експерименту в сучасній середній школі : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Величко Степан Петрович. – К., 1998. – 460 с.
48. Веников В. А. Теория подобия и моделирования / В. А. Веников, Г. В. Веников. – М. : Высш. шк., 1984. – 439 с.
49. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе : контекстный подход : метод. пособ. / Андрей Александрович Вербицкий. – М. : Высш. шк., 1991. – 207 с.
50. Вербицкий А. А. Компетентностный подход и теория контекстного обучения / Андрей Александрович Вербицкий. – М. : ИЦ ПКПС, 2004. – 84 с.
51. Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста / Владимир Иванович Вернадский. – М. : Наука, 1988. – 520 с.
52. Виленский В. Я. Технологии профессионально-ориентированного обучения в высшей школе / Виленский В. Я., Образцов. П. И., Уман А. И. ; [под ред. В. А. Сластенина]. – М. : Пед. об-во России, 2004. – 192 с.
53. Виртуальные лабораторные работы по физике [Электронный ресурс] // All-fizika.com. – Режим доступа к сайту : <http://www.all-fizika.com>
54. Вища освіта України і Болонський процес : навч. програма / [розроб. М. Ф. Степко]. – Тернопіль : Вид-во ТДПУ ім. В. Гнатюка, 2004. – 18 с.
55. Вікіпедія – вільна енциклопедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту : <http://uk.wikipedia.org/wiki/>
56. Войтович І. С. Професійно орієнтована технічна підготовка майбутніх учителів інформатики : монографія / Ігор Станіславович Войтович – К. : РВВ НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2013. – 352 с.
57. Волкова Н. Н. Профессиональная компетентность специалистов : критерии оценки : монографія / Н. Н. Волкова, Л. Б. Волошко. – Полтава : Техсервис , 2007. – 318 с.
58. Воронина Т. П. Образование в эпоху новых информационных технологий (методологические аспекты) / Воронина Т. П., Кашицин В. П., Молчанова О. П. – М. : Информатика, 1995. – 220 с.
59. Выготский Л. С. Избранные педагогические исследования / Лев Семенович Выготский. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1956. – 518 с.
60. Вятковський З. Прогресивні зміни до розуміння і трактування кваліфікації людини / З. Вятковський // Професійно-технічна освіта. – 2010. – № 3. – С. 38–42.
61. Галеев Б. М. Человек, искусство, техника (проблема синестезии в искусстве) / Булат Махмудович Галеев. — Казань: КГУ, 1987. – 151 с.
62. Гальперин П. Я. Введение в психологию / Петр Яковлевич Гальперин. – М. : Изд-во МГУ, 1979. – 150 с.
63. Гершунский Б. С. Компьютеризация в сфере образования : Проблемы и перспективы / Борис Семенович Гершунский. – М. : Педагогика, 1987. – 264 с.

64. Гершунский Б. С. Философия образования для XXI века (в поисках практико–ориентированных образовательных концепций) / Борис Семенович Гершунский. – М. : Совершенство, 1998. – 428 с.
65. Гибсон Дж. Дж. Экологический подход к зрительному восприятию / Джеймс Джером Гибсон ; общ. ред. и вступ. ст. А. Д. Логвиненко ; [пер. с англ.] / – М. : Прогресс, 1988. – 464 с.
66. Гилюн А. В. Самостоятельная работа студентов в свете новой парадигмы высшего образования [Электронный ресурс] / А. В. Гилюн, Л. А. Колесник . – Режим доступа : www.trajectory.org.ua/analytics/education-viewpoint/soc3.html.
67. Гогунський В. Д. Формоутворююча роль стандартів вищої освіти в організації навчального процесу / В. Д. Гогунський, О. С. Савельєва / Шляхи реалізації кредитно–модульної системи організації навчального процесу і тестових форм контролю знань студентів : матер. наук.–метод. семінару ; за ред. Гогунського В. Д. – Вип. 9 : Викристання інформаційних технологій у навчальному процесі. – Одеса : Наука і техніка, 2014. – С. 3–9 .
68. Гончаренко С. У. Гуманізація освіти як основний критерій розробки засобів реалізації сучасних технологій навчання / С. У. Гончаренко // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету ім. Володимира Винниченка. Сер. Педагогічні науки. – Кіровоград : РВЦ КДПУ ім. В. Винниченка, 2001. – Вип. 34. – С. 3–6.
69. Гончаренко С. У. Методологические и теоретические основы формирования у учащихся средней школы естественнонаучной картины мира : автореф. дисс. на соиск. ученой степени канд. пед. наук : спец. 13.00.01 "Общая педагогика и история педагогики", 13.00.02 "Теория и методика обучения" / С. У. Гончаренко. – К., 1989. – 56 с.
70. Гончаренко С. У. Педагогічні дослідження : методологічні поради молодим науковцям / Семен Устимович Гончаренко. – Київ – Вінниця : Вінниця, 2008. – 278 с.
71. Гончаренко С. У. Фундаментальність чи вузький професіоналізм освіти / С. У. Гончаренко // Дидактика професійної освіти : зб. наук. пр. – Вип. 1. – Хмельницький : ХНУ, 2004. – С. 177–184.
72. Гончаренко С. Український педагогічний словник / Семен Гончаренко. – К. : Либідь, 1997.– 374 с.
73. Гордашников В. А. Образование и здоровье студентов медицинского колледжа / В. А. Гордашников, А. Я. Осин. – М. : Академия Естествознания, 2009. – 228 с.
74. Горобець С. М. Формування професійної компетентності засобами інформаційно–комп'ютерних технологій / С. М. Горобець // Нова педагогічна думка. – Рівне, 2008. – С. 58–68.
75. Горохов В. Г. Знать, чтобы делать (История инженерной профессии и её роль в современной культуре) / Виталий Георгиевич Горохов. – М. : Знание, 1987.– 176 с.

76. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях : непараметрические методы / М. И. Грабарь, К. А. Краснянская. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.
77. Грабовецький Б. Є. Основи економічного прогнозування : навч. посібн. / Борис Євсійович Грабовецький. – Вінниця : ВФ ТАНГ, 2000. – 230 с.
78. Грант Дж. П. Философия, культура, технология : перспективы на будущее [Электронный ресурс] / Дж. П. Грант. – Режим доступа : http://lib.uni-dubna.ru/search/files/kult_tex_voln/~kult_tex_voln.htm
79. ГСВО МОНУ. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" галузі знань 0514 "Біотехнологія" напряму підготовки 6.051402 "Біомедична інженерія". – Вид. офіц. – К., 2012. – 30 с.
80. ГСВО МОНУ. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" галузі знань 0508 "Електроніка" напряму підготовки 6.050802 "Електронні пристрої та системи" кваліфікації "3132 Радіоелектронік". – Вид. офіц. – К., 2012. – 30 с.
81. ГСВО МОНУ. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-кваліфікаційна характеристика освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" галузі знань 0502 "Автоматика і управління" напряму підготовки 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології". – Вид. офіц. – К., 2011. – 30 с.
82. ГСВО МОНУ. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-професійна програма освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" галузі знань 0508 "Електроніка" напряму підготовки 6.050802 "Електронні пристрої та системи" кваліфікації "3132 Радіоелектронік". – Вид. офіц. – К., 2013. – 32 с.
83. ГСВО МОНУ. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-професійна програма освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" галузі знань 0514 "Біотехнологія" напряму підготовки 6.051402 "Біомедична інженерія". – Вид. офіц. – К., 2012. – 32 с.
84. ГСВО МОНУ. Галузевий стандарт вищої освіти України. Освітньо-професійна програма освітньо-кваліфікаційного рівня "Бакалавр" галузі знань 0502 "Автоматика і управління" напряму підготовки 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно інтегровані технології". – Вид. офіц. – К., 2013. – 32 с.
85. Гулд Х. Компьютерное моделирование в физике / Х. Гулд, Я. Тобочник ; [пер. с англ. А. Полюдов, В. Панченко]. – М. : Мир, 1990. – 349 с.
86. Гуржій А. М. Стан та проблеми інформатизації освіти України / А. М. Гуржій, О. М. Китайцев // Комп'ютер у школі та сім'ї : наук.-метод. журн. – 2006. – № 8. – С. 3–8.
87. Гурье Л. И. Проектирование педагогических систем : учеб. пособ. / Лилия Измайловна Гурье . – Казань, 2004. – 212 с.

88. Гусинский Э. Н. Введение в философию образования / Э. Н. Гусинский, Ю. И. Турчанинова. – М. : Логос, 2000. – 224 с.
89. Давнис В. В. Прогнозные методы экспертных предпочтений / В. В. Давнис, В. И. Тинякова. – Воронеж : Из-во Воронеж.гос.ун-та, 2005. – 248 с.
90. Давыдов В. В. Теория развивающего обучения / Василий Васильевич Давыдов. – М. : ИНТОР, 1996. – 542 с.
91. Дакарские рамки действий. Образование для всех : выполнение наших коллективных обязательств [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.un.org/russian/events/literacy/dakar.htm>.
92. Декарт Р. Рассуждение о методе, чтобы верно направлять свой разум и отыскивать истину в науках и другие философские работы / Ренэ Декарт. – М. : Академ. проект, 2011. – 335 с.
93. Демин В. А. Профессиональная компетентность специалиста : понятие и виды / В. А. Демин // Мониторинг образовательного процесса. – 2000. – № 4. – С. 35–37.
94. Дергачёва Е. А. Научная и технико-технологическая рациональности / Е. А. Дергачёва [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://phil.iipou.tu-bryansk.ru/>
95. Дерябо С. Д. Экологическая педагогика и психология / С. Д. Дерябо, В. А. Ясвин. – Ростов н/Д : Феникс, 1996. – 480 с.
96. Дистанционное обучение : учеб. пособ. / [под. ред. Е. С. Полат]. – М. : ВЛАДОС, 1998. – 192 с.
97. Дмитренко Г. А. Цільове управління: вимірювання результативності діяльності учнів і педагогів : навч.-метод. посіб. / Дмитренко Г. А., Олійник В. В., Онуфрієва О. Л. – К. : УІПКККО, 1996. – 94 с.
98. Добровська Л. М. Інваріантна складова професійної компетентності з інформаційних технологій майбутніх інженерів / Л. М. Добровська // Вісн. НТУУ "КПІ". Сер. Філософія. Психологія. Педагогіка. – К. : КПІ, 2010. – Вип. 1. – С. 155–161.
99. Доклад генерального директора о результатах, достигнутых в ходе осуществления деятельности по итогам Всемирной конференции по науке (Будапешт, 1999 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001233/123386r.pdf>.
100. Драйден Г. Революція в навчанні / Г. Драйден, Дж. Вос ; [пер. з англ. М. Товкало]. – Львів : Літопис, 2001. – 540 с.
101. Дудова С. В. Технологическая компетентность учителя : теоретический анализ понятия [Электронный ресурс] / С. В. Дудова. – Режим доступа : http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2013/2/pedagogika/dudova.pdf.
102. Дьяченко М. И. Психология высшей школы / Дьяченко М. И., Кандыбович Л. А., Кандыбович С. Л. – Мн. : Харвест, 2006. – 416 с.
103. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://school-collection.edu.ru/>

104. Езерская Е. М. Новые характеристики инженерной компетентности специалиста: рискологическая подготовка / Е. М. Езерская, И. Д. Белоновская // Вестник Челяб. госуд. пед. ун-та. – 2013. – Вып.11.– С. 111–119.
105. Елисеев И. Н. Методология оценки уровня сформированности компетенции студентов [Электронный ресурс] / И. Н. Елисеев. – Режим доступа : <http://www.kalmsu.ru>
106. Енциклопедія освіти / [Бех І. Д., Бібік Н. М., Биков В. Ю. та ін.] ; гол. ред. В. Г. Кремень. – К : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
107. Єчкало Ю. Розвиток інтелектуальних здібностей старшокласників у процесі навчання фізики засобами комп'ютерного моделювання : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Єчкало Юлія Володимирівна. – К., 2012. – 279 с.
108. Жалдак М. І. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання математики, фізики, інформатики : посіб. [для вчителя] / М. І. Жалдак, В. В. Лапінський, М. І. Шут. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2004.– 352 с.
109. Живая физика [Электронный ресурс] : учеб.–метод. комплект / [авт., сост. В. В. Бронфман, С. М. Дунин, М. А. Шапиро и др.]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. Требования : Pentium ; 32 Мб RAM ; Windows 98, 2000, XP, 7, Vista, MacOS, OS X. – Название с контейнера.
110. Житник Б. О. Методичний поради́ник : форми і методи навчання / Борис Олександрович Житник. – Харків : Основа, 2005. –128 с.
111. Забавников А. Е. Техническая картина мира : онтолого–гносеологический анализ : авторефер. дисс. на соискание науч. степени канд. филос. наук : спец. 09.00.01 "Онтология и теория познания" / А. Е. Забавников. – Тамбов, 2000. – 16 с.
112. Заблоцька О. С. Теоретичні і методичні засади формування предметних компетенцій з хімії у майбутніх фахівців екологічних спеціальностей : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Ольга Сергіївна Заблоцька. – К., 2011. – 588 с.
113. Заболотний В. Ф. Навчальний фізичний експеримент в школі з використанням цифрової лабораторії NOVA5000 / В. Ф. Заболотний, А. В. Лаврова // Зб. наук. пр. Кам'янець–Под. нац ун-ту ім. І. Огієнка. Сер. Педагогічна. – Кам'янець–Подільський. – 2013. – Вип. 19.– С. 82–85.
114. Загашев И. О. Критическое мышление : технология развития / Игорь Олегович Загашев. – СПб. : Дельта, 2003. – 284 с.
115. Занков Л. В. Избранные педагогические труды / Леонид Владимирович Занков. – [3-е изд., доп.]. – М. : Дом педагогики, 1999. – 608 с.
116. Засоби інформаційно–комунікаційних технологій єдиного інформаційного простору системи освіти України : монографія / [Лапінський В. В., Пилипчук А. Ю., Шишкіна М. П. та ін.] ; за наук. ред. проф. В. Ю. Бикова. – К. : Педагогічна думка, 2010. – 160 с.
117. Захарова И. Г. Формирование информационной образовательной среды высшего учебного заведения : автореф. дисс. на соискание науч. степени

- доктора пед. наук : спец. 13.00.01 "Общая педагогика, история педагогики и образования" / И. Г. Захарова. – Тюмень, 2003. – 46 с.
118. Згуровський М. З. Дослідницькі університети : шанс для Європи / М. З. Згуровський // Дзеркало тижня. – 2006. – № 39 (618).
 119. Згуровський М. З. Системна методологія передбачення / Михайло Захарович Згуровський. – К. : Політехніка, 2001. – 50 с.
 120. Зеер Э. Ф. Личностно–развивающее профессиональное образование / Эвальд Фридрихович Зеер. – Екатеринбург, 2006. – 170 с.
 121. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно–целевая основа компетентностного подхода в образовании / Ирина Александровна Зимняя. – М. : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 42 с.
 122. Зимняя И. А. Ключевые компетенции – новая парадигма результатов образования / И. А. Зимняя // Высшее образование сегодня. – 2003. – № 5. – С. 34–42.
 123. Зинов В. Г. Основы успешной коммерциализации результатов исследований и разработок [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.myshared.ru/slide/303888/>
 124. Злобин Э. В. Управление качеством в образовательной организации [Электронный ресурс] / Э. В. Злобин, С. В. Мищенко, Б. И. Герасимов. – Тамбов : Изд–во Тамб. гос. техн. ун–та. – 2004. – 88 с. – Режим доступа к журн. : <http://www.tstu.ru/education/elib/pdf/2004/zlobn.pdf>.
 125. Зуев А. Интеллектуальный капитал [Электронный ресурс] / А. Зуев, Л. Мясникова // Риск. Ресурсы. Информация. Снабжение. Конкуренция. – Режим доступа к журн. : http://www.situation.ru/app/j_art_355.htm
 126. Зязюн І. А. Краса педагогічної дії : навч. посіб. [для вчителів, аспірантів, студ. серед. та вищ. навч. закл.] / І. А. Зязюн, Г. М. Сагач. – К. : Укр.–фінс. ін–т менедж. і бізнесу, 1997. – 302 с.
 127. Иванов Н. И. Философские проблемы инженерной деятельности : теоретические и методологические аспекты / Николай Иванович Иванов. – Тверь : ТГТУ, 1995. – 100 с.
 128. Иванова Г. П. Критериальная база современного воспитания [Электронный ресурс] / Г. П. Иванова // Учебный портал РУДН. – Режим доступа : <http://web-local.rudn.ru/web-local/prep/rj/index.php?id = 368&p = 12673>.
 129. Ивановский З. В. Высшее образование в условиях глобализации / З. В. Ивановский // Знание. Понимание. Умение. – 2006. – № 1. – С. 109–114.
 130. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы / Евгений Павлович Ильин. – СПб, 2008. – 512 с.
 131. Ильясов И. И. Проектирование курса обучения по учебной дисциплине : пособ. [для преподавателей] / И. И. Ильясов, Н. А. Галатенко. – М. : Логос, 1994. – 208 с.

132. Использование ADOBE® FLASH® PROFESSIONAL CS5 & CS5.5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://help.adobe.com/ru_RU/flash/cs/using/flash_cs5_help.pdf/
133. Кадемія М. Інформаційно–технологічна компетентність майбутнього вчителя трудового навчання (технологій) [Електронний ресурс] / М. Кадемія. – Режим доступу : <http://library.udpu.org.ua/>
134. Калашников Н. П. Физика. Интернет–тестирование базовых знаний : учеб. пособ. / Н. П. Калашников, Н. М. Кожевников. – СПб. : Лань, 2009. – 160 с.
135. Кансузян Л. В. Инженерная деятельность : социально–ценностная концепция : автореф. дисс. на соискание уч. степ. доктора филос. наук : 09.00.11 "Социальная философия" / Ляля Вартаповна Кансузян. – М., 2013. – 40 с.
136. Карпенко М. Система забезпечення якості вищої освіти у Болонському процесі та механізми її імплементації в Україні [Електронний ресурс] / М. Карпенко. – Режим доступу : <http://old.niss.gov.ua/Monitor/juni08/16.htm>.
137. Карпенков С. Х. Концепции современного естествознания / Степан Харланович Карпенков. – [6–е изд., перераб. и доп.]. – М. : Высш. шк., 2003. – 488 с.
138. Карпов А. В. Профессионализм современного педагога : методика оценки уровня квалификации педагогических работников / Карпов А. В., Кузнецова И. В., Кузнецова М. Д. – М. : Логос, 2011. – 168 с.
139. Карташова Л. А. Система навчання інформаційних технологій студентів гуманітарних спеціальностей у вищих педагогічних навчальних закладах : дис ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Карташова Любов Андріївна. – К., 2012. – 544 с.
140. Касперський А. В. Радіоелектроніка в системі формування фізичних та технічних знань у середніх загальноосвітніх та вищих педагогічних навчальних закладах : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Касперський Анатолій Володимирович. – К., 2003. – 523 с.
141. Кастельс М. Информационная эпоха : экономика, общество и культура / Мануэль Кастельс ; [пер. с англ. ; под науч. ред. О. И. Шкаратана]. – М. : ГУ ВШЭ, 2000. – 608 с.
142. Катаев С. Г. Индикаторный метод оценивания компетенций / С. Г. Катаев, Ю. О. Лобода, Е. А. Хомякова // Вестник Томского государственного педагогического университета. – Вып.11. – 2009. – С. 70–73.
143. Кашкин С. Н. Разработка модели профессионально ориентированного непрерывного технологического образования будущего специалиста (на примере электротехнического профиля) : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Кашкин Сергей Николаевич. – Воронеж, 2006. – 209 с.
144. Келс Г. Р. Процесс самооценки : руководство по самооценке для высш. образования / Г. Р. Келс ; [пер. с англ. Бухиной О.]. – 4–е изд. – М., 1999. – 151 с.

145. Кендел М. Дж. Статистические выводы и связи / М. Дж. Кендел, А. Стьюарт. – М. : Наука, 1973. – 898 с.
146. Клименко Л. В. К вопросу о классификации типов самостоятельных внеаудиторных работ студентов // Психолого–педагогические основы совершенствования подготовки специалистов в университете. – Днепропетровск. – 1980. – С.101–106.
147. Климов С. М. Ваш человеческий и социальный капитал / С. М. Климов // [Электронный ресурс]. – Режим доступа к стат. : http://www.psydrive.ru/articles/4400_vash-chelovecheskii-i-socialnii-kapital.aspx.
148. Князева Е. Н. Трансдисциплинарные комплексы знаний: синергетическая мудрость в образовании [Электронный ресурс] / Е. Н. Князева // Полигнозис. – 2001. – № 2 (14). – Режим доступа к журн. : <http://www.polygnosis.ru/default.asp?num=6&num2=235>.
149. Кобли Дж. Определение понятия качества в образовании / Дж. Кобли, М. Уитт. – Нью–Йорк : ЮНИСЕФ, 2000. – 125 с.
150. Ковалев В. И. Мотивы поведения и деятельности / Василий Иванович Ковалев. – М. : Наука, 1988. – 193 с.
151. Коваленко Е. Э. Педагогические технологии преподавания инженерных дисциплин : пособ. [для препод.] / Коваленко Е. Э., Белова Е. К., Беликова В. В. – Харьков : ЧПДФЛ Чальцев А. А., 2012. – 218 с.
152. Коваленко І. І. Вступ до системного аналізу : навч. посіб. / Коваленко І. І., Бідюк П. І., Гожий О. П. – Миколаїв : МДГУ ім. Петра Могили, 2004. – 148 с.
153. Ковальчук Ю. О. Теорія освітніх вимірювань / Юрій Олексійович Ковальчук. – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. – 200 с.
154. Кодекс этики ученых и инженеров / [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://rusea.info/ethics>
155. Кожевников Н. Н. Концепции сетевой философии в современной научной картине мира [Электронный ресурс] / Н. Н. Кожевников, В. С. Данилова // Век глобализации. – 2010. – Вып. № 2 (6). – Режим доступа : <http://www.socionauki.ru/journal/articles/130858/>
156. Козаков В. А. Самостоятельная работа студентов / Виталий Андреевич Козаков – К. : УМК ВО, 1989. – 252 с.
157. Козлакова Г. О. Впровадження інформаційно–комунікаційних технологій у навчальний процес вищої школи : аналіз стану, проблеми, перспективи / Г. О. Козлакова, Т. В. Ковалюк // Вісн. НТУУ "КПІ" : Філософія. Психологія. Педагогіка. – 2009. – № 3 (27). – С. 102–107.
158. Козлов Б. И. Возникновение и развитие технических наук: опыт историко–технического исследования / Борис Игоревич Козлов. – Л.: Наука, 1987. – 248 с.
159. Коклевский А. В. Формирование технологической компетентности будущих специалистов в процессе военной подготовки в классическом университете / А. В. Коклевский // Веснік Беларускага дзяржаўнага

- університета. – Серія 4. Філологія. Журналістика. Педагогіка. – Мінск : БДУ. – 2012. – № 1. – С. 108–113.
160. Коменский Я. А. Великая дидактика : избр. пед. соч. / Ян Амос Коменский. – М. : Изд-во АПН РСФСР, 1965. – 318 с.
161. Комп'ютерно орієнтовані засоби навчання з фізики в школі : посібн. / [авт. кол. : Ю. О. Жук, О. М. Соколюк, І. В. Соколова, П. К. Соколов]. – К. : Пед. думка, 2011. – 152 с.
162. Компетентнісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи / [за заг. ред. О. В. Овчарук]. – К. : К.І.С., 2004. – 112 с.
163. Кондратьев Н. Д. Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения. Избранные труды [Электронный ресурс] / Н. Д. Кондратьев, Ю. В. Яковец, Л. И. Абалкин. – Режим доступа : http://st0.forex-mmcs.com/ru_RU/books/Books_under_the_fundamental_analysis_and_economy/N.Kondratev,_etc._the_Big_cycles_of_a_conjuncture_and_the_theory_foreseeability.pdf
164. Коновалова М. Е. Научно–технический прогресс как структурообразующий фактор воспроизводственного процесса [Электронный ресурс] / М. Е. Коновалова // Проблемы современной экономики. – 2008. – № 3. – Режим доступа к журн. : <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2058>
165. Конох М. С. Формування нової філософії освіти в Україні. Соціально–філософський аналіз : монографія / Микола Семенович Конох. – К. : Вища шк., 2001. – 223 с.
166. Конструктор виртуальных экспериментов. Физика. Crocodile Physics Version 605.1 [Электронный ресурс] / [разработчик Crocodile Clips Ltd]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) ; 12 см. – Систем. Требования : Pentium III, 500 МГц ; 128 Мб операт. Памяти ; Windows 98, 2000, XP; MS Word 97–2000. – Название с контейнера.
167. Корбутяк В. І. Методологія системного підходу та наукових досліджень : навч. посіб. / Віктор Іванович Корбутяк. – Рівне : НУВГП, 2010. – 176 с.
168. Корець М. С. Використання нових інформаційних технологій при викладанні технічних навчальних дисциплін : навч. посіб. / Корець М. С., Опилат В. Я., Трегуб І. Г. – К. : НПУ, 2005. – 105 с.
169. Корець М. С. Теорія і практика технічної підготовки вчителів трудового навчання : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Корець Микола Савич. – К., 2006. – 503 с.
170. Корнилова Т. В. Сравнение личностных особенностей российских и американских студентов (по опроснику А. Эдвардса) / Т. В. Корнилова, Е. Л. Григоренко // Вопросы психологии. – 1995. – № 5. – С. 108–115.
171. Корчак Я. Как любить ребёнка / Януш Корчак. – М. : Просвещение, 1992. – 287 с.
172. Коршак Є. В. Методика і техніка шкільного фізичного експерименту : практикум / Є. В. Коршак, Б. Ю. Миргородський. – К. : Вища шк., 1981. – 280 с.

173. Костина Н. Н. Формирование профессиональной компетентности студентов в процессе экономического обучения в вузе : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Костина Наталья Николаевна. – М., 2005. – 186 с.
174. Костюк Г. С. Навчально-виховний процес і психічний розвиток особистості / Григорій Силович Костюк. – К. : Рад. шк., 1989. – 608 с.
175. Косюр Г. М. Історія інженерної діяльності : навч. посіб./ Григорій Михайлович Косюр. – Рівне : НУВГП, 2006. – 120 с.
176. Кравець В. П. Зарубіжна школа і педагогіка ХХ століття : навч. посіб. [для студ. пед. навч. закл.] / В. П. Кравець. – Тернопіль, 1996. – 289 с.
177. Краевский В. В. Методология педагогики : пособ. [для педагогов-исследователей] / Володар Викторович Краевский. – Чебоксары : ЧГУ, 2001. – 244 с.
178. Краевский В. В. Соотношение педагогической науки и практики / Володар Викторович Краевский. – М. : Издательство, 1978. – 326 с.
179. Крахоткин В. И. Формирование критического мышления в процессе преподавания физики [Электронный ресурс] / В. И. Крахоткин. – Режим доступа к док. : www.t21.rgups.ru/archive/doc2011/9/07.doc
180. Кремень В. Г. Філософія освіти ХХІ століття / В. Г. Кремень // Педагогіка і психологія. – 2003. – №1 (XXXVI). – С. 6–16.
181. Кудрин Б. И. Технетика : новая парадигма философии техники (третья научная картина мира) / Борис Иванович Кудрин. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1998. – 40 с.
182. Кудрявцев Т. В. Проблемное обучение – понятие и содержание. Итоги дискуссии и пути дальнейшей работы / Т. В. Кудрявцев // Вестн. высш. шк. – 1984. – № 4. – С. 27–33.
183. Кузнецов С. В. Технологии управления знаниями [Электронный ресурс] / С. В. Кузнецов. – Режим доступа к док. : <http://www.knowbase.ru/knowledge-management-technologies.htm#8>.
184. Кулик Н. С. Качество учебного процесса – по международным стандартам : беседа с ректором НАУ, профессором Н. С. Куликом / Н. С. Кулик // АвиаСоюз : междунар. авиац.-косм. журн. – 2009. – № 1 (25). – С. 14–15.
185. Кучерук І. М. Обробка результатів фізичних вимірювань / Кучерук І. М., Дущенко В. П., Андріанов В. М. – К. : Вища шк., 1981. – 216 с.
186. Кыверялг А. А. Методы исследования в профессиональной педагогике / Антс Аугустович Кыверялг. – Таллин : Валгус, 1980. – 334 с.
187. Лавренчик В. Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов : учеб. пособие [для студ. вузов] / Владимир Николаевич Лавренчик. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 272 с.
188. Лавриченко Н. Якість освіти як культурно детерміноване поняття / Наталя Лавриченко // Порівняльно-педагогічні студії. – 2013. – № 4. – С. 79–89.
189. Лазарев М. І. Теоретичні та методичні засади креативного навчання студентів технічних дисциплін : монографія / Лазарев М. І., Рубан Н. П., Лазарева Т. А. – Харків : УІПА, 2009. – 110 с.

190. Ландшеер В. Концепция «минимальной» компетенции / В. Ландшеер // Перспективы : вопросы образования. – 1988. – № 1. – С. 6–7.
191. Лапінський В. В. Навчальне середовище нового покоління та його складові / В. В. Лапінський // Наук. часоп. НПУ ім. М. П Драгоманова. – 2008. – Вип. 6 (13). – С. 26–32.
192. Ларионов В. В. Методологические основы проблемно–ориентированного обучения физике в техническом университете : монография / Виталий Васильевич Ларионов. – Томск : Изд–во Том. ун–та, 2007. – 240 с.
193. Лебедев О. Е. Компетентностный подход в образовании [Электронный ресурс] / О. Е. Лебедев // Школьные технологии. – 2004. – № 5. – С. 3–10. – Режим доступа журн. : URL:http://www.pedlib.ru/Books/3/0389/3_0389-1.shtml#book_page_top
194. Лебедев С. А. Философия науки : словарь основных терминов / Сергей Александрович Лебедев. – М. : Академ. проект, 2004. – 320 с.
195. Лебедева М. Б. Что такое ИКТ–компетентность студентов педагогического университета и как ее формировать? / М. Б. Лебедева, О. Н. Шилова // Информатика и образование. – 2004. – № 3. – С. 95–100.
196. Лем С. Сумма технологи [Электронный ресурс] / Станислав Лем. – Режим доступа к стат. : <http://gtmarket.ru/laboratory/basis/4511>
197. Леонтьев А. Н. Избранные психологические произведения : в 2 т. / Алексей Николаевич Леонтьев ; под. ред. В. В. Давыдова, В. П. Зинченко, А. Н. Леонтьева. – М. : Педагогика, 1983.– Т. 2. – 1983. – 317 с.
198. Лернер И. Я. Процесс обучения и его закономерности / Исаак Яковлевич Лернер. – М. : Знание, 1988. – 96 с.
199. Лешкевич Т. Г. Философия науки : традиции и новации : учеб. пособие [для студ. вузов] / Татьяна Геннадьевна Лешкевич. –М. : ПРИОР, 2001. – 403 с.
200. Лозовский В. Н. Фундаментализация высшего технического образования : цели, идеи, практика : учеб. пособие / Лозовский В. Н., Лозовский С. В., Шукшунов В. Е. – СПб. : Лань, 2006. – 128 с.
201. Ломов Б. Ф. Вопросы общей, педагогической и инженерной психологии / Борис Федорович Ломов. – М. : Наука, 1991. – 230 с.
202. Луговий В. І. Національна рамка кваліфікацій як інструмент забезпечення якості освіти [Електронний ресурс] / В. І. Луговий // Національний Темпус офіс в Україні. – Режим доступу : <http://www.tempus.org.ua/uk/korysna-informacija/prezentaciji/549-nqf-qa-luhovyi/>
203. Лузік Е. В. Теорія і методика загальнонаукової підготовки в інженерній вищій школі : автореф. дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04; 13.00.02 / Лузік Ельвіра Василівна ; АПН України, Ін–т педагогіки і психології проф. освіти. – К., 1996. –59 с.
204. Лукіна Т. О. Моніторинг якості освіти : теорія і практика / Тетяна Олександрівна Лукіна – К. : Шкільний світ, 2006. – 128 с.

205. Ляшенко О. І. Організаційно–методичні засади моніторингу якості освіти / О. І. Ляшенко // Педагогіка і психологія: вісн. Академії пед. наук України : наук.–теорет. та інформ. журн. – 2007. – № 2. – С. 34–40.
206. Ляшенко О. І. Проблемне навчання з фізики : посіб. [для вчителів] / Олександр Іванович Ляшенко. – К. : Рад. шк, 1985. – 96 с.
207. Маврина И. А. Проектирование системы критериальных оценок эффективности деятельности профессиональных объединений педагогов как субъектов развития образовательного учреждения / И. А. Маврина, А. А. Мотышева // Прикладная психология и психоанализ. – № 3. – 2006. – С. 30–31.
208. Мак Клелланд Д. К. Концепция компетенций / Д. К. Мак Клелланд, Л. М. Спенсер–мл., С. М. Спенсер // Компетенции на работе ; [пер. с англ. А. Яковенко]. – М. : НИРРО, 2005. – С. 3–90.
209. Макаренко Л. Л. Теоретико–методичні засади формування інформаційної культури майбутніх вчителів технологій : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Макаренко Леся Леонідівна. – К., 2013. – 461 с.
210. Макарова О. Ю. Критерии и показатели оценки эффективности функционирования воспитательной системы вуза [Электронный ресурс] / О. Ю. Макарова // Фундаментальные исследования 2013. – № 1. – ч. 2. – с. 348–351. – Режим доступа к журн. : www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10000164
211. Маковский Н. А. Философско–методологические проблемы взаимодействия наук : автореф. дисс. на соиск. науч. степени доктора филос. наук : "Онтология и теория познания" / Н. А. Маковский. – К., 1990. – 43 с.
212. Манько Н. Н. Теоретико–методические аспекты формирования технологической компетентности педагога : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Манько Наталья Николаевна. – Уфа, 2000. – 227 с.
213. Маркова А. К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте : пособ. [для учителя] / Аэлита Капитоновна Маркова. – М. : Просвещение, 1983. – 96 с.
214. Мартинюк О. С. Засоби сучасної електроніки й комп'ютерної техніки в навчальному експерименті з фізики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Мартинюк Олександр Семенович. – Луцьк, 2000. – 175 с.
215. Масленникова Л. В. Взаимосвязь фундаментальности и профессиональной направленности в подготовке по физике инженерных кадров / Людмила Васильевна Масленникова. – М. : МПГУ, 1999. – 148 с.
216. Маслов В. Концептуальні засади розробки орієнтовних стандартів змісту компетентності фахівців / В. Маслов // Директор школи, ліцею, гімназії : наук.–практ. журн. – 2012. – № 1. – С. 60–62.
217. Маслоу А. Психология бытия / Абрахам Маслоу ; [пер. с англ. О. О. Чистякова]. – М. : Рефл–Бук ; К. : Ваклер, 1997. – 202 с.

218. Матросова І. Г. Формування технологічної компетенції у майбутніх технологів поліграфічного виробництва у процесі вивчення спеціальних дисциплін : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук. : спец. 13.00.04 "Теорія і методика професійної освіти" / Матросова Інета Григорівна. – К., 2011. – 20 с.
219. Матюшкин А. М. Проблемные ситуации в мышлении и обучении / Алексей Михайлович Матюшкин. – М. : Педагогика, 1972. – 168 с.
220. Махмутов М. И. Организация проблемного обучения в школе / Мирза Исмаилович Махмутов. – М. : Педагогика, 1977. – 374 с.
221. Машбиц Е. И. Психолого–педагогические проблемы компьютеризации обучения / Ефим Израилевич Машбиц. – М. : Педагогика, 1988. – 193 с.
222. Межуєв В. І. Теоретичні основи розробки комп'ютерних систем навчання фізичного моделювання / В. І. Межуєв, М. В. Кудінов, Є. В. Тимошенко // Зб. наук.пр. Бердянського держ. пед ун-ту. – Бердянськ : БДПУ, 2012. – № 3.– С. 128–133.
223. Мелещенко Ю. С. Техника и закономерности ее развития / Юрий Сергеевич Мелещенко. – Л. : Лениздат, 1970. – 246 с.
224. Мельник С. И. Аспекты преподавания технических дисциплин в высшей школе / С. И. Мельник // Шляхи реалізації кредитно–модульної системи організації навчального процесу і тестових форм контролю знань студентів : матер. наук.–метод. семінару / за ред. Гогунського В. Д. – Вип. 9 : Викристання інформаційних технологій у навчальному процесі.– О. : Наука і техніка. – 2014. – С. 51–56.
225. Мендерецький В. В. Методична система експериментальної підготовки майбутніх учителів фізики : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Мендерецький Вадим Владиславович. – К., 2007. – 506 с.
226. Методика здійснення комплексної діагностики знань студентів з курсу загальної фізики : методичні реком. / [Шут М. І., Вернидуб Р. М., Возний П. О. та ін.]. – К. : НПУ, 2002. – 14 с.
227. Методика і техніка експерименту з оптики : посіб.[для студ. фізичних спец. вищ. пед. навч. закл. та вчителів фізики] / [Садовий М. І., Сергієнко В. П., Трифонова О. М. та ін.]. – Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, 2011. – 292 с.
228. Методичні рекомендації з розроблення складових галузевих стандартів вищої освіти (компетентнісний підхід) [Електронний ресурс] // Інст. інновац. технологій і змісту освіти : офіційний сайт. – Режим доступу : <http://iitzo.gov.ua/>
229. Методы и техника физического эксперимента : учеб. пособие / Г. Н. Лукьянов, А. И. Мамыкин, Б. Е. Сobotковский; под ред. А. И. Мамыкина. – СПб. : Изд-во СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 1998. – 68 с.
230. Методы системного педагогического исследования : учеб. пособ. / [под ред. Н. В. Кузьминой]. – СПб. : Народное образование, 2002. – 208 с.

231. Минеев Н. С. Электронный учебник – современное средство обучения студентов / Н. С. Минеев // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – № 2. – Т. II. – С. 221–224.
232. Мирзоян Э. Н. Эволюция научной картины мира : взгляд со стороны биологии [Электронный ресурс] / Э. Н. Мирзоян // Электрон. журн. " Биосфера". – Режим доступа к журн. : <http://www.ihst.ru/~biosphere/03-4/Mirzoyan.htm>
233. Митяева А. М. Здоровьесберегающие педагогические технологии : учеб. пособие для студ. вузов / А. М. Митяева. – М.: Академия, 2008. – 192 с.
234. Мілова О. Є. Філософсько-педагогічна концепція пост-модернізму / О. Є. Мілова // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту / за ред. проф. Єрмакова С. С. – Х. : ХДАДМ (ХХПІ), 2007. – № 2. – С. 68–72.
235. Моисеев Н. Н. Универсум. Информация. Общество / Никита Николаевич Моисеев. – М. : Устойчивый мир, 2001. – 200 с.
236. Морен Э. Метод. Природа природы / Эдгар Морен. – М. : Прогресс-Традиция, 2005. – 464 с.
237. Морзе Н. В. Педагогічні аспекти використання хмарних обчислень [Електронний ресурс] / Н. В. Морзе, О. Г. Кузьмінська // Інформаційні технології в освіті. – 2011. – Вип. 9. – С. 20–29. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/itvo_2011_9_4.pdf
238. Морозова Н. А. Информационно-технологическая компетентность студентов в контексте качества подготовки специалистов и ее отражение в ГОС ВПО. Проблемы качества образования / Н. А. Морозова. – М. – Уфа : Исследоват. центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – Кн. 2 : Ключевые социальные компетентности студента : матер. XIV Всерос. совещания. – 2004. – 101 с.
239. Мухров И. С. Условия формирования профессиональной компетентности молодых квалифицированных рабочих в системе начального профессионального образования [Электронный ресурс] / И. С. Мухров // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – Режим доступа к журн. : www.science-education.ru/103-6195
240. Навчально-методичний комплекс програм та документів щодо підготовки магістрів зі спеціальності 8.18010022 "Освітні вимірювання" / [Андрущенко Т. І., Андрущенко Т. В., Войтович І. С. та ін.] ; за ред. В. П. Сергієнка – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. – 164 с.
241. Наглядная физика [Электронный ресурс] // Виртуальная образовательная лаборатория. – Режим доступа к сайту : http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=section&layout=blog&id=5&Itemid=94
242. Нанотехнологии и наноматериалы – приоритеты XXI века [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.metaljournal.com.ua/>
243. Національна рамка кваліфікацій : додаток до Постанови Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341 // Вища школа. – 2012.

- № 3. – С. 104–111.
244. Національна стратегія розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mon.gov.ua/images/files/news/12/05/4455.pdf>.
 245. Національний авіаційний університет : домашня сторінка [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.nau.edu.com.ua
 246. Національний Темпус / Еразмус+офіс в Україні : офіційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.tempus.org.ua/>
 247. Нейматов Я. М. Образование в XXI веке. Тенденции и прогнозы / Ягут Мамедович Нейматов. – М. : Алгоритм–Книга, 2002. – 480 с.
 248. Некрасов С. И. Инженерная деятельность : учеб. пособ. [для студ. магистратуры, аспирантов и соискателей] / С. И. Некрасов, Н. А. Некрасова. – Орёл : ОГУ, 2010. – С. 212–214.
 249. Неперервна професійна освіта : філософія, педагогічні парадигми, прогноз : монографія / [за ред. В. Г. Кременя]. – К. : Наукова думка, 2003. – 853 с.
 250. Нехожина Е. П. Формирование профессиональной компетентности инженеров по программному обеспечению вычислительной техники и автоматизированных систем : автореф. дисс. на соиск. науч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методика проф. образования" / Е. П. Нехожина. – Димитровград, 2009. – 24 с.
 251. Никифорова Е. И. Формирование технологической компетентности учителя в системе повышения квалификации : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Никифорова Елена Ивановна. – Чита, 2007. – 242 с.
 252. Ничкало Н. Г. Трансформація професійно–технічної освіти України : монографія / Нелля Григорівна Ничкало. – К. : Пед. думка, 2008. – 198 с.
 253. Нісімчук А. С. Сучасні педагогічні технології : навч. посіб. / Нісімчук А. С., Падалка О. С., Шпак О. Т. – К. : Просвіта, 2000. – 368 с.
 254. Новиков А. М. Методология / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – М. : СИН–ТЕГ, 2007. – 668 с.
 255. Новый политехнический словарь / [под ред. А. Ю. Ишлинского]. – М. : Большая российская энциклопедия, 2000. – 672 с.
 256. Облачная революция и виртуальные офисы : 10 мнений [Электронный ресурс]. – Режим доступа к сайту : <http://www.vesti.ru/doc.html?id=1078570&cid=780> (24.09.2013)
 257. Оборський Г. О. Стандартизація і сертифікація процесів управління якістю освіти у вищому навчальному закладі / Г. О. Оборський, В. Д. Гогунський, О. С. Савельєва // Тр. Одес. политехн. ун–та. – 2011. – Вып. 1 (35). – С. 251–255.
 258. Овечкин В. П. Технологическое мышление специалиста : структура и условия формирования в вузе // В. П. Овечкин, Я. В. Чуб // Педагогическое образование. – 2009. – № 3. – С. 137–142.
 259. Окушова Г. А. Смена педагогических парадигм как методологический резонанс изменения типов философского мышления / Г. А. Окушова //

- Вестн. Том. гос. пед. ун-та. Сер. : Педагогика. – 2005. – Вып. 2 (46). – С. 7–11.
260. ООО Фирма ИТМ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://itm.com.ua/>
261. Опыт компьютерной педагогической диагностики творческих способностей / [под ред. В. И. Андреева]. – Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1989. – 142 с.
262. Орел А. А. Использование образовательной среды субъектом [Электронный ресурс] / А. А. Орел // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 1 – С. 85–86. – Режим доступа к журн. : www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7779698
263. Орешников И. М. Философия техники и инженерной деятельности : учеб. пособ. / Игорь Михайлович Орешников. – Уфа : Изд-во УГНТУ, 2008. – 109 с.
264. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи / Володимир Львович Ортинський. – К. : Центр учбової літератури, 2009. – 472 с.
265. Освітні технології : навч.-метод. посіб. / [Пехота О.М., Кіктенко А.З., Любарська О. М. та ін.] ; за заг. ред. О. М. Пехоти. – К. : А.С.К., 2001. – 256 с.
266. Осипова С. И. Карьерная компетентность как предмет педагогического исследования / С. И. Осипова, И. В. Янченко // Вестник КемГУ. – 2012. – № 3 (51). – С. 135–141.
267. Основи теорії систем і системного аналізу: навч. посібник / [авт. тексту К. О. Сорока]. – ХНАМГ, 2004. – 291 с.
268. П'ятакова Г. П. Сучасні педагогічні технології та методика їх застосування у вищій школі : навч.-метод. посібн. [для студ. магістр. вищ. шк.] / Г. П. П'ятакова, Н. М. Заячківська. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2003.– 55 с.
269. Пашков Ф. Е. Гуманизация и гуманитаризация высшего образования : учеб. пособ. [для вузов] / Ф. Е. Пашков, В. И. Шубин. – Днепропетр. ин-т инж. ж.-д. трансп., 1995. – 268 с.
270. Педагогика и психология высшей школы : учеб. пособие / [под ред. М. В. Булановой–Топорковой]. – Ростов н/Д : Феникс, 2002. – 544 с.
271. Педагогика. Большая современная энциклопедия / [авт. текста Рапацевич Е. С.]. – Минск, 2005.– 730 с.
272. Педагогические теории, системы и технологии. Опыт организации творчества студентов / [под ред. А. В. Хуторского]. – М. : МПУ, 1999. – 84 с.
273. Педагогическое наследие Я. А. Коменский, Д. Локк, Ж.–Ж. Руссо, И. Г. Песталоцци. – М. : Педагогика, 1988. – 416 с.
274. Петрович С. Д. Технологія моделювання / С. Д. Петрович, Я. М. Петрович // Інформатика. – 2007. – № 45 (429). – С. 1–5.
275. Пигалицын Л. В. Компьютерный физический эксперимент / Лев Васильевич Пигалицын // Москва: Первое сентября, 2010. – № 20. – С.

- 15–18.
276. Пидкасистый П. И. Психолого–дидактический справочник преподавателя высшей школы / Пидкасистый П. И., Фридман Л. М., Гарунов М. П. – М. : Пед. об–во России, 1999. – 354 с.
277. Пидкасистый П. И. Организация учебно–познавательной деятельности студентов / Павел Иванович Пидкасистый. – М. : Пед. об–во России, 2005. – 144 с.
278. Пискунова Т. Г. Методика обучения и использования мультимедиа–систем в курсе информатики средней школы : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Пискунова Татьяна Григорьевна. – СПб., 1999. – 236 с.
279. Планк М. Единство физической картины мира / Макс Планк – М. : Наука, 1966. – С. 23–50.
280. Плескачева О. Ю. Интегративный подход к формированию технологической компетентности будущих инженеров : автореф. дисс. на соиск. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08 "Теория и методика профессионального образования" / О. Ю. Плескачева. – Брянск, 2012. – 24 с.
281. Подласый И. П. Педагогика. Новый курс : учеб. [для студентов пед. вузов] : в 2 кн. / Иван Павлович Подласый. – М. : ВЛАДОС, 2000. – Кн. 1 : Общие основы. Процесс обучения. – 2000. – 576 с.
282. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества: учеб. пособ. / Александр Иванович Половинкин. – Краснодар : Лань, 2007. – 361 с.
283. Полюжин М. М. Ідеї В. І. Вернадського і сучасні проблеми реалізації ноосферної освіти / М. М. Положин // Часопис Київського ун–ту права. – К. : КУП. – 2011. – №1. – С. 354–368.
284. Пометун О. І. Компетентнісний підхід до оцінювання рівнів досягнень учнів / Олена Іванівна Пометун. – К. : Презентація на нараді Центру тестових технологій, 2004. – 10 с.
285. Попов А. Педагогическая антропология в контексте идеи самоопределения [Электронный ресурс] / А. Попов, И. Проскуровская // Центр гуманитарных технологий. – Режим доступа к стат. : <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/3321>
286. Про вищу освіту : Закон України [Електронний ресурс] / Відомості Верховної Ради, 2014.– № 37–38. – стат. 2004 // Верховна Рада України [Офіційний Web–портал]. – Режим доступу до стат. : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1556–18/page6>
287. Про затвердження Національної рамки кваліфікацій : постанова Кабінету Міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1341 [Електронний ресурс] / Верховна Рада України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1341–2011–п#n37>.
288. Про затвердження Плану заходів щодо впровадження Національної рамки кваліфікацій: Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України та Міністерства соціальної політики України № 488 / 225 від 20 квітня

- 2012 року [Електронний ресурс] // Osvita.ua. – Режим доступу : <http://osvita.ua/legislation/other/29034/>.
289. Про затвердження Порядку проведення моніторингу якості освіти : постанова Кабінету Міністрів України №1283 від 14.12.2011 року [Електронний ресурс]. – Офіц. вид. – К. : КМУ, 2004. – Режим доступу : <http://osvita.ua/legislation/other/25860/>
290. Про заходи щодо забезпечення пріоритетного розвитку освіти в Україні / Указ Президента України від 30.09.2010 № 926/2010 [Електронний ресурс] // Верховна Рада України : офіційний Webпортал. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/926/2010>.
291. Про невідкладні заходи щодо забезпечення функціонування та розвитку освіти в Україні / Указ Президента України від 04.07.2005 № 1013/2005 [Електронний ресурс] // Верховна Рада України : офіційний Webпортал. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1013/2005>
292. Про освіту : Закон України від 23.05.1991 р. № 1060–XII: зі змінами і доповненнями [Електронний ресурс] // Зб. нормативно–правових документів, які визначають та регулюють напрямки діяльності психологічної служби в системі освіти. – Режим доступу : osvita-novog.at.ua/metod/norm_prav_doc.doc
293. Про проведення експерименту щодо впровадження професійно–орієнтованих програм вищої освіти: наказ М–ва освіти і науки України №152 від 06.03.2006 [Електронний ресурс]. – Офіц. вид. – К. : М–во освіти і науки України, 2006. – Режим доступу : <http://zakon.nau.ua>
294. Протасов А. Г. Теоретико–методичні засади формування професійної компетентності майбутніх фахівців з неруйнівного контролю та технічної діагностики : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04 / Протасов Анатолій Георгійович. – Київ, 2012. – 457 с.
295. Профессиональная этика инженера / [под ред. В. И. Бакштановского, Н. Н. Карнаухова] // Ведомости. – Тюмень : НИИ ПЭ, 2000. – Вып. 17.– 230 с.
296. Равен Дж. Компетентность в современном обществе: выявление, развитие и реализация / Дж. Равен ; [пер. с англ. ; под общ. ред. В. И. Белопольского]. – М. : Когито–Центр, 2002. – 396 с.
297. Рамський Ю. С. Методична система формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.02 "Теорія та методика навчання" / Ю. С. Рамський. – К., 2013. – 56 с.
298. Раскачкина Е. В. Особенности формирования профессиональных ценностей будущих кадастровых инженеров в процессе профессиональной подготовки / Е. В. Раскачкина // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 24. – С. 762–767.
299. Рашкевич Ю. М. Кваліфікація : як ми її розуміємо? [Електронний ресурс] / Ю. М. Рашкевич // Вища освіта. Інформаційно–аналітичний портал про вищу освіту в Україні та за кордоном. – Режим доступу до стат. : <http://vnz.org.ua/statti/1782-kvalifikatsija-jak-my-yiyi-rozumiyemo>

300. Реальну якість української освіти оцінити неможливо [Електронний ресурс] // Освіта.ua. – 08 лют. 2012. – Режим доступу до стат. : <http://osvita.ua/vnz/news/27399/>
301. Рейзлин В. И. Введение в инженерную деятельность : конспект лекций / Валерий Израилевич Рейзлин. – Томск : Изд-во Нац. исследоват. Том. политехн. ун-та, 2013. – 159 с.
302. Рекомендована практика конструювання тестів професійної компетенції випускників вищих навчальних закладів / [Журавель В. Ф., Ільїн В. В., Кузнецов В. О. та ін.]. – К. : Аграрна освіта, 2000. – 38 с.
303. Рогова А. Экономика знаний [Электронный ресурс] / Алла Рогова // В мире науки. – 2003. – № 10. – Режим доступа к журн. : <http://www.sciam.ru/2003/11/nauka.html>
304. Роджерс К. Взгляд на психотерапию. Становление человека / Карл Роджерс ; [пер. с англ. М. М. Исениной]. – М. : Прогресс, 1994. – 416 с.
305. Родигіна І. В. Компетентнісно орієнтований підхід до навчання : метод. посіб. / Ірина Вікторівна Родигіна. – Харків : Основа, 2005. – 95 с.
306. Розенберг Н. М. Проблемы измерений в дидактике / Ньютон Маркович Розенберг. – К. : Вища шк., 1979. – 176 с.
307. Рубинштейн С. Л. О мышлении и путях его исследования / Сергей Леонидович Рубинштейн. – М. : Изд-во АН СССР, 1958. – 148 с.
308. Руководство к лабораторным занятиям по физике / [под. ред. Л. Л. Гольдина]. – М. : Наука, 1983. – 532 с.
309. Русова Н. Ю. Современные технологии в науке и образовании. Магистерский курс : программа и терминологический словарь / Наталья Юрьевна Русова. – Ниж. Новгород : НГПУ, 2002. – 28 с.
310. Русова С. П. Лесгафт і його педагогічні ідеї / С. П. Русова ; [за ред. Є. І. Коваленко ; упоряд., передм., прим. Є. І. Коваленко, І. М. Пінчук] // Вибрані педагогічні твори : у 2 кн. – К. : Либідь, 1999. – Кн. 1. – С. 133–141
311. Савельев А. Я. Модель формирования специалиста с высшим образованием на современном этапе / [Савельев А. Я., Семушина Л. Г., Кагерманьян В. С.]. – М., 2005. – 72 с.
312. Савченко О. П. Компетентнісний підхід у сучаній вищій школі [Електронний ресурс] / О. П. Савченко // Портал сучасних педагогічних ресурсів. – Режим доступу до стат. : http://www.intellect-invest.org.ua/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_vypuski_n3_2010_st_16/
313. Сазонов Я. В. Философские проблемы технических наук : матер. [для слушателей метод. семинар.] / Ярослав Васильевич Сазонов. – М. : Изд-во МГУ, 1981. – 130 с.
314. Сазонова З. С. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования : учеб. пособ. / З. С. Сазонова, Н. В. Четкина. – М. : МАДИ (ГТУ), 2007. – 195 с.

315. Санников Д. В. Развитие конструкторско-технологической компетентности будущих учителей технологии средствами проектного обучения : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Санников Дмитрий Владимирович. – Йошкар-Ола, 2006. – 231 с.
316. Селевко Г. К. Современные образовательные технологии : учеб. пособие / Герман Константинович Селевко. – М. : Народное образование, 1998. – 256 с.
317. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі : монографія / Сергій Олексійович Семеріков – Кр. Ріг : Мінерал, 2009. – 339 с.
318. Сергеева Е. В. Организационно–педагогические условия реализации мониторинга качества освоения обучающимися основных образовательных программ вуза [Электронный ресурс] / Е. В. Сергеева, М. Ю. Чандра // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10–4. – С. 870–874. – Режим доступа к журн. : www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10001629
319. Сергієнко В. П. Конструювання тестів : курс лекцій / В. П. Сергієнко, Л. О. Кухар. – Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, 2010. – 182 с.
320. Сергієнко В. П. Теоретичні і методичні засади навчання загальної фізики в системі фахової підготовки вчителя : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Сергієнко Володимир Петрович. – К., 2004. – 516 с.
321. Сергієнко В. П. Інтеграція фундаментальності та професійної спрямованості курсу загальної фізики у підготовці сучасного вчителя : монографія / Володимир Петрович Сергієнко. – К. : НПУ, 2004. – 382 с.
322. Сериков В. В. Личностно–ориентированное образование / В. В. Сериков // Педагогика. – 1994. – № 5. – С. 16–21.
323. Симоненко В. Д. Основы технологической культуры / Виктор Дмитриевич Симоненко. – М. : Вентана–Граф, 2000. – 192 с.
324. Симонов В. П. Педагогический менеджмент : 50 НОУ–ХАУ в управлении педагогическими системами : учеб. пособ. [3–е изд., испр. и доп.] / Валентин Петрович Симонов. – М. : Педагогическое общество России, 1999. – 430 с.
325. Синергетика [Электронный ресурс] // Сайт С. П. Курдюмова. – Режим доступа : www.spkurdyumov.narod.ru/Start1N.htm
326. Сиротюк В. Д. Фізика : підруч. [для 11 кл. загальноосвітніх навч. закл. : (рівень стандарту)] [Електронний ресурс] / В. Д. Сиротюк, В. І. Баштовий. – Х. : Сиция, 2011. – 304 с. – Режим доступу до підруч. : <http://ru.calameo.com/read/001094104285638e7c406>.
327. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE : метод. посіб. / Триус Ю. В., Герасименко І. В., Франчук В. М. ; за ред. Ю. В. Триуса. – Черкаси : Вид–во ЧДТУ, 2012. – 220 с.
328. Система оценки уровня сформированности компетенций и результатов обучения : метод. реком. [Электронный ресурс]. – Режим доступа к стат. :

- http://www.sgu.ru/sites/default/files/documents/2014/sistema_ocenki_urovnya_sformirovannosti_kompetenciy._metodicheskie_rekomendacii.doc
329. Скаткин М. Н. Методология и методика педагогических исследований / Михаил Николаевич Скаткин. – М. : Педагогика, 1986. – 150 с.
 330. Сколимовски Х. Философия техники как философия человека [Электронный ресурс] / Хенрик Сколимовски. – Режим доступа к стат. : <http://filosof.historic.ru/books/item/f00/s00/z0000959/st000.shtml>
 331. Скороботова Т. В. Лабораторный практикум как средство развития профессионально важных качеств будущих инженеров / Т. В. Скороботова, В. И. Крахоткин // Физика в системе современного образования (ФССО–03) : труды седьмой Междунар. конф. : сб. ст. (Санкт–Петербург, 14–18 октября 2003 г.) / ред. кол. С. В. Бубликов [и др.]. – СПб. : РГПУ им. А. И. Герцена, 2003. – Т. 2. – 229 с.
 332. Слипухина И. А. О роли содержания вариативной части учебного материала курса общей физики для студентов инженерных специальностей / И. А. Слипухина, А. Г. Бовтрук // Сб. материалов X Междунар. науч.–метод. конф. "Физическое образование : проблемы и перспективы развития", посвящённой 110–летию факультета физики и информационных технологий МПГУ] / Моск. пед. гос.ун–т, журн. "Наука и школа", журн. "Школа будущего". – М. : МПГУ, Издатель Карпов Е. В., 2011. – Ч. 2. – С. 109–112.
 333. Слипухина И. А. Опыт применения графического пакета Microcal Origin в лабораторном практикуме курса общей физики / И. А. Слипухина // Современный физический практикум : матер. XI Междунар. учеб.–метод. конф., (12–14 окт. 2010 г.) ; [под. ред. Н. В. Калачева, М. Б. Шапочкина, А. К. Федотова]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2010. – С. 165–166.
 334. Слипухина И. А. Особенности изучения физики в высшей инженерной школе в условиях "технологического прорыва" / И. А. Слипухина // Физика в системе современного образования» (ФССО – 11) : матер. XI Междунар. конф., (19–23 сент. 2011 р.) – Волгоград : Перемена, 2011. – Т. 1. – С.175–176.
 335. Слипухина И. А. Особенности обучения физике в современных технических университетах / С. Н. Меняйлов, И. А. Слипухина, П. И. Чернега // Optimizarea învățământului în contextul societății bazate pe cunoaștere : conf. șt. intern., (2–3 noiembrie 2012 an.). – Chișinău : Tipogr. "Print–Caro", 2012. – С. 37–38.
 336. Слипухина И. А. Понятие о фундаментальности и научных методах исследования в курсе общей физики высшей школы / И. А. Слипухина // Наук. записки. Сер. Психолого–педагогічні науки. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя. – 2011. – № 10. – С. 86–92.
 337. Слипухина И. А. Технология обучения физике как системный способ организации учебной деятельности / П. С. Атаманчук, Е. М. Диндилевич, А. М. Николаев, А. Н. Павлюк, И. А. Слипухина // Social Education. Long term and interactive competencies search in education : Special edition – Vilnius

- . – 2013. – № 4 (36). – Р. 112–123.
338. Сліпухіна І. Елементи інтеграції курсів загальної фізики та комп'ютерних технологій в моделюванні фізичних процесів / Ірина Сліпухіна, Петро Чернега // Наук. записки. Сер. : Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2011. – Вип. 98. – С. 261–264.
339. Сліпухіна І. Елементи проблемного навчання в курсі загальної фізики : застосування ефекту Допплера в наукових дослідженнях і техніці / І. Сліпухіна, Б. Лахін // Наук. вісн. Ужгор. нац. ун-ту. Сер. Педагогіка. Соціальна робота. – Ужгород : Вид-во УжНУ. – 2013. – Вип. 27 – С. 175–178.
340. Сліпухіна І. А. Використання моделей–аналогій як засіб формування наукового методу пізнання / І. А. Сліпухіна // зб. наук. пр. Кам'янець–Поділ. нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Сер. Педагогічна / [голова редкол. П. С. Атаманчук]. – Кам'янець–Поділ. : КПНУ ім. І. Огієнка. – 2012. – Вип. 18:– С. 28–31.
341. Сліпухіна І. А. Використання проблемних задач при вивченні розділу фізики "Механічні коливання. Пружні хвилі. Звук" у вищих технічних навчальних закладах / С. М. Меньяйлов, С. Л. Максимов, І. А. Сліпухіна // Вісн. Черкас. нац. ун-ту ім. Б. Хмельницького. Сер. Педагогічні науки. – Черкаси : ЧНУ. – 2012. – № 12 (225). – С. 77–80.
342. Сліпухіна І. А. Використання фотографії у навчальному фізичному експерименті / С. М. Меньяйлов, І. А. Сліпухіна, Л. Б. Осауленко / Науковий часопис нац. педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. – Сер. № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. пр. [за заг. ред. проф. В. Д. Сиротюка]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2014.– Вип. 48.– С. 110–114.
343. Сліпухіна І. А. Врахування особливостей дисципліни "Фізика" для підвищення якості розробки навчальної програми / І. А. Сліпухіна // Вища освіта України : теоретичний та наук.-метод. часоп. : темат. вип. "Науково-методичні засади управління якістю освіти у вищих технічних навчальних закладах". – Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, друкарня "ВолиньПоліграф" ТМ. – 2013. – № 2 (дод. 2). – С. 200–205.
344. Сліпухіна І. А. Гуманізація контролю пізнавальної діяльності студентів із загальної фізики / С. М. Меньяйлов, І. А. Сліпухіна // Фізико–технічна і фізична освіта у гуманістичній парадигмі : матер. Всеукр. наук.–практ. конф., (13–16 вер. 2007 р.). – Керч : РВВ КДМТУ, 2007. – С. 76–79.
345. Сліпухіна І. А. Деякі аспекти обробки і візуалізації даних у лабораторному курсі фізики / І. А. Сліпухіна, І. А. Мелешко // Мультимедійні технології в освіті : тези доповідей наук.–практ. семінару, (3–4 лист. 2010 р.). – К. : Вид-во НАУ, 2010. – С. 59.
346. Сліпухіна І. А. Деякі приклади використання програм візуалізації даних в лабораторному курсі фізики / І. А. Сліпухіна, Г. Ю. Лаванов, Я. Є. Терсков // Вісн. Чернігівського нац. пед. ун-ту ім. Т. Г. Шевченка. Сер. : Педагогічні науки : зб. наук. праць ; [гол. ред. Носко М. та ін.]. – Чернігів :

- ЧДПУ. – 2010. – Вип. 77. – С.292–296.
347. Сліпухіна І. А. До питання про роль мотивації в організації самостійної роботи студентів при вивченні курсу загальної фізики / І. А. Сліпухіна // Наук. часоп. НПУ імені М. П. Драгоманова. – Сер. 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. пр. [за ред. В. Д. Сиротюка]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2009. – Вип. 17. – С. 193–199.
 348. Сліпухіна І. А. Електронне тестування як засіб діагностики освітньої ефективності навчального середовища з фізики / І. А. Сліпухіна, К. К. Мартинчук // Сучасні проблеми та перспективи навчання дисциплін природничо–математичного циклу : матер. І Всеукр. наук.–практ. конф., 22 бер. 2011 р. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2011. – С. 99–100.
 349. Сліпухіна І. А. З практики розробки системи професійно орієнтованої самостійної пізнавальної діяльності студентів з фізики деяких інженерних спеціальностей / І. А. Сліпухіна // Теорія та методика вивчення природничо–математичних і технічних дисциплін : зб. наук.–метод. пр. – Наук. записки Рівненського держ гуманітарного університету. – Вип. 12. – Рівне : Волинські обереги. – 2009. – С. 99–103.
 350. Сліпухіна І. А. Інноваційний аспект інформатизації пізнання навколишнього світу в фізичному освітньому середовищі / І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців : методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. ; [редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін.]. – Київ–Вінниця : Вінниця, 2008. – Вип. 18. – С.133–137.
 351. Сліпухіна І. А. Комп'ютерне моделювання фізичних процесів як елемент сучасної дидактики / І. А. Сліпухіна, П. І. Чернега // Засоби і технології сучасного навчального середовища : матер. Міжнар. VII (XVII) наук.–практ. конф., 20–21 трав. 2011 р. – Кіровоград : КОД, 2011. – С. 142–144.
 352. Сліпухіна І. А. Методика оцінювання знань з фізики у бакалаврів (на прикладі програм ETS®) / С. Л. Максимов, І. А. Сліпухіна // Наук. часоп. нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. – Сер. №5. Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. пр. [за ред. В. П. Сергієнка]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2011. – Вип. 27. – С. 159–165.
 353. Сліпухіна І. А. Місце і можливості застосування аналізу відеозображень фізичних явищ у сучасному освітньому середовищі з вивчення фізики / І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький // Наукові записки. Сер. Педагогічні науки. – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка. – 2008. – Вип. 77. – Ч. 1. – С. 107–113.
 354. Сліпухіна І. А. Навчальне середовище як фактор сприяння самостійній пізнавальній діяльності з фізики / С. М. Меньяйлов, І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький // Проектування освітніх середовищ як методична проблема : матер. Всеукр. наук.–практ. конф. (16–19 вер. 2008 р.). – Херсон : Вид-во ХДУ, 2008. – С. 49–51.
 355. Сліпухіна І. А. Навчальні технології в дистанційній освіті / В. П. Сергієнко, І. А. Сліпухіна // Інформаційно–комунікаційні технології навчання :

- матер. Міжнар. наук.–практ. конф., (3–5 червня 2008 р.). – Умань : ПП Жовтий, 2008. – С. 149–151.
356. Сліпухіна І. А. Особистісно зорієнтована освіта: практика проблемного навчання студентів технічного університету / І. А. Сліпухіна, О. В. Калініченко // Педагогічні науки : зб. наук. пр. Бердянського держ. пед ун-ту. – Бердянськ : БДПУ. – 2011. – № 3. – С. 244–249.
357. Сліпухіна І. А. Особливості використання мови програмування C++Builder для розробки освітніх програм / І. А. Сліпухіна, Р. С. Одарченко, О. О. Полігенько // Інженерія програмного забезпечення. – К. : НАУ. – №1 (5). – 2011. – С. 54–60.
358. Сліпухіна І. А. Особливості технології створення інтерактивного електронного документа для супроводу лабораторного практикуму з фізики [Електронний ресурс] / М. А. Мелешко, І. А. Сліпухіна, І. С. Чернецький, Ю. В. Кубай // Information Technologies and Learning Tools – електронне наукове фахове видання. – К. : ІТЗН НАПН України. – 2014. – Т. 39. – № 1. – Режим доступу до стат. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1006/740#.U3SzdMVybwo>
359. Сліпухіна І. А. Поняття про фізичні величини як елементи наукового мислення / А. Г. Бовтрук, С. М. Меньяйлов, І. А. Сліпухіна // Зб. наук. пр. Кам'янець–Поділ. нац. ун-ту ім. І. Огієнка. Сер. Педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець–Поділ. : КПНУ ім. І. Огієнка. – 2013. – Вип. 19. – С. 205 – 207.
360. Сліпухіна І. А. Про результати психолого–педагогічної експертизи освітнього середовища з вивчення курсу загальної фізики / І. А. Сліпухіна // Освітнє середовище як методична проблема : зб. матер. Всеукр. наук.–практ. конф., (14–15 вер. 2006 р.) – Херсон : Вид-во ХДУ, 2006. – С. 65–67.
361. Сліпухіна І. А. Про роль мережних навчальних технологій в дистанційній освіті / В. П. Сергієнко, І. А. Сліпухіна // Зб. наукових праць Уманського державного педагогічного університету ім. Павла Тичини ; [гол. ред. Мартинюк М. Т.] – Умань : СПД Жовтий. – 2008. – Ч. 2. – С. 265–272.
362. Сліпухіна І. А. Проблемні завдання як елемент навчального процесу при підготовці майбутніх фахівців технологічного профілю / І. А. Сліпухіна, О. В. Калініченко // Науково–дослідна робота в системі підготовки фахівців–педагогів у природничій та технологічній галузях : матер. Всеукр. наук.–практ. конф., (14–16 вер. 2011 р.). – Бердянськ : БДПУ, 2011. – С. 169–170.
363. Сліпухіна І. А. Психолого–педагогічна експертиза як один із методів дослідження освітнього середовища з вивчення фізики / І. А. Сліпухіна // Зб. наук. пр. Кам'янець–Подільського нац. ун-ту : сер. Педагогічна : Проблеми дидактики фізики та шкільного підручника фізики в світлі сучасної освітньої парадигми. – Кам'янець–Поділ. : КПНУ ім. І. Огієнка. – 2006. – Вип. 12. – С.69–72.

364. Сліпухіна І. А. Розвиток елементів наукового мислення у процесі вивчення фізичних величин / А. Г. Бовтрук, С. М. Меньяйлов, І. А. Сліпухіна // Інноваційні технології управління якістю підготовки майбутніх учителів фізико-технологічного профілю : міжнар. наук. конф. тези доп., (1–3 жов. 2013 р.). – Кам'янець-Поділ. : КПНУ ім. І. Огієнка, 2013. – С 153–154.
365. Сліпухіна І. А. Розвиток особистісно орієнтованих технологій у лабораторному практикумі технічного університету / І. А. Сліпухіна, Т. М. Точиліна // Актуальні проблеми природничо-математичної освіти в середній і вищій школі : матер. Міжнар. наук.-практ. конф. Херсон, (26–28 черв. 2014 р.). – Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2014. – С. 178–179.
366. Сліпухіна І. А. Становлення і розвиток систем оцінювання і моніторингу якості освіти в Україні / І. А. Сліпухіна // Підготовка фахівців з освітніх вимірювань в Україні : [навч.-метод. комплекс] / [Авраменко О. В., Ковальчук Ю. О., Сергієнко В. П. та ін.] ; за заг. ред. О. В. Авраменко. – Ніжин : Видавець ПП Лисенко М. М., 2012. – Ч. 2. – С. 182–196.
367. Сліпухіна І. А. Створення анімованих моделей з курсу фізики як елемент особистісно орієнтованого навчання (на прикладі FLASH PROFESSIONAL CS 5) / П. І. Чернега, І. А. Сліпухіна, Є. С. Поляєв // Інженерія програмного забезпечення. – К. : НАУ. – №3 (7). – 2011. – С. 13–19.
368. Сліпухіна І. А. Сучасний лабораторний практикум як засіб розвитку технологічної компетентності [Електронний ресурс] / І. А. Сліпухіна, С. М. Меньяйлов, І. С. Чернецький // Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании 2013 : матер. Междунар. науч.-практ. конф. SWorld : тезисы докл. Междунар. конф. – Режим доступа : [http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/pedagogy-psychology-and-sociology-213/theory-and-methods-of-studying-education-and-training-213/18199-213-912\(06.08.13\)](http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/pedagogy-psychology-and-sociology-213/theory-and-methods-of-studying-education-and-training-213/18199-213-912(06.08.13))
369. Сліпухіна І. А. Тестування в MOODLE як елемент менеджменту якості освіти : перший досвід / В. П. Сергієнко, І. А. Сліпухіна // FOSS Lviv-2011 : тези Міжнар. наук.-практ. конф., (1–6 лют. 2011 р.) – Л. : Вид-во ЛНУ, 2011. – С. 147–148.
370. Сліпухіна І. А. Технологічна компетентність майбутнього інженера: формування і розвиток у комп'ютерно інтегрованому лабораторному практикумі з фізики [Електронний ресурс] / І. С. Чернецький, І. А. Сліпухіна // Information Technologies and Learning Tools – електронне наукове фахове видання. – К. : ІІТЗН НАПН України. – 2013. – Т. 38. – № 6. – Режим доступу до стат. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/952#.UurcSm6ccZk>
371. Сліпухіна І. А. Трансформація фундаментальних дисциплін в умовах стандартизації вищої технічної освіти / І. А. Сліпухіна, Т. М. Точиліна // Педагогічні науки : зб. наук. праць. – Херсон : Вид-во ХДУ. – 2014. – Вип. 66. – С. 392–397.
372. Сліпухіна І. А. Узагальнення навчального матеріалу як необхідний елемент проектування курсу загальної фізики для майбутніх фахівців

- авіаційного профілю / І. А. Сліпухіна, О. М. Бурмістров // Наук. часоп. Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. – Сер. 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. пр. [за ред. В. П. Сергієнка]. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2011. – Вип. 28. – С.249–254.
373. Сліпухіна І. А. Формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням системи комп'ютерно орієнтованого навчання : монографія / Ірина Андріївна Сліпухіна. – Луцьк : СПД Гадяк Жанна Володимирівна, 2014. – 356 с.
374. Сліпухіна І. А. Фундаменталізація – основа розвитку вищої технічної освіти / І. А. Сліпухіна // Засоби і технології сучасного навчального середовища : Всеукр. наук.-метод. конф. : тези доп., (21–22 трав. 2010 р.). – Кіровоград : РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2010. – С. 235–237.
375. Сліпухіна І. А. Цифрові вимірювальні комплекси – засіб розвитку дослідницьких якостей суб'єктів пізнавальної діяльності / І. С. Чернецький, І. А. Сліпухіна, С. М. Меньяйлов // Наук. часоп. Нац. пед. ун-ту ім. М. П. Драгоманова. – Сер. № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи : зб. наук. пр. ; [за ред. В. Д. Сиротюка]. – К. : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. – Вип. 40. – С. 259–269.
376. Сліпухіна І. А. : персональний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до сайту : <http://www.slipukhina.in.ua>
377. Словник іншомовних слів. – К. : Голов. ред. УРЕ АН УРСР, 1977. – 775 с.
378. Словник української мови. – К. : Наукова думка. – тт. 1–11, 1970–1980.
379. Смирнов С. Д. Психологические факторы успешной учебы студентов вуза [Электронный ресурс] / С. Д. Смирнов. – Режим доступа к стат. : <http://www.psy.msu.ru/science/public/smirnov/students.html>
380. Смирнова Е. Э. Формирование модели деятельности специалиста с высшим образованием / Елена Эмильевна Смирнова. – Томск : Изд-во Том. ун-та, 1984. – 198 с.
381. Смит Б. Общество, основанное на знании: политика Европейского Союза / Б. Смит // Информационное общество. – 2002. – Вып. 1. – С. 8–21.
382. Современные философские проблемы естественных, технических и социально-гуманитарных наук : учеб. [для аспирантов и соискателей уч. степ. канд. наук] / [под общ. ред. В. В. Миронова]. – М. : Гардарики, 2006. – 639 с.
383. Солдатенко М. М. Самоосвіта і саморозвиток в умовах неперервної освіти [Електронний ресурс] / М. М. Солдатенко // Цифрова бібліотека НАПН України Режим доступу : <http://lib.iitta.gov.ua/2880/1/tmpA4.pdf>.
384. Сохор А. М. Логическая структура учебного материала. Вопросы дидактического анализа / Арон Михайлович Сохор. – М. : Педагогика, 1974. – 192 с.
385. Социологический энциклопедический словарь / [под ред. Г. В. Осипова]. – М. : НОРМА, 2000. – 488 с.

386. Співаковський О. В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей: моногр. / Олександр Володимирович Співаковський. – Херсон : Айлант, 2003. – 249 с.
387. Спірін О. М. Теоретичні та методичні основи кредитно–модульної системи навчання майбутніх учителів інформатики : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04 / Олег Михайлович Спірін. – К., 2009. – 495 с.
388. Стандарты и рекомендации для гарантии качества высшего образования в европейском пространстве [Электронный ресурс]. – Йошкар–Ола : Аккредитация в образовании. – 2008. – 58 с. – Режим доступа : http://www.enqa.eu/files/ESG_Russian%20version.pdf
389. Стёпин В. С. Изменения в структуре науки и современный статус фундаментальных исследований [Электронный ресурс] / В. С. Стёпин. – Режим доступа : <http://spkurdyumov.ru/forecasting/izmeneniya-v-strukture-nauki/>
390. Стёпин В. С. Философия науки и техники : учеб. пособ. [для студ. вузов] / Степин В. С., Горохов В. Г., Розов М. А. – М. : Гардарики, 1999. – 400 с.
391. Стёпин В. С. Научная картина мира в культуре техногенной цивилизации / В. С. Степин, Л. Ф. Кузнецова. – М. : ИФРАН, 1994. – 274 с.
392. Стёпин В. С. Теоретическое знание / Вячеслав Семенович Стёпин. – М. : Прогресс–Традиция, 2000. – 744 с.
393. Стучинська Н. В. Інтеграція фундаментальної та фахової підготовки майбутніх лікарів у процесі вивченн фізико–математичних дисциплін : дис... доктора пед. наук : 13.00.02 / Наталія Василівна Стучинська. – К., 2008. – 471 с.
394. Стучинська Н. В. Професійні компетенції та фундаментальна підготовка фахівців природничої галузі у контексті сучасної освітньої парадигми / Н. В. Стучинська // Наук. часоп. нац. пед. ун–ту ім. М. П. Драгоманова. –Серія 5 : Педагогічні науки : реалії та перспективи. – К. : вид–во НПУ ім. М. П. Драгоманова. – 2009. – Вип.18.– С. 249–257.
395. Сумський В. І. ЕОМ при вивченні фізики / Вадим Іванович Сумський. – К. : ІЗМН, 1997. – 184 с.
396. Сусь Б. А. Дидактичні та методичні основи активізації самостійної діяльності студентів (курсантів) при різних формах занять з фізики : навч.–метод. посіб. / Богдан Арсентійович Сусь. – К. : КВІУЗ, 1996. – 196 с.
397. Тавризян Г. М. Техника, культура, человек : критический анализ концепций технического прогресса в буржуазной философии XX века / Гаянэ Михайловна Тавризян. – Москва : Наука , 1986. – 199 с.
398. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний / Нина Федоровна Талызина. – М. : Изд–во МГУ, 1975. – 342 с.
399. Тархан Л. З. Дидактическая компетентность инженера–педагога : теоретические и методические аспекты : монография / Ленуза Запаевна Тархан. – Симферополь : Крымучпедгиз, 2008. – 424 с.

400. Тархан Л. З. Технологическая компетентность в профессиональном образовании / Л. З. Тархан // Професійна освіта : проблеми і перспективи : зб. наук. пр. – Сімферополь : НІЦ КІПУ. – 2011. – Вип. 2. – С. 45–50.
401. Татур Ю. Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования / Юрий Геннадьевич Татур. – М. : Исслед. центр проблем качества подготовки спец., 2004. – 16 с.
402. Тенденции развития российской и зарубежной науки [Электронный ресурс] // Консалтинг и тренинги Санкт-Петербурга. – Режим доступа : http://www.treko.ru/show_article_2071
403. Теория и методика обучения физике в школе : общие вопросы : учеб. пособ. [для пед. вузов по спец. 032200 "Физика"] / [Каменецкий С. Е., Пурышева Н. С., Носова Т. И. и др.] ; под ред. С. Е. Каменецкого. – М. : Academia, 2000. – 365 с.
404. Теплицький І. О. Елементи комп'ютерного моделювання : навч. посіб./ Ілля Олександрович Теплицький. – Кривий Ріг: КДПУ, 2009. – 264 с.
405. Теплицький І. О. Використання електронних таблиць у комп'ютерному моделюванні / І. О. Теплицький // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 1999. – № 2. – С. 27–32.
406. Технологический прорыв по-китайски [Электронный ресурс] // Глобалист : форум новостей экономики, общества, культуры и геополитики. – Режим доступа : <http://globalist.org.ua/forum/viewtopic.php?f=15&t=157>.
407. Тичина І. І. Модульний принцип побудови навчального курсу як засіб стимуляції самостійної роботи студентів / І. І. Тичина, О. П. Ващенко // Удосконалення навчання фізики у вищій школі в умовах ступеневої освіти : матер. III Всеукр. наук. конф. "Фундаментальна та професійна підготовка фахівців з фізики". – К. : НПУ, ІЗМН АПН України, 1998. – Ч. I. – С. 27–31.
408. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л. Л. Партнерство освіти, науки та бізнесу – фундаментальний фактор інноваційного розвитку [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://blogs.kpi.kharkov.ua/Rector/file.axd?file=2011%2f2%2fBizness_osvita_4.02.11.pdf.
409. Толстенева А. А. Методическая система обучения физике студентов вузов на основе учета их когнитивных стилей : дис. ... доктора пед. наук : спец. 13.00.02 "Теория и методика обучения и воспитания (по областям и уровням образования)" / Толстенева Александра Александровна. – Н. Новгород : Нижегород. гос. ун-т им. Н. И. Лобачевского, 2008. – 390 с.
410. Тоффлер Э. Третья волна / Элвин Тоффлер. – М. : АСТ, 2010. – 784 с.
411. Традиционная и современная технология : филос.–методол. анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://philosophy.ru/iphras/library/technol.html>.
412. Триус Ю. В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математики : монографія / Юрій Васильович Триус. – Черкаси :

- Брама–Україна, 2005. – 400 с.
413. Тупталов Ю. Б. К вопросу о философии образования / Ю. Б. Тупталов // Философия образования для XXI века. – М. : Логос. – 1992. – С. 104–117.
414. Ульянов А. В. Бытие и функции инженерной деятельности : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. филос. наук : спец. 09.00.08 " Философия науки и техники" / А. В. Ульянов. – Саратов, 2005.– 16 с.
415. Ушинский К. Д. Материалы к третьему тому "Педагогической антропологии" / Константин Дмитриевич Ушинский. – М. : Директ–Медиа , 2012. – 160 с.
416. Философский словарь / [под ред. И. Т. Фролова]. – 7 изд., перераб. и доп. – М. : Республика, 2001. – 719 с.
417. Философский энциклопедический словарь / [ред.–сост. Губский Е. Ф., Кораблева Г. В., Лутченко В. А. и др.]. – М. : Инфра–М, 2003. – 576 с.
418. Фізика. Модуль 4. Коливання і хвилі : навч. посіб. / [Лахін Б. Ф., Мартинчук К. К., Оглобля В. І. та ін.]; за заг. ред. проф. А. П. Поліщука. – К. : НАУ, 2009. – 232 с.
419. Фізика. Модуль 5. Оптика : навч. посіб. / [Поліщук А. П., Рудницька Ж. О., Сліпухіна І. А., Чернега П. І.]; за заг. ред. А. П. Поліщука. – К. : НАУ, 2012. – 388 с.
420. Фізика. Теорія похибок : лабораторний практикум / [уклад. : Г. Ю. Лаванов , Г. Б. Бордюг, І. А. Сліпухіна]. – К. : НАУ, 2012. – 56 с.
421. Філософський словник / [за ред. В. І. Шинкарука]. – К. : Голов.ред. УРЕ, 1986. – 800 с.
422. Фоминых Р. П. Профессиональная направленность обучения физике в техническом вузе : автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Методика преподавания физики" / Р. П. Фоминых. – Челябинск, 1986. – 17 с.
423. Харченко О. О. Значення технологічної компетентності викладача для ефективного застосування інноваційних технологій навчання / О. О. Харченко // Вісн. ЛНУ ім. Тараса Шевченка. – 2010. – № 8 (195). – С. 76–79.
424. Хаялиева С. З. Технологическая компетентность как составляющая профессиональной компетентности будущих иженеров–педагогов / С. З. Хаялиева // Ученые записки Крымского инж.–пед. ун–та. – Вып. 34. – С. 116–119.
425. Холстед М. Ключевые компетенции в системе оценки Великобритании / М . Холстед, Т. Орджи // Современные подходы к компетентностно–ориентированному образованию : матер. семинара / [под ред. А. В. Великановой]. – Самара : Профи, 2001. – 20 с.
426. Хотунцев Ю. Л. Проблемы формирования технологической культуры учащихся / Ю. Л. Хотунцев // Педагогика. – 2006. – №4. – С. 10–15.
427. Хохлова М. В. Интегративный подход к формированию технологической компетентности будущих инженеров : монография / М. В. Хохлова, О. Ю.

- Плескачева. – Брянск : РИО БГИТА, 2011. – 104 с.
428. Хуторской А. В. Дидактическая евристика : теория и технология креативного обучения / Андрей Викторович Хуторской. – М. : Изд-во МГУ, 2003. – 217 с.
429. Хуторской А. В. Технология проектирования ключевых и предметных компетенций [Электронный ресурс] / А. В. Хуторской // Интернет-журнал "Эйдос". – Режим доступа к стат. : <http://www.eidos.ru/journal/2005/1212.htm>.
430. Цина А. Ю. Формування технологічної компетентності учнів основної школи у процесі допрофільної підготовки [Електронний ресурс] / А. Ю. Цина // Педагогічні науки. – Режим доступу до стат. : http://www.rusnauka.com/18_EN_2009/Pedagogica/48566.doc.htm.
431. Чемшит В. Г. Інноваційні технології як основа формування технологічних компетентностей та конкурентоспроможної особистості в умовах ринку праці / Валентина Григорівна Чемшит // Формування конкурентоспроможної особистості на уроках трудового навчання і технологій : метод.-практ. посіб. / [упор. В. Г. Чемшит]. – Полтава : ПОІППО. – 2009. – 124 с.
432. Чернецький І. С. Формування в учнів основної і старшої школи дослідницьких умінь засобами позакласного освітнього середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.09 "Теорія навчання" / І. С. Чернецький. – К., 2012. – 20 с.
433. Чошанов М. А. Дидактика и инженерия / Мурат Аширович Чошанов. – М. : Бинوم. Лаборатория знаний, 2011. – 248 с.
434. Чучалин А. И. Уровни компетенций выпускников инженерных программ / А. И. Чучалин // Высшее образование в России. – 2009. – № 11. – С. 3–14.
435. Шавальова О. В. Реалізація компетентнісного підходу у математичній підготовці студентів медичних коледжів в умовах комп'ютеризації навчання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 "Теорія та методика навчання математики" / О. В. Шавальова. – К., 2007. – 20 с.
436. Шадриков В. Д. Профессиональные способности / Владимир Дмитриевич Шадриков. – М. : Универс. кн., 2010. – 320 с.
437. Швець Є. Я. Розвиток інженерної діяльності в сучасних умовах в контексті наукового дискурсу / Є. Я. Швець // Гуманітарний вісник ЗДІА. – 2014. – № 56. – С. 5–13.
438. Шинакова Е. С. Эрнст Капп и его вклад в развитие философии техники [Электронный ресурс] / Е. С. Шинакова // Портал магистров ДонНТУ – Режим доступа к стат. : <http://masters.donntu.edu.ua/>
439. Штейнберг В. Э. Дидактические многомерные инструменты : теория, методика, практика / Валерий Эмануилович Штейнберг. – М. : Народное образование, 2002. – 304 с.

440. Штульман Э. А. Специфика методического эксперимента / Э. А. Штульман // Советская педагогика. – 1988. – № 3. – С. 61–65.
441. Шукшунов В. Е. Миссии университетов в XXI веке и фундаментальные основы инженерного образования / В. Е. Шукшунов, В. Н. Лозовский // Научная мысль Кавказа. – 2004. – №3 (39). – С. 70–78.
442. Шут М. І. "Мова" фізики : довід. навч. посіб. / Шут М. І., Бережний П. В., Касперський А. В. – К. : НПУ, 2000. – 37 с.
443. Шут М. І. Навчальний експеримент в системі дидактичних засобів з радіоелектроніки / М. І. Шут, А. В. Касперський // Теорія та методика вивчення природничо–математичних і технічних дисциплін : зб. наук.–метод. пр. ; наук. зап. Рівн. держ. гуманітар. ун-ту. – Рівне : РДГУ. – 2002. – Вип. 4. – С. 75–79.
444. Щедровицкий Г. П. Система педагогических исследований (методологический анализ) / Г. П. Щедровицкий // Педагогика и логика. – М. : Касталь. – 1993. – С. 4–133.
445. Экспертные оценки в научно–техническом прогнозировании / [Добров Г. М., Ершов Ю. В., Левин Е. И., Смирнов Л. П.]. – К. : Наукова думка, 1974. – 160 с.
446. Эльконин Д. Б. Психология игры / Даниил Борисович Эльконин. – М. : Педагогика, 1976. – 304 с.
447. Эхов С. Ф. Смена парадигмы технологического образования как объективная необходимость / С. Ф. Эхов // Технологическое образование : проблемы и перспективы взаимодействия вуза и школы школы : коллективная монография / [отв. редактор, автор–сост. П. А. Петряков]. – Великий Новгород, 2008. – 288 с.
448. Ядвиршис Л. А. Формирование технологической компетентности учителя в процессе подготовки к социально–педагогической деятельности / Л. А. Ядвиршис // Образование и общество. – 2007. – № 1. – С. 11–15.
449. Якиманская И. С. Личностно–ориентированное обучение в современной школе / Ирина Сергеевна Якиманская. – М. : Сентябрь, 1996. – 96 с.
450. Якобсон П. М. Психологические проблемы мотивации поведения человека / Павел Максимович Якобсон. – М. : Просвещение, 1979. – 235 с.
451. Яникова Н. В. Учебный проект как комплексный и многоцелевой метод обучения // Развивающий потенциал информационных технологий : матер. учеб.–метод. семинара слушателей программы Intel® "Обучение для будущего" / [сост. О. В. Урсова]. – Псков : ПОИПКРО, 2005. – С. 32.
452. Ясвин В. А. Образовательная среда : от моделирования к проектированию / Витольд Альбертович Ясвин. – М. : Смысл, 2001. – 365 с.
453. Яшанов С. М. Теоретико–методичні засади системи інформатичної підготовки майбутніх учителів трудового навчання : дис. доктора пед. наук : 13.00.04 / Яшанов Сергей Микитович. – К., 2010. – 529 с.

454. About us [Electronic Resource] // Center for Science and Mathematics Teaching . Tufts University. – Mode of access : <http://ase.tufts.edu/csmt/about/index.htm>.
455. Adey Ph. An Exploration of Long–Term Far–Transfer Effects Following an Extended Intervention Programme in the High School Science Curriculum / Ph. Adey, M. Shayer // Teaching and Learning: The Essential Readings / [Ed. by Ch . Desforges, R. Fox]. – Oxford : Blackwell Publishers Ltd. – 2002. – P. 171–209.
456. Ali M. Implementation of Total Quality Management in Higher Education / M. Ali, R. K. Shastri // Asian Journal of Business Management. – 2010. – V. 2. – Issue 2. – P. 9–16.
457. All about KSAOs [Electronic Resource]. – Mode of access : http://www.travisafrc.com/storage/afm_uploads/TAP/All%20About%20KSAO.pdf.
458. Barrett T. The Problem–Based Learning Process as Finding and Being in Flow / T. Barrett // Innovations in Education and Teaching International. – 2010. – V. 47. – No 2. – P. 165–174.
459. Beichner R. J. Video–Based Labs for Introductory Physics Courses / R. J. Beichner, D. S. Abbott // Journal of College Science Teaching. – 1999. – V. 29. – No 2. – P. 101–104.
460. Ben–Gurion University of the Negev [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://in.bgu.ac.il/Pages/default.aspx>
461. Bologna Process Stocktaking London 2007 [Electronic Resource]. – Mode of access: http://www.ond.vlaanderen.be/hogeronderwijs/bologna/documents/WGR2007/Stocktaking_report2007.pdf
462. Brasell H. The Effect of Real–Time Laboratory Graphing on Learning Graphic Representations of Distance and Velocity / H. Brasell // Journal of Research in Science Teaching. – 1987. – V. 24. – Issue 4. – P. 385–395.
463. Dayal D. Modern Methods of Teaching Physic / Deepak Dayal. – New Delhi : APH Publishing Corporation, 2007. – 228 p.
464. Dublin Descriptors [Electronic Resource] // ECApedia. – Mode of access : http://ecahe.eu/w/index.php/Dublin_Descriptor
465. Edwards A. Personal Preference Schedule. Manual. N.Y., 1976. Siegel L. Personal Preference Schedule: manual / A. Edwards, L. Siegel. // Journal of Counseling Psychology. – 1959. – V. 6 (2). – P. 372–380.
466. Engineering [Electronic Resource] // Educational Portal. – Mode of access : http://education-portal.com/article_directory/q_p/page/Engineering/q_p/Careers_and_Occupations_List.html
467. European Association for Quality Assurance in Higher Education [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.enqa.eu/>
468. European Federation of National Engineering Associations : home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.feani.org/site/>
469. European Network for Accreditation of Engineering Education [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.enaee.eu/>
470. Fleishman B. Stochastic Theory of Complex Ecological Systems / B. Fleishman B. Patten, S. Jorgenson (ed) // Complex Ecology. Prentice Hall PTP, Prentice

- Hall Inc, A. Simon & Schuster, Englewood Cliffs, New Jersey, 07632. – 1995. – Cap. 6. – P. 166 –224.
471. Fluke [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://en-us.fluke.com/products/infrared-cameras/fluke-ti9-infrared-camera.html>
472. Fourier education [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://fourieredu.com/2014-bett-awards/>
473. Gilmore Ch.Soul-Centered Education. – London : South-East Connection. – 1994. – April/July. – P. 7-10.
474. Harvard University : home page [Electronic Resource]. – Mode of access : www.harvard.edu/
475. Hutmacher W. Key Competencies in Europe / W. Hutmacher // European Journal of Education. – 1997. – V. 32. – No. 1. – P. 45-58.
476. Interactive Physics. Physics Simulation Software for the Classroom [Electronic Resource] // Design Simulation Technologies. – Mode of access : <http://www.design-simulation.com/IP/Index.php>.
477. International Union of Pure and Applied Physics [Electronic Resource]. –Mode of access : <http://www.iupap.org/conferences/approved/conf11.html>. –
478. Keller H. Technological Literacy: The Key to Education Reform / Harry Keller [Electronic Resource] Mode of access : <http://etcjournal.com/2010/08/22/technological-literacy-the-key-to-education-reform-2/>
479. Key Competences for Lifelong Learning [Electronic Resource] // Europa. Summaries of EU Legislation. – Mode of access : http://europa.eu/legislation_summaries/index_en.htm. –Title from the screen.
480. MATLAB – The Language of Technical Computing [Electronic Resource] / –Mode of access : <http://www.mathworks.com>.
481. McClelland D. C. Testing for Competence Rather than for "Intelligence" / D. C. McClelland // American Psychologist. – 1973. – V. 28 (1). – P. 1-14.
482. McMaster University : home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.mcmaster.ca>
483. Physics Tool Kit Version 6.0 : home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.physicstoolkit.com/>
484. PHYWE : Excellence in Science : home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.phywe-systeme.com/>
485. Politechnika Warszawska [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.pw.edu.pl/>
486. Posner G. J. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change / G. J. Posner, K. A. Strike, P. W. Hewson, W. A. Gertzog // Science Education. – 1982. – V. 66. – Issue 2. – P. 211-227.
487. Possibilities: a Practice Guide to Problem-based Learning in Physics and Astronomy Editors Derek Raine Sarah [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.physsci.heacademy.ac.uk>
488. Power Point Is Evil By Edward Tufte [Electronic Resource] // Wired. – Mode of access : <http://www.wired.com/wired/archive/11.09/ppt2.html>.

489. Problem-based Learning in Higher Education : Untold Stories [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.wk.kingscourt.co.uk/openup/chapters/033520337X.pdf>.
490. Reference Points for the Design and Delivery of Degree Programmes in Physics [Electronic Resource] // Tuning Educational Structures in Europe. – Mode of access : <http://www.unideusto.org/>
491. Report to the London Conference of Ministers on a European Register of Quality Assurance Agencies [Electronic Resource]. – Helsinki : European Association for Quality Assurance in Higher Education, 2007. – 29 p. – Mode of access : <http://www.eqar.eu/>
492. Skills [Electronic Resource] // Wikipedia. The Free Encyclopedia. – Mode of access : <http://en.wikipedia.org/wiki/Skill>.
493. Slipukhina I. Formation of technological competence of future engineers in the study of general physics course / I. Slipukhina // Proceedings of the National Aviation University. – 2014. – 2 (59). – P. 141–147.
494. Slipukhina I. Formation and development of subject competencies during physics laboratory work fulfilment / S. Menyaylov, I. Slipuhina, P. Chernega // Educatia pentru dezvoltare durabila: inovatie, competitivitate, eficienta : conf. şt. intern., (18–19 oct. 2013 an.). – Chişinău : Tipogr. "Print-Caro", 2013. – P. 539–543.
495. Slipukhina I. Research of educational environment in physics study applying psychologic-pedagogical examination methods / I. Slipukhina, S. Menyaylov, S. Maximov // Proceedings of the National Aviation University. – 2008. – № 2 (35). – P. 119–122.
496. Slipukhina I. Role of computer oriented laboratory training course in physics for development of key competences of future engineers / I. Slipukhina // Proceedings of the National Aviation University. – 2014. – № 1 (58). – P. 96–102.
497. Slipukhina I. A. Formation of technological ideology of future engineers at the process of modern practical work on physics / I. A. Slipukhina, S. N. Menyaylov, I. S. Chernetskyi // "Modern scientific research and their practical application" edited by Alexandr G. Shibaev, Sergiy V. Kuprienko, Alexandra D. Fedorova. – O. : Kupriyenko Sergiy Vasilyovich, 2013. – Vol. 5. – <http://www.sworld.com.ua/e-journal/j21308.pdf> (06.08.13). – Article CID Number J21308–092.
498. St Clair-Thompson H. Information Processing : a Review of Implications of Johnstone's Model for Science Education / H. St Clair-Thompson, T. Overton, Ch. Botton // Research in Science and Technological Education. – 2010. – V. 28. – Issue 2. – P. 131–148.
499. Sweller J. Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning / J. Sweller // Cognitive Science. – 1988. – V. 12. – Issue 2. – P. 257–285.
500. Technische Universität Dresden [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://tu-dresden.de/studium>

501. Technischen Universität München [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.tum.de/die-tum/die-universitaet/>
502. Technology Literacy Assessment Program [Electronic Resource]. – Mode of access : <https://www.coloradotechliteracy.org>.
503. The Benefits of a Competency-Based System [Electronic Resource] // Western Governors University. – Mode of access : http://www.wgu.edu/wgu/academics/comp_benefits.html.
504. The Edgerton Digital Collections (EDC) Project [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://edgerton-digital-collections.org/>.
505. The European Parliament approved the draft EU budget for seven years / European Parliament [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+20131023+TOC+DOC+XML+V0//EN&language=EN-Tracker>.
506. Tuning Educational Structures in Europe [Electronic Resource] // Tuning Educational Structures in Europe. – Mode of access : <http://www.unideusto.org/tuningeu/home.html>.
507. U. S. Department of Education: home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.ed.gov/index.jsp>
508. Video Analysis and Modeling Tool [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>
509. World declaration on higher education for the twenty-first century : vision and action [Electronic Resource]. – Mode of access : http://www.unesco.org/education/educprog/wche/declaration_eng.htm#world%20declaration.
510. World Economic Forum: home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.weforum.org/>
511. World Public Forum – Dialogue of Civilization : home page [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.wpfdc.org/>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Етапи формування і трансформації змісту діяльності інженера та його загальнопрофесійної компетентності на різних стадіях розвитку суспільства

Характеристика епохи	Аграрне суспільство	Індустріальне суспільство	Постіндустріальне суспільство
<p>Основна потреба, способи її задоволення, джерела енергії</p>	<p>Необхідні продукти харчування і предмети побуту. Основа економіки – сільське господарство. Джерела енергії – мязові зусилля людини і тварини, водяні і вітряні механізми</p>	<p>Необхідні машини, товари. Індустріалізація як трансформація об'єктивних структур виробництва на базі техніки і технологій. В промисловості використовуються природні носії теплової енергії для машин і механізмів</p>	<p>Необхідні послуги (сервіс) і технології. Домінування наукомістких галузей; принципово новий спосіб організації техносфери, детермінований створенням інтелектуальних технологій; пріоритетними є високі технології, нанотехнології, космічні та інформаційні технології; технології менеджменту і бізнесу; технології на межі наук – інтегративні технології. Використовуються відновлювані джерела енергії.</p>
<p>Соціальне і політичне життя</p>	<p>Консервативна соціальна структура</p>	<p>Політична трансформація – формування національних ліберально-демократичних держав; мета соціального розвитку – технократія, прогрес виробництва</p>	<p>Класова диференціація поступається професійній диференціації; конфлікт між професіоналізмом і некомпетентністю домінує над конфліктом між працею і капіталом. Соціально-політична сфера орієнтована на людину, її якість життя Економіка, соціальні структури, наука, комунікації рухаються у напрямі децентрації (від концентрації), різноманітності (від уніфікації), пластичних структур керування (від жорстких) Екологічна проблема – як пріоритет соціальної стратегії і цивілізаційного процесу у цілому</p>
	<p>Авторитарні форми культури;</p>	<p>Урбанізація і стандартизація;</p>	<p>Основа саціальної і технологічної структури –</p>

	домінуючі суспільні інститути: армія і церква	домінуючі суспільні інститути: фірма і корпорація	знання; Реорганізація культурної сфери: Зовнішньо-формально – комп'ютеризація; внутрішньо-змістовно – орієнтація на інтелект особи («я – індустрія знання») Домінуючий суспільний інститут: університет як носій і упроваджувач знання
Тип (стиль) мислення	Синкретичний стиль мислення	Раціоналізм й індивідуалізм у мисленні	Вільний, не обмежений тип мислення
Основна інженерна задача як основа інженерної діяльності, види інженерної діяльності	Здійснюються польові вимірювання і розрахунки, будівництво, ірригація, виготовлення знарядь праці, механізмів, транспорту, зброї. Виокремлюється технічна, проектна, конструкторська інженерна діяльність	Створюються і розширюються виробництва знарядь праці, техніки, зброї, енергетичних і робочих машин, організується їх експлуатація і ремонт. Виокремлюються проектно-конструкторська, виробничо-технологічна, організаційна, експлуатаційна діяльність	Прогнозування потреб, дослідження і проектування у технологіях і виробництвах, прогнозування впливів інженерної діяльності на ноосферу, організація виробництва продукції і технологій, створення інноваційних технологій і виробництв. Затребуваними у суспільстві стають інформаційно-аналітична, науково-дослідницька, соціально-економічна, проектно-конструкторська, виробничо-технологічна, організаційно-управлінська, експлуатаційна діяльність.
Суспільне уявлення (модель) про інженерну професію	Цеховий майстер, який володіє досить повним набором знань, умінь і навичок, який здатний налагодити роботу групи цехових працівників	Високо кваліфікований робітник і водночас організатор виробництва, який вирізняється ґрунтовними знаннями умінь і навичками у сфері інженерної діяльності	Професіонал у сфері інноваційних технологій і виробництв, високий рівень кваліфікації якого описується мовою компетенцій / компетентностей
Здійснення фахової підготовки	Передавання знань, умінь і навичок всередині цеху чи	Професійні навчальні заклади: інженерні, технічні, політехнічні	Професійні навчальні заклади: університети, навчально-науково-вироб

інженера	школи у ході бзпосередньої виробничої діяльності	школи, інститути, університети; виробнича практика	ничі комплекси, дослідницькі університети , корпоративні університети, технопарки; виробнича, наукова, соціальна практика інноваційні проекти в інтегрованих середовищах; дистанційна освіта і освіта упродовж всього життя
-----------------	---	--	---

Додаток Б

Виробничі функції інженера, типові завдання діяльності, вміння та відповідні до них компетенції, якими повинні володіти випускники вищого навчального закладу напряму підготовки «Електроніка»

<i>Зміст виробничої функції</i>	<i>Назва типового завдання діяльності</i>	<i>Зміст вміння</i>
Дослідницька	Визначення властивостей, параметрів та характеристик матеріалів, деталей, вузлів, блоків електронних приладів та пристроїв.	Складати плани досліджень та випробувань. Проводити за заданими алгоритмами і за допомогою ПК розрахунки прогнозованих параметрів та характеристик електронних приладів та пристроїв
	Проведення дослідних виробничих експериментів (під керівництвом)	Використовувати загальне та спеціальне контрольно-вимірювальне і випробувальне устаткування. Проводити обчислення результатів експерименту
	Вибір матеріалів електронної техніки на основі аналізу їх властивостей.	Використовуючи науково-технічну документацію щодо властивостей матеріалів, обрати матеріали із заданими фізичними властивостями.
	Розроблення конструкції електронних приладів (пристроїв, засобів), їх частин (вузлів, мікроблоків) та деталей з проведенням відповідних розрахунків.	Використовуючи нормативно-технічну документацію щодо властивостей матеріалів, технологічних та економічних показників, розробити конструкцію деталей електронних приладів та пристроїв.
		За заданою електронною схемою, технологічними, економічним та іншими показниками вміти провести топологічне проектування електронних приладів та пристроїв
		За технічним завданням, електронною схемою, технологічними, економічним та іншими показниками розробити (брати участь у розробленні) конструкцію електронного приладу чи пристрою.
Проводити за допомогою ЕОМ розрахунки, пов'язані з розробленням конструкцій		

Проектувальна (<i>проектувально-конструкторська</i>)		деталей, вузлів та блоків електронних приладів та пристроїв.
	Розроблення конструкторської документації	Розробляти текстову та графічну документацію на вироби, що сконструйовані. На всіх етапах конструювання та розроблення документації використовувати засоби систем автоматизованого проектування
Організаційна	Керівництво окремими ланками виробництва деталей, вузлів та електронних пристроїв в цілому.	З урахуванням загальних фінансово-економічних чинників та конкретних умов виробництва підтримувати організацію роботи окремих ланок виробництва електронних пристроїв.
		Оцінювати вплив технічних та організаційних чинників на продуктивність праці та ефективність виробництва.
	Використання засобів і методів охорони праці при виробництві електронних приладів та пристроїв	Оцінювати вплив на довкілля техногенних чинників, властивих виробництву електронних приладів та пристроїв.
Технологічна	Технологічна підготовка виробництва	Аналізувати виробничу ситуацію щодо виконання норм і правил безпеки праці, виправляти дії персоналу і режими роботи обладнання у разі порушень таких норм і правил
		Використовуючи конструкторську та технологічну документацію на електронні пристрої з урахуванням нормативної документації галузі і підприємства, розрахувати потреби виробництва електронних пристроїв в матеріалах, комплектуючих, складі та кількості працюючих, технологічному обладнанні
Контрольна	Контроль функціонування, регулювання електронних приладів та пристроїв різного призначення	Оцінювати функціонування електронних приладів та пристроїв в системах, визначати відхилення від норми функціонування електронних пристроїв, провадити регулювання відповідних електронних приладів та пристроїв для досягнення нормальних режимів функціонування

Технічна	Установлення, запуск в експлуатацію, обслуговування та ремонт електронних приладів та пристроїв різного призначення (електронних, опрацювання інформації, контрольнo-вимірювальних, медичних, офісної та банківської техніки, технологічного обладнання)	Проводити установлення, запуск в експлуатацію, обслуговування та ремонт електронних пристроїв в технічних, біомедичних та екологічних системах

Додаток В
Типи загальних компетенцій

<i>Інструментальні компетенції</i>	<i>Міжособистісні компетенції</i>	<i>Системні компетенції</i>
<p>Здатність до аналізу і синтезу. Здатність до організації і планування. Базові загальні знання. Засвоєння професійних базових знань. Усне і письмове спілкування рідною мовою. Знання іноземної мови. Елементарні комп'ютерні навички. Навички з управління даними (вміння заходити та аналізувати відомості з різних джерел). Розв'язання проблем. Прийняття рішень</p>	<p>Здатність до критики і самокритики. Взаємодія (робота у команді). Міжособистісні навички та вміння. Здатність працювати у міждисциплінарній команді. Здатність спілкуватися з експертами з інших галузей. Позитивне ставлення до несхожості та інших культур. Здатність працювати у міжнародному середовищі. Етичні зобов'язання</p>	<p>Здатність застосовувати знання на практиці. Дослідницькі навички та вміння. Здатність до навчання. Здатність пристосовуватись до нових ситуацій. Здатність до генерації нових ідей (креативність). Якості лідера. Розуміння культури та звичаїв інших країн. Здатність працювати самостійно. Планування й управління проектами. Ініціативність та дух підприємництва. Турбота про якість. Бажання досягти успіху</p>

Додаток Д
Компетенції, які формуються у процесі навчання фундаментальних дисциплін

<i>Коротка назва специфічної компетенції</i>	<i>Розширений опис компетенції, яку повинен отримати студент, закінчивши навчання першого циклу (бакалавр) або другого циклу (магістр)</i>
Здатність до навчання	Здатність до засвоєння нових галузей знань
Абсолютні стандарти усвідомлення	Ознайомлення з «працею генія», тобто з різноманітними фізичними відкриттями і теоріями, розвиток усвідомлення найвищих стандартів
Прикладні навички (рівень, притаманний випускникам першого циклу)	Здатність проводити таку діяльність: професійну у межах прикладних технологій, які на промисловому і побутовому рівнях стосуються фізичного знання, зокрема, радіозв'язку, теле- і відеокommунікацій, дистанційне супутникове керування; перевірка якості; участь у діяльності приватних і державних виробництв; вміння аналізувати і моделювати на основі фізичного знання і комп'ютерної грамотності
Глибоке знання і розуміння	Розуміння найголовніших природничо-математичних теорій (логічної і математичної структури, експериментальної основи описуваних явищ), у тому числі знання фундаментальних принципів сучасної фізики, наприклад, квантової теорії тощо
Етичні знання (пов'язані з фізикою)	Здатність розуміти соціальні проблеми, які протистоять майбутній професії, етичним характеристикам дослідження і професійній діяльності (професійна чесність), відповідальність за охорону здоров'я і довкілля
Навички оцінювання	Оцінювання порядку величини у різних фізичних явищах, проведення аналогії з метою розв'язання виниклих проблем на підставі вже відомих; оцінювання значущості отриманих результатів
Експериментальні навички	Вміння проводити експерименти самостійно, зокрема, описувати, аналізувати і критично оцінювати експериментальні дані та ознайомлюватися з найважливішими експериментальними методами
Ознайомленість з фундаментальними і прикладними дослідженнями	Розуміння природних явищ і знання методів фізичних досліджень, тобто як вони можуть бути застосовані до інших сфер діяльності, наприклад, машинобудування; здатність до розроблення експериментальних і теоретичних процедур для розв'язання поточних проблем у поточних дослідженнях та вдосконалення отриманих результатів
Ознайомленість з передовими дослідженнями	Знання про стан передових досліджень
Знання іноземної мови (стосовно фізики)	Поліпшення знань іноземних мов через відвідування курсів або навчання за кордоном шляхом обміну студентами (мобільності) на підставі визнання кредитів в іноземних університетах або дослідницьких центрах
Загальні види робіт (позиції високого рівня, які може професійно виконувати фізик)	Вміння проводити такі види діяльності: ініціювання та розвиток науки та технологічних інновацій; планування та менеджмент технологій, пов'язаних з фізикою у таких секторах, як промисловість, охорона навколишнього середовища, охорона здоров'я, культурної спадщини, державне і банківське управління, популяризації наукового знання з акцентом на теоретичні, експериментальні і прикладні аспекти класичної та сучасної фізики

Особистісно–професійні навички	Розвиток почуття відповідальності з використанням курсів вільного вибору та професійної гнучкості за рахунок широкого спектру наукових методів, запропонованих у навчальній програмі
Міждисциплінарні зв'язки, здібності	Здобування додаткових кваліфікацій для розвитку кар'єри поза фундаментальною дисципліною
Навички літературного пошуку	Вміння шукати і використовувати фізичні та інші технічні літературні джерела даних, які стосуються науково–дослідної роботи і технічних проектів. Знання технічної англійської мови, необхідної для on–line пошуку
Навички управління	Вміння працювати з високим рівнем автономії, виконуючи обов'язки планування проекту і керування структурами
Математичні навички	Вміння використовувати широко вживані математичні та числові методи
Навички моделювання	Здатність визначати основи процесу/ситуації і створювати її робочу модель; виконувати необхідні наближення; критично мислити для побудови фізичних моделей; адаптувати наявні моделі до нових експериментальних даних
Культура науки	Ознайомлення з найважливішими галузями фізики та підходами, які вони використовують
Розв'язання проблем	Здатність виконувати розрахунки самостійно або за допомогою комп'ютера, включаючи вміння використовувати програмне забезпечення для опрацювання числових даних, моделювання фізичних процесів або контролю експериментів
Специфічно комунікативні навички	Вміння подачі результатів дослідження для професійної або непрофесійної аудиторії (як усно, так і у письмовій формі, у разі потреби описувати складні явища або проблеми простою мовою, зрозумілою аудиторії); вміння працювати у міждисциплінарній команді
Навички у поновленні знань	Обізнаність з новими розробками і методами, надавати професійну консультацію про діапазон їх можливих застосувань
Викладацькі здібності	Готовність до роботи на посаді вчителя фізики у середній школі

Додаток Ж
Матриця співвідношення видів освітньої діяльності студентів і специфічних компетенцій, які формуються у навчанні фізики і технічних дисциплін

Вид навчальної діяльності		Компетенція, пов'язана з суб'єктом діяльності												Кількість компетенцій
		Перший цикл навчання						Другий цикл навчання						
		(бакалаврат)						(магістратура)						
		Навичк а оці нюван ня	Роз умін ня теор ії	Ви ріш ення про бле м	Експ ерим ент. нави чки	Кул ьту ра фіз ичн ого дос лід жен ня	Мат емат ичні нави чки	Мод елю ван ня	Літ ера тур ни й по шу к	Здат ність до навч ання	Фун даме нт. і прик ладні дослі джен ня	Спец ифіч ні кому ніка ційні дібн ості	Сум іжні дос лід жен ня	
1	Лекції	1	1				1	1					1	5
2	Активна навчальна дискусія (семінар)		1	1				1			1			4
3	Лекція з демонстрацією				1									1
4	Проблемно орієнтоване навчання в аудиторії (активне)	1	1	1		1	1	1			1			7
5	Проблемно-орієнтоване навчання в аудиторії (пасивне)													0
6	Лабораторні і практичні заняття	1	1		1			1	1		1			6
7	Розрахунки і робота з ПК			1			1							2
8	Конспектування лекцій										1			1
9	Проектна дослідницька лабораторна робота	1	1		1			1	1	1	1		1	8
10	Створення тез								1	1	1	1	1	5
11	Домашня робота, орієнтована на проблемний пошук	1	1				1							3
12	Читання інструкцій		1								1		1	3
13	Участь в навчальних програмах	1	1			1		1						4
14	Присутність на загальнонаукових семінарах, конференціях					1		1			1	1		4
15	Робота в малих групах або в командах	1		1		1		1		1				5

16	Індивідуальна робота в класах з або без допомоги викладача	1	1														2
17	Рівневий курс, орієнтований на ПК			1			1	1									3
18	Вивчення матеріалу в підручниках	1					1										2
19	Вивчення конспектів лекцій	1					1										2
20	Вивчення періодичної наукової літератури	1							1				1				3
21	Пошук і читання корисних текстів у бібліотеці (додаткове і обов'язкове)							1	1	1							3
22	Створення списків літератури і Web-пошук								1	1			1	1			4
23	Підготовка і проведення презентації, лекції, семінару	1				1						1					3
24	Підготовка постерів (плакатів)	1						1							1		3
25	Підготовка письмових звітів	1															1
26	Здавання екзаменів											1					1
27	Навчання за кордоном							1									1
Загальна кількість заходів для розвитку компетенцій		14	9	5	3	5	7	10	5	5	4	9	4	6			

Додаток 3

Комп'ютеризована лабораторна система *Cobra 4*:
а – зовнішній вигляд; *б* – датчики безпроводного з'єднання



а



б

Додаток К
Портативний комп'ютер *NOVA 5000* з датчиками і АЦП



Додаток Л

Тепловізор *Fluke Ti9*: а– зовнішній вигляд пристрою у режимі вимірювання; б– комплектація



а



б

Додаток М

К. 1. Частина коду прелоадеру ЕДЛЗ

```
<script type="text/javascript">
    $(function() {
        var $mybook          = $('#mybook');
        var $btnn_next       = $('#next_page_button');
        var $btnn_prev       = $('#prev_page_button');
        var $loading         = $('#loading');
        var $mybook_images   = $mybook.find('img');
        var cnt_images       = $mybook_images.length;
        var loaded           = 0;
        $mybook_images.each(function(){
            var $img         = $(this);
            var source       = $img.attr('src');
            $('<img/>').load(function(){
                ++loaded;
                if(loaded == cnt_images){
                    $loading.hide();
                    $btnn_next.show();
                    $btnn_prev.show();
                    $mybook.show().booklet({
                        name: null,
                        width: 800,
                        height: 500,
                        speed: 600,
                        direction: 'LTR',
                        startingPage: 0,
                        easing: 'easeInOutQuad',
                        easeIn: 'easeInQuad',
                        easeOut: 'easeOutQuad',

```

Частина коду для нумерації сторінок

```
    if(opts.pageNumbers && !$(this).hasClass('b-page-empty') && (!opts.closed || (
    opts.closed && !opts.covers) || (opts.closed && opts.covers && i != 1 && i != src.
    children().length-2))) {
        if(opts.direction == 'LTR') {j++;}
        $(this).parent().append('<div class="b-counter">'+(j)+'</div
    >');
        if(opts.direction == 'RTL') {j--;}
    }
    });
}
```

Програмний код з циклами і розгалуженнями


```

;(function($) {
$.fn.booklet = function(options){
  var o = $.extend({}, $.fn.booklet.defaults, options);
  return $(this).each(function()
  {
    var command, config, obj, id, i, target;
    if(typeof options == 'string')
    {
      if($(this).data('booklet')){
        command = options.toLowerCase();
        obj = $.fn.booklet.interfaces[$(this).data('id')];
        if(command == 'next'){ obj.next() }
        else if(command == 'prev'){ obj.prev() }
      }
    }
    else if(typeof options == 'number')
    {
      if($(this).data('booklet')){
        target = options;
        obj = $.fn.booklet.interfaces[$(this).data('id')];

        if(target % 2 != 0) {
          target -= 1;
        }
        obj.gotoPage(target);
      }
    }
    else
    {
      config = $.extend(true, {}, o);
      id = $.fn.booklet.interfaces.length;
      for(i = 0; i < id; i++)
      {
        if(typeof $.fn.booklet.interfaces[i] == 'undefined'){ id = i; break; }
      }
      obj = new booklet($(this), config, id);
      $.fn.booklet.interfaces[id] = obj;
    }
  });
}

```

Частина коду, яка показує, як створювався символ

```

"glyphs":{"":{"w":180},"\u00a0":{"w":180},"!":{"d":"86,-25v-13,-17,-58,1,-60
,21v19,10,52,-5,60,-21xm134,-271v0,-3,4,-10,0,-11v-42,46,-72,104,-91,174v2,16,
-3,36,9,43v16,-79,55,-138,82,-206","w":139},"\"":{"d":"98,-278v-18,10,-33,36,-30,

```

62v-2,10,11,22,14,11v6,-24,20,-41,21,-70v-1,-1,-2,-3,-5,-3xm30,-291v-21,10,-37,60,-17,82v15,-17,19,-50,21,-76v1,-3,-2,-6,-4,-6", "w":106,"k":{"A":91}}}

Частина коду дизайну сторінок зошита у файлах з розширенням css

```
.booklet{
  -moz-box-shadow:0px 0px 1px #fff;
  -webkit-box-shadow:0px 0px 1px #fff;
  box-shadow:0px 0px 1px #fff;
  -moz-border-radius:10px;
  -webkit-border-radius:10px;
  border-radius:10px;
}
.booklet .b-wrap-left {
  background:#fff url(../images/left_bg.jpg) no-repeat top left;
  -webkit-border-top-left-radius: 10px;
  -webkit-border-bottom-left-radius: 10px;
  -moz-border-radius-topleft:10px;
  -moz-border-radius-bottomleft: 10px;
  border-top-left-radius: 10px;
  border-bottom-left-radius: 10px;
  text-indent:20px;
  line-height:1.5;
  text-align:justify;
}
.booklet .b-wrap-right {
  background:#efefef url(../images/right_bg.jpg) no-repeat top left;
  -webkit-border-top-right-radius: 10px;
  -webkit-border-bottom-right-radius: 10px;
  -moz-border-radius-topright: 10px;
  -moz-border-radius-bottomright: 10px;
  border-top-right-radius: 10px;
  border-bottom-right-radius: 10px;
  text-indent:20px;
  line-height:1.5;
  text-align:justify;
}
```

Особливості для стандартних тегів html у файлах стилів

```
h2
{
  text-align: justify ;
  text-indent:1.5em;
}
span.reference{
  font-family:Arial;
  display:block;
```

```
font-size:12px;
text-align:center;
margin-bottom:10px;
}
```

Код анімації контрольних стрілок для переходу на іншу сторінку

```
if(opts.arrows){
    if($.support.opacity){
        ctrlsN.hover(
            function(){arrowN.find('div').stop().fadeTo('fast', 1);},
            function(){arrowN.find('div').stop().fadeTo('fast', 0);

        });
        ctrlsP.hover(
            function(){arrowP.find('div').stop().fadeTo('fast', 1);},
            function(){arrowP.find('div').stop().fadeTo('fast', 0);

        });
    }else{
        ctrlsN.hover(
            function(){arrowN.find('div').show();},
            function(){arrowN.find('div').hide();

        });
        ctrlsP.hover(
            function(){arrowP.find('div').show();},
            function(){arrowP.find('div').hide();

        });
    }
}
```

Код переключення між сторінками

```
if(opts.keyboard){
    $(document).keyup(function(event){
        if(event.keyCode == 37){self.prev();}
        else if(event.keyCode == 39){self.next();}
    });
}
```

Додаток Н
Функція MATLAB® для візуалізації даних у лабораторній роботі
«Дослідження вольт амперної характеристики фотоелемента»

```
function filters_3
clear
clc
close all
format short g

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Experimental data
% 1 line - yellow filter
% 2 line - green filter
% 3 line - orange filter
% 4 line - blue filter
% 5 line - purple filter
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
U = -1 * [0 0.03 0.05 0.07 0.09 0.11 0.13 0.15 0.17 0.19 0.21 0.
23 0.25 0.27 0.29 0.31 0.33 0.35 0.37 0.39 0.42 0.44 0.46 NaN
NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN NaN NaN;
0 0.03 0.04 0.05 0.06 0.07 0.08 0.09 0.1 0.11 0.12 0.13 0.14 0.
15 0.16 0.17 0.18 0.19 0.2 0.21 0.22 0.23 0.24 0.25 0.26 0.27 0.
28 0.29 0.3 0.31 0.32 0.33 0.34 0.35 0.36 0.37 0.38 0.39 0.4 0.
41 0.43 0.45 0.46;
0 0.03 0.05 0.07 0.09 0.11 0.13 0.15 0.17 0.19 0.21 0.23 0.25 0.
27 0.29 0.31 0.32 NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN;
0 0.03 0.05 0.07 0.09 0.11 0.13 0.15 0.17 0.19 0.21 0.23 0.25 0.
27 0.29 0.31 0.33 0.35 0.37 0.39 0.41 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51 0.
53 0.55 0.59 0.69 0.71 0.73 0.75 0.76 NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN;
0 0.03 0.05 0.07 0.09 0.11 0.13 0.15 0.17 0.19 0.21 0.23 0.25 0.
27 0.29 0.31 0.33 0.35 0.37 0.39 0.41 0.43 0.45 0.47 0.49 0.51 0.
53 0.55 0.57 0.59 0.61 0.63 0.65 0.67 0.69 0.71 0.73 0.75 0.78 1.
1 NaN NaN NaN];

I = [0.77 0.7 0.66 0.63 0.55 0.53 0.48 0.44 0.4 0.37 0.33 0.
29 0.25 0.25 0.2 0.16 0.13 0.1 0.08 0.06 0.03 0.01 0 NaN
NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN NaN NaN;
0.54 0.51 0.49 0.47 0.46 0.44 0.43 0.41 0.4 0.36 0.34 0.33 0.
31 0.3 0.28 0.24 0.23 0.22 0.22 0.21 0.2 0.19 0.17 0.16 0.15 0.
15 0.14 0.13 0.12 0.11 0.1 0.09 0.08 0.08 0.07 0.06 0.05 0.04 0.
04 0.03 0.02 0.01 0;
```

```

0.27    0.23 0.22 0.2  0.18 0.16 0.14 0.12 0.1  0.09 0.07 0.05 0.
04    0.03 0.02 0.01 0    NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN NaN;
1.09    1    0.92 0.88 0.84 0.82 0.79 0.73 0.72 0.7  0.66 0.64 0.
6    0.49 0.45 0.42 0.4  0.39 0.39 0.36 0.32 0.29 0.26 0.24 0.2  0.
2    0.15 0.1  0.07 0.04 0.03 0.02 0.01 0    NaN NaN NaN NaN
NaN NaN NaN NaN NaN;
0.55    0.54 0.53 0.51 0.5  0.47 0.43 0.42 0.4  0.39 0.38 0.35 0.
33    0.32 0.31 0.29 0.28 0.25 0.24 0.22 0.19 0.18 0.16 0.14 0.12 0.
11    0.11 0.1  0.08 0.07 0.07 0.06 0.05 0.05 0.03 0.03 0.02 0.02 0.
01    0    NaN NaN NaN];

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Definition of experimental error
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
errU = 0.01 .* ones(size(U));
errI = 0.01 .* ones(size(I));

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Creation of the model I = fun(U) and definition of U3
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
[nR,nC] = size(I);

```

```

for i = 1 : nR
    ind = find(isnan(U(i,:)),1);
    if i==2
        p = polyfit(U(i,:),I(i,:),3);
    else
        p = polyfit(U(i,1:ind-1),I(i,1:ind-1),3);
    end

```

```

    Ucalc(i,:) = linspace(U(i,1),min(U(i,:)),100);
    Icalc(i,:) = polyval(p,Ucalc(i,:));

```

```

    U3(i,1) = min(U(i,:));
end

```

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Plot of graphs I = fun(U)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
lineName = {'Yellow filter',...
'Green filter',...
'Orange filter',...
'Blue filter',...
'Purple filter'};

```

```

markerExp = {'k.', 'g.', 'm.', 'b.', 'c.'};
markerCalc = {'k-', 'g-', 'm-', 'b-', 'c-'};
markerError = {'k', 'g', 'm', 'b', 'c'};
textX = -1 * ones(5,1);
textY = [1;0.9;0.8;0.7;0.6];
textColor = markerError;

figure
for i = 1 : nR
    plot(Ucalc(i,:), Icalc(i,:), markerCalc{i}, 'linewidth', 1)
    hold on
    S = {markerExp{i}, markerError{i}, markerError{i}};
    errorbarxy(U(i,:), I(i,:), errU(i,:), errI(i,:), S)
    hold on

    xlabel('U, V')
    ylabel('I, \muA')

    str = [lineName{i} ' U_{3} = ' num2str(U3(i)) ' V'];
    text(textX(i), textY(i), str, 'Color', textColor{i})

end
title('I = f(U)')

%%%%%%%%%%%%%%
% frequency = [5.17241 * 10^14; 5.45455 * 10^14; 5 * 10^14
; 6.12245 * 10^14; 6.81818 * 10^14];
frequency = [5.17241; 5.45455; 5; 6.12245; 6.81818 ];

U3 = -1 .* U3;

X = [ones(length(frequency), 1) frequency];
b = regress(U3, X);
tanAlpha = b(2,1);

yCalculated = b(1,1) + b(2,1) * frequency;

figure
plot(frequency, U3, 'b.', 'markersize', 16)
hold on
plot(frequency, yCalculated, 'k-')
str = [' tan(\alpha) = ' num2str(tanAlpha) ' x 10^{-1}^4 V/(
sec^{-1})'];
text(5.6, 0.5, str)
xlabel('Frequency x 10^1^4, 1/sec')

```

```
ylabel('U_{3}, V')
```

```
function [varargout]=errorbarxy(varargin)
% ERRORBARXY is a function to generate errorbars on both x
and y axes
% with specified errors modified from codes written by
Nils Sjöberg
% (http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/5444-xyerrorbar)
%
% errorbarxy(x, y, lerrx, uerrx, lerry, uerry) plots the
data with errorbars on both
% x and y axes with error bars [x-lerrx, x+uerrx] and [
y-lerry, y+uerry]. If there is
% no error on one axis, set corresponding lower and upper
bounds to [].
%
% errorbarxy(x, y, errx, erry) plots the data with
errorbars on both x and
% y axes with error bars [x-errx, x+errx] and [y-erry, y+
erry]. If there
% is no error on one axis, set corresponding errors to [].
%
% errorbarxy(..., S) plots data as well as errorbars using
specified
% formatting string. S is a cell array of 3 element, {
sData, cEBx, cEBy},
% where sData specifies the format of main plot, cEBx
specifies the
% color of errorbars along x axis and cEBy specifies the
color of
% errorbars along y axis. The formatting string for the
main plot made
% from one element from any or all the following 3 columns
, while the
% other two strings made only from the first column (color
):
% b blue . point - solid
% g green o circle : dotted
% r red x x-mark -. dashdot
% c cyan + plus -- dashed
% m magenta * star (none) no line
% y yellow s square
% k black d diamond
% w white v triangle (down)
```

```

% ^ triangle (up)
% < triangle (left)
% > triangle (right)
% p pentagram
% h hexagram
%
%
% errorbarxy(AX,...) plots into AX instead of GCA.
%
% H = errorbar(...) returns a vector of errorbarseries
handles in H,
% within which the first element is the handle to the main
data plot and
% the remaining elements are handles to the rest errorbars
.
% H is organized as follows:
% H.hMain is the handle of the main plot
% H.hErrorbar is a Nx6 matrix containing handles for all
error bar lines,
% where N is the number of samples. For each sample, 6
% errorbar handles are saved in such an order:
% [Horizontal bar, H bar left cap, H bar right cap,
% Vertical bar, V bar lower cap, V bar upper cap]
%
% For example
% x = 1:10;
% xe = 0.5*ones(size(x));
% y = sin(x);
% ye = std(y)*ones(size(x));
% H=errorbarxy(x,y,xe,ye,{'ko-', 'b', 'r'});
% draws symmetric error bars on both x and y axes.
%
% NOTE: errorbars are excluded from legend display. If you
need to
% include errorbars in legend display, do the followings:
% H=errorbarxy(...);
% arrayfun(@(d) set(get(get(d,'Annotation'),'
LegendInformation'),...
% 'IconDisplayStyle','on'), H(2:end)); % include errorbars
% hEB=hgroup;
% set(H(2:end),'Parent',hEB);
% set(get(get(hEB,'Annotation'),'LegendInformation'),...
% 'IconDisplayStyle','on'); % include errorbars in legend
as a group.
% legend('Main plot', 'Error bars');

```



```

%
% Developed under Matlab version 7.10.0.499 (R2010a)
% Created by Qi An
% anqi2000@gmail.com

% QA 2/7/2013 initial skeleton
% QA 2/12/2013 Added support to plot on specified axes;
Added support
% to specify color of plots and errorbars; Output a
% vector of errbar series handles; Fixed a couple of
% minor bugs.
% QA 2/13/2013 Excluded errorbars from legend display.
% QA 8/19/2013 Fixed a bug in errorbar cap display.
% QA 9/24/2013 Fixed a bug in figure handle output.
% QA 1/16/2014 Reorganize the output handle structure.
% QA 2/4/2014 Allow customization on main plot using
formatting
% string.
% QA 4/28/2014 Check for formatting string. Fixed a bug
when
% specifying axis to plot.

%% handle inputs
if ishandle(varargin{1}) % first argument is a handle
    if strcmpi(get(varargin{1}, 'type'), 'axes') % the handle
is for an axes
        axes(varargin{1}); % set the handle to be current

        varargin(1)=[];
    end
end
if length(varargin)<4
    error('Insufficient number of inputs');
    return;
end

%% assign values
x=varargin{1};
y=varargin{2};
if length(x)~=length(y)
    error('x and y must have the same number of elements!')
    return
end

```

```

if iscell(varargin{end}) & length(varargin{end})==3 %
search for formatting strings
    color=varargin{end};
    varargin(end)=[]; % remove formatting string from
optional input structure
else
    color={'b', 'r', 'r'};
end
if length(varargin)==4 % using errorbarxy(x, y, errx, erry
)
    errx=varargin{3};
    erry=varargin{4};
    if ~isempty(errx)
        lx=x-errx;
        ux=x+errx;
    else
        lx=[];
        ux=[];
    end
    if ~isempty(erry)
        ly=y-errx;
        uy=y+errx;
    else
        ly=[];
        uy=[];
    end

elseif length(varargin)==6 % using errorbarxy(x, y, lerrx,
uerrx, lerry, uerry)
    lx=x-varargin{3};
    ux=x+varargin{4};
    ly=y-varargin{5};
    uy=y+varargin{6};
    if ~isempty(lx)
        errx=(ux-lx)/2;
    else
        errx=[];
    end
    if ~isempty(ly)
        erry=(uy-ly)/2;
    else
        erry=[];
    end

else

```

```

    error('Wrong number of inputs!');
end

%% plot data and errorbars
h=plot(x,y, color{1}); % main plot
allh=nan(length(x), 6); % all errorbar handles
for k=1:length(x)
    if ~isempty(lx) & ~isempty(ly) % both errors are
specified
        l1=line([lx(k) ux(k)], [y(k) y(k)]);
        hold on;
        l2=line([lx(k) lx(k)], [y(k)-0.1*erry(k) y(k)+0.1*erry(k)
]);
        l3=line([ux(k) ux(k)], [y(k)-0.1*erry(k) y(k)+0.1*erry(k)
]);
        l4=line([x(k) x(k)], [ly(k) uy(k)]);
        l5=line([x(k)-0.1*errx(k) x(k)+0.1*errx(k)], [ly(k) ly(k)
]);
        l6=line([x(k)-0.1*errx(k) x(k)+0.1*errx(k)], [uy(k) uy(k)
]);
        allh(k, :)= [l1, l2, l3, l4, l5, l6];
    elseif isempty(lx) & ~isempty(ly) % x errors are not
specified
        l4=line([x(k) x(k)], [ly(k) uy(k)]);
        hold on;
        errx=nanmean(abs(diff(x)));
        l5=line([x(k)-0.1*errx x(k)+0.1*errx], [ly(k) ly(k)]);
        l6=line([x(k)-0.1*errx x(k)+0.1*errx], [uy(k) uy(k)]);
        allh(k, 4:6)= [l4, l5, l6];
    elseif ~isempty(lx) & isempty(ly) % y errors are not
specified
        l1=line([lx(k) ux(k)], [y(k) y(k)]);
        hold on;
        erry=nanmean(abs(diff(y)));
        l2=line([lx(k) lx(k)], [y(k)-0.1*erry y(k)+0.1*erry]);
        l3=line([ux(k) ux(k)], [y(k)-0.1*erry y(k)+0.1*erry]);
        allh(k, 1:3)= [l1, l2, l3];
    else % both errors are not specified
end
    h1=[l1, l2, l3]; % all handles
    set(h1, 'color', color{2});
    h1=[l4, l5, l6]; % all handles
    set(h1, 'color', color{3});
end

```

```
arrayfun(@(d) set(get(get(d,'Annotation'),'LegendInformation'),'IconDisplayStyle','off'), allh); %  
exclude errorbars from legend  
out.hMain=h;  
out.hErrorbar=allh;  
hold off  
  
%% handle outputs  
if nargout>0  
    varargout{1}=out;  
end
```

Додаток П
Анкета для студентів
(констатувальний етап експерименту)

1. Важливими факторами, які впливають на формування загальнопрофесійної компетентності майбутнього інженера є (розташуйте у порядку зменшення значущості)

- А. Фундаментальна природничо–математична підготовленість;
- Б. Знання, уміння і навички в сфері ІКТ;
- В. Систематичні навчально–виробничі практики;
- Г. Активні методи навчання в університеті (метод проектів, кейс–метод, метод «мозкового штурму», СНТ тощо)
- Д. Здатності студента внутрішнього походження (самореалізація, самовизначення, саморозвиток, саморегуляція, самомотивація тощо)

2. Як Ви оцінюєте наразі рівень своїх знань з фізики?

- А. Високий; Б. Вищий за середній; В. Середній; Г. Низький

3. Ваше ставлення до вивчення фізики?

- А. Позитивне, Б. Байдуже, В. Негативне

4. Чи маєте Ви навички проведення самостійних експериментальних досліджень з фізики?

- А. Так; В. Ні; Г. Не знаю

5. Чи вважаєте Ви, що виконання фізико–технічних лабораторних досліджень є важливим чинником для глибшого розуміння сутності явищ і процесів?

- А. Так; Б. Частково; В. Ні; Г. Не знаю

6. Чи подобається Вам розв'язувати експериментальні завдання проблемного характеру (наприклад, за умови відсутності інструкцій) ?

- А. Так; Б. Частково; В. Ні; Г. Не знаю

7. Чи вважаєте Ви, що використання у лабораторному практикумі з фізики комп'ютерно орієнтованих засобів (цифрових датчиків, перетворювачів сигналів, програмних засобів обробки результатів експерименту тощо) сприятиме у подальшому ефективнішому навчанню технічних дисциплін?

- А. Так; Б. Частково; В. Ні; Г. Не знаю

8. Як Ви оцінюєте рівень своїх навичок у використанні фізико–технічних методів (висування гіпотези, аналіз і синтез, абстрагування і узагальнення, спостереження, моделювання тощо)?

- А. Високий; Б. Вищий за середній; В. Середній; Г. Низький

9. Як Ви оцінюєте свої навички оцінювати результати, отримані під час експерименту (порядок величин, похибки вимірювань)?

- А. Високий; Б. Вищий за середній; В. Середній; Г. Низький

10. Зазначте, будь ласка, з якими з комп'ютерно орієнтованих засобів Ви маєте навички роботи:

- А. Програмування; Б. Моделювання явищ і процесів; В. Опрацювання результатів дослідження текстових, аудіо, відео; Г. Табличні розрахунки; Д. Числові та аналітичні (символьні) обрахунки.

11. Як Ви оцінюєте рівень Вашої здатності до самостійного здобуття нових знань?

А. Високий; Б. Вищий за середній; В. Середній; Г. Низький

12. Як Ви оцінюєте рівень Вашої здатності до самостійного планування своєї роботи?

А. Високий; Б. Вищий за середній; В. Середній; Г. Низький

13. Як Ви оцінюєте Вашу здатність до самостійної систематизації знань у вигляді статті, реферату, презентації, виступу на конференції?

А. Високий; Б. Вищий за середній; В. Середній; Г. Низький

14. Яким є Ваше ставлення до роботи у міні-групах під час виконання лабораторних занять?

А. Сприяє вирішенню навчальних завдань; Б. Створює умови для виявлення індивідуальності; В. Заважає виявленню індивідуальності кожного студента; Г. Дає можливість «заховатись» за «сильними» студентами; Д. Сприяє формуванню вміння вирішувати робочі конфлікти.

Дякуємо за участь в опитуванні і співпрацю!

Додаток Р
Анкета експерта №1

1. Назва установи _____
2. Прізвище, імя, по-батькові _____
3. Посада _____
4. Вчене звання, ступінь _____
5. Науково-педагогічний стаж _____
6. Дата і місце проведення експертизи _____

I. Дайте оцінку дієвості кожної з чотирьох вимог до методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ за 100 – бальною шкалою

№ /п	Вимога	Оцінка відносної значущості (в балах від 0 до 100)
1	Дидактична відповідність	
	Інформаційно-змістова	
3	Методично-експериментальне забезпечення	
4	Інноваційність технології	

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел аргументації виставлених балів виконання вимог до відкритої методичної системи

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	В (висока)	С (середня)	Н (низька)
Проведений теоретичний аналіз	0, 4	0, 3	0, 2
Виробничий досвід	0, 6	0, 5	0, 3
Інтуїція	0, 05	0, 05	0, 05

III. Укажіть ступінь володіння проблемою дослідження за такою шкалою

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Додаток С
Результати оцінювання експертами дієвості
методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ
(Анкета №1)

Екс- перт	Вимога				Екс- перт	Вимога			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1	95	90	80	70	20	90	90	80	70
2	85	85	80	75	21	75	80	70	70
3	90	85	70	80	22	95	90	90	80
4	70	85	75	75	23	85	80	80	80
5	90	90	75	85	24	80	90	70	80
6	95	90	90	85	25	100	100	95	90
7	85	80	80	70	26	85	85	80	80
8	80	80	70	80	27	85	85	80	70
9	95	90	100	80	28	90	80	90	80
10	90	85	90	75	29	95	80	80	75
11	100	90	85	80	30	90	80	70	70
12	95	90	75	70	31	95	80	75	75
13	90	80	70	80	32	95	90	80	75
14	80	80	90	80	33	90	85	80	80
15	85	80	75	70	34	95	90	85	75
16	90	80	90	80	35	90	85	85	80
17	95	85	70	80	36	95	95	90	90
18	95	90	90	85	37	90	95	80	85
19	90	85	70	80					

Додаток Т
Анкета експерта №2

1. Назва установи _____
2. Прізвище, імя, по-батькові _____
3. Посада _____
4. Вчене звання, ступінь _____
5. Науково-педагогічний стаж _____
6. Дата і місце проведення експертизи _____

I. Дайте оцінку практичної придатності кожної з чотирьох вимог до методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ за 100 – бальною шкалою

№ /п	Вимога	Оцінка відносної значущості (в балах від 0 до 100)
1	Формування ТКМІ	
	Структурно-логічна схеми	
3	Критерії і показники	
4	Прогнозована ефективність	

II. Підкресліть необхідні числові значення у шкалі оцінок джерел аргументації виставлених балів виконання вимог до відкритої методичної системи

Джерело аргументації	Ступінь впливу джерела		
	В (висока)	С (середня)	Н (низька)
Проведений теоретичний аналіз	0, 4	0, 3	0, 2
Виробничий досвід	0, 6	0, 5	0, 3
Інтуїція	0, 05	0, 05	0, 05

III. Укажіть ступінь володіння проблемою дослідження за такою шкалою

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Додаток У
Результати оцінювання експертами практичної придатності
методичної системи формування ТКМІ з використанням КОСФЕ
(Анкета №2)

Екс- перт	Вимога				Екс- перт	Вимога			
	I	II	III	IV		I	II	III	IV
1	80	90	75	95	20	80	70	70	75
2	90	85	80	100	21	80	70	80	80
3	80	80	70	85	22	85	80	80	90
4	90	70	80	90	23	100	95	90	100
5	90	80	75	95	24	90	70	80	80
6	90	75	70	95	25	90	80	70	80
7	85	80	75	90	26	80	80	80	85
8	85	85	80	90	27	80	90	80	80
9	90	75	80	95	28	90	90	80	95
10	90	80	70	90	29	80	75	70	85
11	80	75	70	95	30	85	70	80	90
12	95	90	90	95	31	80	75	70	85
13	80	70	70	90	32	80	90	80	90
14	90	80	80	90	33	90	90	85	95
15	80	80	70	80	34	85	90	75	90
16	80	90	80	90	35	85	70	80	95
17	90	90	70	90	36	90	90	85	95
18	80	70	80	90	37	90	100	80	95
19	80	80	80	100					

Додаток Ф

Анкета

Опитування студентів експериментальних груп щодо оцінювання окремих результатів впровадження ТКМІ з використанням КОСФЕ

1. Чи сприяє розроблена методична система кращому опануванню навчальним матеріалом технічних дисциплін і фізики?
 - а) так; б) частково так; в) ні; г) не знаю (необхідне підкреслити);
2. Чи сприяє розроблена методична система формуванню знання про сучасні засоби, способи, методи і технології проведення фізико-технічного експерименту?
 - а) так; б) частково так; в) ні; г) не знаю (необхідне підкреслити);
3. Чи сприяє розроблена методична система розвитку здатності до самоосвіти?
 - а) так; б) частково так; в) ні; г) не знаю (необхідне підкреслити);
3. Чи збільшувався обсяг самостійної роботи під час навчання за експериментальною методикою?
 - а) так; б) частково так; в) ні; г) не знаю (необхідне підкреслити);
4. Які на Ваш погляд головні переваги розробленої методичної системи?
 - а) покращує знання з інформатичних дисциплін; б) розвиває навички розв'язання проблемно орієнтованих завдань; в) сприяє систематичній самостійній і самоосвітній роботі студента; г) формує науково-дослідницькі навички майбутнього інженера; д) сприяє глибшому розумінню фізичних законів і пов'язаних з ними техніко-технологічних процесів; е) сприяє усвідомленню цінності й інтелектуальної елітності інженерної діяльності; є) створює позитивну мотивацію до навчання; ж) інше (вказати, що саме).
5. У зв'язку із збільшенням обсягів самостійної роботи у навчанні з використанням розробленої методичної системи, чи вистачало часу на підготовку до занять з інших дисциплін?
 - а) так, вистачало; б) іноді не вистачало; в) часто не вистачало; г) не вистачало (необхідне підкреслити).
6. Як у цілому Ви оцінюєте запропоновану методику формування ТКМІ з використанням КОСФЕ?
 - а) позитивно; б) більш позитивно, ніж негативно; в) більш негативно, ніж позитивно; г) негативно (необхідне підкреслити).
7. Які недоліки у функціонуванні зазначеної методичної системи?
8. Якими є Ваші пропозиції щодо покращення дієвості методичної системи формування технологічної компетентності майбутніх інженерів з використанням комп'ютерно орієнтованої системи фізичного експерименту.