

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ДОНБАСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

На правах рукопису

НЕСТОРУК НАТАЛЯ АНАТОЛІЇВНА

УДК 37.02 [378 + 621.31]

**МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ДО ПРОВЕДЕННЯ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПРОЦЕСІ ВИВЧЕННЯ
ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

13.00.02 – теорія та методика навчання (технічні дисципліни)

Д и с е р т а ц і я
на здобуття наукового ступеня
кандидата педагогічних наук

Науковий керівник:
Стешенко Володимир Васильович
доктор педагогічних наук, професор

Слов'янськ – 2014

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ	
ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО	
ПРОФІЛЮ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	
1.1. Роль експериментальних досліджень у професійній діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю	15
1.2. Забезпечення практичної спрямованості вивчення технічних дисциплін засобами експериментальних досліджень	35
1.3. Експериментальні дослідження в технічних дисциплінах як основа формування дослідницької компетентності майбутнього інженера- педагога електромеханічного профілю	50
Висновки до розділу I	66
РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ	
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ДО ПРОВЕДЕННЯ	
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПРОЦЕСІ	
ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН	
2.1. Педагогічні умови організації експериментальних досліджень у процесі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю.....	68
2.2. Обґрунтування змісту підготовки майбутніх інженерів- електромеханіків до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін	75
2.3. Розробка компетентнісно орієнтованої методики підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін	88
Висновки до розділу II	126

РОЗДІЛ ІІІ. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ З РОЗРОБКИ ТА ПЕРЕВІРКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ПРОВЕДЕННЮ ІНЖЕНЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	129
3.1. Організація та хід дослідно-експериментальної роботи з розробки та перевірки ефективності компетентнісно зорієнтованої методики навчання студентів проведенню інженерних досліджень	129
3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту	142
Висновки до розділу ІІІ.....	160
ВИСНОВКИ	161
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	165
ДОДАТКИ	200

ВСТУП

Актуальність теми. Реформування вищої освіти України та її інтеграція у міжнародне науково-освітнє співтовариство поступово змінюють пріоритети в підготовці майбутніх фахівців, що проявляється в тенденціях до зменшення частки інформаційно-репродуктивної діяльності студентів і збільшення обсягу їх самостійної роботи в лабораторіях, читальних залах, на об'єктах майбутньої професійної діяльності, а також у посиленні ролі практичної підготовки. Все це вимагає ретельного аналізу й удосконалення змісту освіти та методик викладання навчальних дисциплін, залучення студентської молоді до наукової діяльності й проведення різноманітних експериментальних досліджень, зокрема при опануванні змістом технічних дисциплін як найбільш придатних до формування практико-орієнтованого дослідницького досвіду.

Експериментальні дослідження в програмах підготовки фахівців у вищій школі посідають особливе місце, оскільки вони застосовуються на різних етапах професійної підготовки: від виконання лабораторних робіт, курсових та дипломних проектів до проходженні технологічних і переддипломної практик, роботи студентських наукових гуртків, секцій, конференцій, організації наукових досліджень при кафедрах або науково-дослідних лабораторія.

Традиційно в педагогічній літературі експериментальні дослідження позиціонуються не як міждисциплінарна інтеграція практико-орієнтованої діяльності, що спрямовується на досягнення певної пізнавальної мети та набуття компетентностей, необхідних інженеру в майбутній професійній діяльності, а як вид навчальних робіт, передбачених змістом певної навчальної дисципліни. Але практика свідчить, що це стає на заваді якісній практичній підготовці майбутніх фахівців до інженерного експериментування, оскільки позасистемна діяльність не дозволяє студентам на належному рівні знайомитися з обладнанням і його можливостями,

методами організації та технологіями проведення експериментальних досліджень, набувати технічного світогляду.

В ході інженерного експериментування дослідник впливає на досліджуваний об'єкт за допомогою спеціальних методів, інструментів або приладів і може планомірно змінювати й варіювати різні умови функціонування цього об'єкту, необхідні для отримання результату й остаточного висновку щодо його властивостей. Розвиток комп'ютерної техніки та поява спеціалізованого програмного забезпечення відкрили нові напрями й можливості в експериментальних дослідженнях, зробивши доступними такі методи та засоби їх проведення, які були нереальні раніше. Окрім надання експериментатору фактично необмежених обчислювальних перспектив сучасні комп'ютерні системи стимулювали удосконалення процесів інженерного експериментування завдяки впровадженню в практику досліджень віртуального рівня моделювання систем і процесів, що може розглядатися як основа для експериментування зі складними електромеханічними системами.

Однак, характер пізнавальної діяльності інженерів, зокрема майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю, при проведенні експериментальних досліджень залишається близьким до репродуктивного: студенти зазвичай воліють виконувати вказівки викладача, або дотримуватися відповідних методичних рекомендацій, не обтяжуючи себе усвідомленням ролі тих чи інших дій теорії на практиці наукових досліджень. На жаль, зміщення акцентів у характері пізнавальної діяльності з переважання репродуктивних методів у бік частково-пошукових (евристичних) або дослідницьких методів поки що не простежується і методична організація процесу навчання інженерів-педагогів електромеханічного профілю експериментальним дослідженням залишається традиційною.

В системах і програмах підготовки фахівців технічного профілю інженерне експериментування було представлене завжди, хоча в різні

періоди існування вітчизняної вищої школи бачення його ролі було різним і поступово трансформувалося від суто утилітарного (30-і рр. ХХ ст.) до винахідницько-стимулювального (70–80 рр. ХХ ст.) та професійно-світоглядного (ХХІ ст.), яке в умовах з інформаційного розвитку суспільства стає основою для опанування майбутніми фахівцями ключовими компетентностями.

З інженерним експериментуванням і експериментальною діяльністю в програмах підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю та супутніми їм питаннями інженерно-діяльнісного, методологічного і методичного плану пов'язана значна кількість робіт різного наукового спрямування й рівня: від програмних статей до дисертаційних досліджень і навчальних посібників.

Так, питання становлення, розвитку та змісту науково-дослідної роботи у вищих навчальних закладах розглядалися Л. О. Бачієвою [17], П. П. Горкуненком [44], О. М. Микитюком [143], О. С. Овакімян [178], В. П. Шевченком, В. В. Христіановським, О. Б. Ступіним [150] та ін., ідея підготовки майбутніх фахівців до проведення науково-дослідницької, творчо-пошукової роботи здавна пропагувалася С. У. Гончаренком [40; 137], В. І. Загвязинським [76], В. О. Сластьоніним із співавторами [216] та іншими відомими педагогами.

Методологічна основа інженерного експериментування та організації експериментальної діяльності в процесі підготовки фахівців інженерних спеціальностей започатковувалася в класичних роботах А. А. Киверялга [121], Г. І. Рузавіна [201] та набула розвитку й конкретизації в дослідженнях О. В. Крушельницької [115], П. Є. Сивоконя [207], А. С. Утеуліної [233], Л. М. Черчик [240] та ін., присвячених філософським і методологічним аспектам експерименту в науковому пізнанні, зокрема й у інженерно-педагогічній діяльності.

Проблеми підготовки до експериментальної діяльності студентів та безпосереднього включення елементів інженерного експериментування в

процес підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю в вищих закладах освіти студіювалися С. Ф. Артюхом [5], А. К. Бояршиновою, О. С. Фишером [29], Р. М. Горбатюком [42; 43], В. М. Гріном [50], С. В. Іноземцевою [86], М. О. Спіріним та В. В. Лавровим [142] й ін.

Теоретичні питання інженерного експериментування, – на яких зазвичай ґрунтується експериментальна діяльність студентів при опануванні змістом технічних дисциплін, – в різні часи студіювалися В. Г. Горським, Ю. П. Адлером, О. М. Талалайом [45], В. Гріном [50], С. В. Губінім, О. І. Яковлєвим [229], О. Є. Єгоровим, Г. Н. Азаровим, О. В. Ковалем [67], Б. О. Івоботенком, М. Ф. Ільїнським, І. П. Копиловим [83], М. О. Спіріним, В. В. Лавровим [142], Х. Шенком [243] та ін.

Дослідження педагогічних проблем, пов'язаних з інженерним експериментуванням та експериментальною діяльністю в процесі підготовки фахівців, охоплювали різні напрями, на яких концентрувалися різноаспектні системно-теоретичні, методичні, технологічні й інші питання. Зокрема, серед таких досліджень увагу привертають роботи С. Я. Батишева, О. М. Новикова [194], Н. Є. Ерганової [245], А. В. Касперського, Н. І. Поліхун [92; 93], О. Е. Коваленко і співавторів [63; 99; 100; 138; 139; 187], М. С. Корця [105; 106], Є. В. Кулика [117], З. Н. Курлянд [118], В. А. Кушніра [120], Є. М. Малигіна [133], Б. І. Мокіна і співавторів [147], Н. Г. Ничкало [176], Л. А. Сидорчук [211; 212; 213], В. В. Стешенка [220; 221], Л. З. Тархан [225; 226], Н. Т. Тверезовської [227; 228], О. М. Торубари [231; 232], В. В. Ягупова [247], С. М. Яшанова [251; 252] та ін.

Останнім часом серед педагогічних досліджень, концептуальні результати яких формують сучасний фундамент підготовки майбутніх спеціалістів, набули актуальності роботи, присвячені:

– педагогічному проектуванню (О. Б. Авраменко [3], В. В. Борисов [25], Н. О. Брюханова [30], Т. П. Дегтярьова [60], О. О. Ківа [95], В. І. Луговий [130], О. Е. Коваленко [138], Г. Є. Муравйова [148],

П. І. Образцов [177], В. К. Сидоренко [210] та ін.), у тому числі й в інженерно-педагогічній діяльності;

– моделюванню педагогічних систем і процесів (В. Ю. Биков [21], І. В. Гребеньов, Є. В. Чупрунов [48], М. В. Кларін [96], М. І. Лазарєв [122; 123], Є. О. Лодатко [128], М. А. Пригодій [192] та ін.);

– формуванню професійних компетентностей і професіоналізму фахівців у вищій школі набули актуальності роботи Н. М. Бібік [22], О. Ф. Євсюкова [73; 74], Е. Ф. Зеєра [78], А. К. Козибая [101], О. Е. Коваленко [99], Н. В. Корольової [107], М. І. Михнюк [145], В. А. Петрук [188], О. І. Пометун [190; 191], Н. Ю. Самойленко [202; 204], В. В. Стешенка [222], Л. З. Тархан [225], Л. Хоружої [239], В. В. Ягупова [247] та інших;

– педагогічному супроводу методичної й експериментальної діяльності у процесі підготовки фахівців (О. Б. Авраменко [2], В. М. Галузьяк [36], Р. М. Горбатюк [43], Ф. А. Зуєва [82], А. В. Касперський [91; 94], О. Е. Коваленко [187], Р. Є. Мажирина [131], Н. Є. Мойсеюк [146], Н. В. Рогальська [197], Г. М. Романова [199], Л. А. Сидорчук [214], П. О. Силайчев [215], В. В. Стешенко [222], М. М. Фіцула [236], О. О. Ярошинська [250] та ін.).

Але, як показав аналіз літератури, не зважаючи на наявність теоретичних, методологічних і педагогічних робіт, інформаційний розвиток освітнього простору, у змісті сучасних програм підготовки фахівців електромеханічного профілю належної уваги до інженерних досліджень і осучаснення методики їх проведення приділялося недостатньо, й *проблема* навчання майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення досліджень при викладанні технічних дисциплін залишається все ще недостатньо розробленою.

У результаті ми спостерігаємо низку соціально значущих суперечностей між:

– зростаючими потребами суспільства у професійно компетентних інженерних кадрах, здатних вирішувати комплекс фахових завдань, і недостатнім рівнем їх професійної підготовки;

– необхідністю теоретичного обґрунтування процесу підготовки майбутніх інженерів-педагогів до проведення експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дисциплін і недостатнім вивченням зазначеної проблеми в педагогіці;

– потребами підготовки компетентних інженерів-педагогів електромеханічного профілю, здатних аналізувати, планувати, збирати схеми, налагоджувати устаткування, робити проби або ставити досліди, розраховувати, узагальнювати та складати висновки, й відсутністю відповідного науково-обґрунтованого методичного забезпечення до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін.

У зв'язку з теоретичною та практичною значущістю окреслених суперечностей і необхідністю їх подолання, сформульовано **проблему дослідження**, яка полягає в реалізації компетентнісного підходу в процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін.

Актуальність, виокремлені суперечності, соціально-педагогічне значення та недостатня розробленість порушеної проблеми, а також потреби освітньої практики зумовили вибір теми дослідження *«Методика навчання майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дисциплін»*.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Обраний напрям наукового пошуку відповідає плану науково-дослідницької роботи кафедри педагогіки та методики професійного навчання Української інженерно-педагогічної академії з розвитку й удосконалення фахової підготовки інженерів-електромеханіків і напряму науково-дослідної

діяльності кафедри педагогіки і методики технологічної та професійної освіти ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет» – «Інноваційні технології в технологічній освіті майбутніх учителів і учнів ЗОШ» (протокол №3 від 21 жовтня 2010 р.).

Тему дослідження затверджено Вченою радою Української інженерно-педагогічної академії 31.01.2006 року (протокол № 8) та узгоджено в Міжвідомчій раді з координації наукових досліджень з педагогічних і психологічних наук в Україні 30.05.2006 року (протокол № 5).

Мета дослідження полягає в теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці компетентісно зорієнтованої методики навчання майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін.

Відповідно до мети в дисертації сформульовано наступні **завдання** дослідження:

1. Проаналізувати стан проблеми підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін.

2. Встановити педагогічні умови організації експериментальних досліджень у процесі підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

3. Обґрунтувати зміст підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін.

4. Розробити компетентісно зорієнтовану методику підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін.

5. Експериментально перевірити дієвість запропонованої методики підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до

проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

Предмет дослідження – принципи, методи, форми, засоби компетентісно зорієнтованої підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін.

Методи дослідження. Для досягнення мети, розв'язання сформульованих задач і перевірки ефективності розробленої методики навчання використано сукупність взаємодоповнюваних наукових методів, що відбивають діалектичну єдність теоретичного й емпіричного рівнів пізнання:

– *теоретичні* – аналіз навчально-нормативних джерел, психолого-педагогічної, методичної й спеціальної літератури, дисертаційних матеріалів, фахових публікацій з метою узагальнення, систематизації, порівняння та зіставлення різних поглядів на дослідження, що сприяли формуванню сучасних уявлень про комплекс питань, пов'язаних із експериментальними дослідженнями в процесі викладання технічних дисциплін; синтез, порівняння, узагальнення, моделювання – для визначення необхідних компонентів системи підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін [розділи 1, 2];

– *емпіричні* – анкетування, тематичного опитування для визначення початкового й підсумкового рівней підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень в умовах застосування розробленої методики [п. 3.1 розділу 3, додатки Б, В, Г]; педагогічне спостереження для з'ясування динаміки змін [п. 3.2 розділу 3]; педагогічний експеримент для перевірки ефективності впровадження в навчальний процес розробленої компетентісно зорієнтованої методики підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних

досліджень у процесі опанування змістом технічних дисциплін [розділ 3];

– *статистичні* – для якісного та кількісного аналізу результатів педагогічного експерименту [п. 3.2 розділу 3].

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

– *розроблено* компетентнісно зорієнтовану методику підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень, в основу якої покладено комплекс складників, що в сукупності своїх зв'язків визначають модель підготовки фахівців, спрямовану на опанування компетентностями концептуального, теоретичного, системного, технологічного рівнів, що базується на змісті технічних дисциплін, для яких наскрізним об'єднуючим стрижнем є інженерне експериментування;

– *уточнено* сутність поняття «експериментальні дослідження» та цільові орієнтири, змістові й технологічні складники підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю в контексті студійованої проблеми відповідно до особистісно-орієнтованої парадигми освіти;

– *удосконалено* зміст та методичне забезпечення підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін, завдання яких відповідають типовим задачам професійної діяльності спеціаліста;

– *подальшого розвитку* набули уявлення про експериментальні дослідження в системі підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю, їх світоглядне та прикладне значення в опануванні професійних компетенцій, набутті досвіду інженерного експериментування.

Практична значущість дослідження вмотивовується тим фактом, що внаслідок наукового пошуку на основі розробленої компетентнісно зорієнтованої методики створено й упроваджено в систему професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю

навчальний посібник й інші навчально-методичні матеріали, які підвищили рівень підготовки студентів до інженерного експериментування в майбутній професійній діяльності.

Навчальний посібник і навчально-методичні матеріали, розроблені під час дослідження, можуть бути використані в процесі підготовки фахівців електромеханічного профілю у вищих закладах освіти, професійно-технічних навчальних закладах і технічних коледжах.

Апробація результатів дослідження. Основні положення та результати дослідження оприлюднювалися й дістали схвалення на науково-практичних конференціях і семінарах, зокрема:

– *міжнародних*: «Проблеми забезпечення якості підготовки фахівців та гармонізації національних стандартів віщої освіти в європейському освітньому просторі» (Ужгород, 2007 р.), «Проблеми і перспективи працевлаштування випускників вищих навчальних закладів» (Донецьк, 2011 р.), «Современные проблемы многоуровневого образования» (Ростов на Дону, 2011 р.), «Качество технологий – качество жизни» (Харків, 2012 р.), «Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Теорія і практика» (Артемівськ, 2012 р.), «Вища школа: інтеграція і співробітництво освітніх систем» (Черкаси, 2013 р.), «Мультинаукові дослідження як тренд розвитку сучасної науки» (Київ, 2013 р.);

– *всеукраїнських*: «Науковий діалог «Схід-Захід» (Кам'янець-Подільський, 2013 р.);

– *щорічних* науково-практичних конференціях науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників Української інженерно-педагогічної академії (2006–2012 рр.).

Матеріали дослідження обговорювалися на засіданнях кафедр педагогіки та методики професійного навчання Української інженерно-педагогічної академії, м. Харків (2007–2011 рр.), охорони праці та інженерної педагогіки Навчально-наукового професійно-педагогічного інституту Української інженерно-педагогічної академії, м. Артемівськ (2005–2006,

2011–2013 рр.), педагогіки і методики технологічної та професійної освіти ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», м. Слов'янськ (2012-2013 рр.).

Впровадження результатів дослідження. Комплекс методичних матеріалів і практичних рекомендацій, розроблених у процесі дослідження, упроваджено в навчальний процес Української інженерно-педагогічної академії (довідка від 13.05.2013 р. № 4/2013), Красноармійського індустріального інституту ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (довідка від 25.03.2013 р. № 1-2/22), РВНЗ «Кримський інженерно-педагогічний університет» (довідка від 21.05.2013 р. № 342), а також використано в наукових розробках Інституту професійно-технічної освіти НАПН України (довідка від 03.06.2013 р. № 02-15/255-01).

Публікації. Основні положення та результати дослідження викладено в 19 наукових працях, із них: 1 навчальний посібник у співавторстві (рекомендовано МОН України як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, протокол №1.4/18-Г-1010 від 13.11.06), 7 одноосібних статей у фахових виданнях, 2 одноосібні статті у зарубіжних наукових виданнях, 3 одноосібні методичні матеріали, 6 одноосібних тез доповідей у збірниках матеріалів конференцій.

Особистий внесок здобувача. В опублікованому у співавторстві навчальному посібнику (співавтори С. Ф. Артюх, І. Я. Лізан, І. В. Голоп'юров) дисертанту належить розділ 7 «Експериментальні дослідження».

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу, загальних висновків, списку використаних джерел, який налічує 252 найменувань на 35 сторінках, та додатків. Робота містить 19 таблиць, 14 рисунків і 10 додатків на 74 сторінках. Повний обсяг дисертаційної роботи становить 274 сторінки друкованого тексту, з яких основний текст – 163 сторінки.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ДО ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Роль експериментальних досліджень у професійній діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю

Суспільство і сучасне виробництво пред'являє постійно зростаючі вимоги до підготовки інженерних та інженерно-педагогічних кадрів для забезпечення промислових підприємств і системи професійно-технічного навчання високопрофесійними педагогами з інженерною підготовкою. Основним критерієм при цьому виступає рівень компетентності фахівця і якість його підготовки до професійної діяльності [7, с. 65].

Для професійної діяльності *інженера* провідну роль також відіграє інженерно-технічна грамотність, професійна культура, на що спеціально звертають увагу Н. Г. Багдасар'ян, В. К. Сидоренко [11; 209; 210] й інші фахівці. Вони досить слушно відзначають, що здатність до креативу в розумовій, проектній, організаційній і практичній діяльності вимагає розвитку інженерного мислення, вмінь орієнтуватися в конструкторській і технологічній документації, системах і принципах проектування, ефективно користуватися можливостями спеціалізованих комп'ютерних засобів та інформаційних систем універсального призначення, за необхідності організувати й вести *експериментальні дослідження*, спроможності до постійної самоосвіти.

В інженерній діяльності, як і в багатьох інших, одним з методів пізнання виступає інженерний експеримент, на важливості й практичній значущості якого слушно наголошує А. С. Утеуліна [233] та інші дослідники. Він, на думку В. М. Гріна, використовується в проектно-конструкторських роботах, на дослідно-експериментальних етапах [50] розробки нової техніки тощо. Разом із тим, у процесі технологічної чи експлуатаційної діяльності

інженерний експеримент застосовується обмежено, а найширше він використовується при проведенні *експериментальних досліджень*.

Обмежене застосування експерименту в експлуатаційній діяльності пов'язано із тим, що остання орієнтується на обслуговування, ремонт промислових систем, а також транспортування, зберігання, підготовку до використання за призначенням (зокрема монтаж, випробування і налагодження) виробничого устаткування. Експлуатація передбачає контроль за роботою устаткування з метою забезпечення оптимального режиму його функціонування, управління його функціонуванням.

У професійній діяльності фахівців електромеханічного профілю та педагогів-електромеханіків важлива роль відводиться декільком напрямом, що визначають предметно-діяльнісний комплекс, який утворюється організаційно-управлінською, інженерно-технічною та педагогічною видами діяльності, котрі охоплюють соціальну і професійну сфери буття фахівця, на що звертали увагу І. Б. Зарубінська [77], Л. Ю. Баталова [15], М. Г. Домбінська [64], Е. Ф. Зеєр [79].

Організаційно-управлінська діяльність інженерних працівників передбачає планомірне, цілеспрямоване керівництво колективом у процесі виробничої діяльності.

Інженерно-технічна діяльність забезпечує підготовку виробництва, безпосереднє виробництво, а також обслуговування виробничих об'єктів у процесі практичного навчання. Інженерно-технічна діяльність має складові: проектно-конструкторську, технологічну, дослідницьку, експлуатаційну.

Проектно-конструкторський складник, на думку Л. М. Кустова, діяльності фахівців електромеханічного профілю в практичному плані орієнтується на розробку нової техніки, доопрацювання, модернізацію тієї, що існує [119, с. 29–30]. Результати проектно-конструкторської діяльності подаються у вигляді технічної документації, що призначається для організації виробництва та експлуатації нової техніки або модернізації існуючої.

Технологічний складник діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю передбачає забезпечення ним дотримання проектних параметрів тих виробничих процесів, у яких беруть участь майбутні фахівці в ході набуття практичного досвіду і умінь виконання технологічних операцій – зазначає В. В. Борисов [27, с. 20–21]. В. К. Сидоренко звертає увагу на те, що результатом такого виду діяльності виступають технологічні карти досліджуваних процесів, що врешті решт веде до формування технологічної культури фахівця [209].

Дослідницький складник діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю спрямовується на здобуття нових наукових знань, уточнення й узагальнення вже наявних. У процесі такої діяльності знаходять підтвердження або спростовуються висунуті наукові припущення, здійснюється пошук нових способів розв'язання відомих задач тощо, що, на нашу думку, є важливим елементом формування компетентісної основи майбутнього фахівця, його готовності до практичної діяльності.

Як відомо, в межах дослідницького складника прийнято виділяти (за ступенем інтелектуального навантаження) *теоретичний* та *емпіричний* рівні, які прийнято розрізняти за об'єктом дослідження, способом отримання й презентації результатів, характером зв'язків з практичною діяльністю, прийомам пізнання тощо.

Емпіричним вважають такий рівень знання, зміст якого отримано з досвіду (спостереження, вимірювання, *експеримент*) і цей зміст фіксує якості і властивості досліджуваного предмета. Дані спостережень і експериментів утворюють емпіричну основу для теоретичного дослідження.

Теоретичний рівень ґрунтується на абстрактному мисленні, для якого вихідним пунктом виступають результати, отримані в процесі чуттєвого сприймання. Між емпіричним та теоретичним рівнями досліджень існують складні, багатоаспектні зв'язки і, – на думку Р. С. Гуревича [55], Ф. А. Зуєвої [82], Р. Є. Мажиріної [131] та інших фахівців, –орієнтація у професійній

діяльності на якийсь один з них штучно звужує професійний кругозір та професійне світосприйняття.

Експеримент в діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю виконує важливі гносеологічні функції, оскільки базується на проектно-конструкторських видах навчальних робіт і завдань, дослідно-експериментальних етапах практичної діяльності, на чому акцентувала увагу С. В. Іноземцева [86, с. 22]. Як доведено П. В. Васюченко, експеримент в діяльності інженерів-педагогів спрямований на опанування майбутніми фахівцями інженерних і педагогічних компетентностей [32], які розширюють професійні можливості майбутніх спеціалістів. В цілому ж він «найширше використовується при проведенні експериментальних досліджень, які, – за слушним зауваженням Р. Є. Мажиріної, – фактично є невід’ємною частиною програм навчання практично усіх технічних дисциплін» [131, с. 87–90].

Методичний складник діяльності інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю являє собою комплексне утворення, що передбачає можливість формування здатності до самостійної проектної діяльності, опрацювання, конструювання й дослідження форм, засобів і прийомів навчання, що на думку Н. Є. Ерганової «дозволяє здійснювати регуляцію навчальної діяльності з окремого навчального предмету або циклу дисциплін» в результаті чого відбувається створення «методично опрацьованого, відібраного матеріалу в різних формах подання інформації; алгоритмів розв’язання задач; аркушів робочого зошиту; прийомів і методів навчання; методичного забезпечення навчальної дисципліни; навчальних програм тощо» [245, с. 26], тобто методичних продуктів, якими викладач й учні можуть користуватися на уроках у професійно-технічних навчальних закладах, на чому наголошують М. О. Спірін та В. В. Лавров [142]. Методичний складник фактично забезпечує реалізацію *тактичних* цілей навчальної діяльності, достатніх для її здійснення на нормативному рівні, тобто на рівні вимог обов’язкових результатів навчання.

Методичний складник разом із дидактичним та виховним визначає педагогічний напрям сфери діяльності інженера-педагога, в тому числі й електромеханічного профілю. У свою чергу такі складники, як проектно-конструкторський, технологічний та експлуатаційний формують інженерно-технічний напрям діяльності фахівців електромеханічного профілю та інженерів-педагогів-електромеханіків. У поєднанні з організаційно-управлінським напрямом названі попередньо два напрями утворюють триєдиний комплекс, що визначає всю сферу професійної діяльності фахівця. Невід'ємним від цього комплексу, – як і всієї професійної діяльності фахівців електромеханічного профілю (інженерів-електромеханіків та інженерів-педагогів-електромеханіків), – є здатність до дослідницької діяльності, спроможність яка має передбачатися для учнівської молоді, що отримує технічні спеціальності в закладах професійно-технічної освіти.

Сфери і відповідні їм напрями діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю можна структурувати в такий спосіб, як це проілюстровано на рис. 1.1.

Як зазначалося О. Е. Коваленко, Н. Г. Ничкало, Л. З. Тархан та іншими педагогами, що досліджували проблеми інженерно-педагогічної освіти, важлива роль у діяльності інженера-педагога електромеханічного профілю відводиться дидактичному складнику [225], що має забезпечувати предметно зорієнтовану проектну діяльність, необхідну для *стратегічного* розгортання змісту навчання, призначеного для опанування певних компетентностей [95, с. 89–90], передбачених у циклах навчальних дисциплін та в освітньо-професійній програмі підготовки фахівця.

Інженерно-технічний напрям діяльності фахівців електромеханічного профілю в комплексі з педагогічним породжують *діяльнсно зорієнтований дослідницький складник*, що слугує підґрунтям для розгортання експериментальних досліджень у процесі опанування майбутніми фахівцями інженерно-педагогічних компетентностей. Такі дослідження в структурі підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю

засновуються на практичній компоненті діяльнісної моделі фахівця, чинному освітньому стандарті, педагогічній, виховній і виробничій діяльності.



Рис. 1.1. Змістово-функціональна структура діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю

Оскільки моделювання в системі підготовки фахівців різних профілів є поширеним явищем, *схарактеризуємо базові поняття* (модель, моделювання, напрями моделювання тощо), що *мають стати вихідними* в подальшому *при розробці моделі* методичної системи навчання інженерів-педагогів електромеханічного профілю експериментальним дослідженням у процесі опанування змістом технічних дисциплін.

У педагогіці професійної освіти розробка, змістове й семантичне наповнення моделей здійснюється за двома різними напрямками: створення а) моделей підготовки фахівця і б) моделей діяльності фахівця.

В моделях підготовки фахівця зазвичай досліджуються окремі сторони процесу навчання, а в моделі діяльності – студіюються різні ознаки, властивості, професійні якості суб'єктів навчання.

До моделювання процесу навчання зараз зазвичай вдаються майже всі дослідники, що студіюють проблеми, пов'язані з частково-дидактичними чи загальнопедагогічними аспектами опанування учнями знань, умінь і навичок, формування особистісних якостей тощо. Серед давніх, але історично не забутих робіт, присвячених моделюванню навчального процесу, можна виділити публікації С. І. Архангельського [7; 8] і роботи С. Я. Батишева, що набули узагальнення у виданні [194]. До відомих робіт, присвячених моделюванню діяльності фахівця, безсумнівно належать роботи Н. В. Бордовської й А. О. Реана [23], Л. Д. Давидова [58], Г. Л. Денисової [61] та ін.

Для сучасної організації процесу навчання в контексті інформаційного моделювання і проектування актуальними є роботи І. В. Гребеньова і Є. В. Чупрунова [48], М. В. Кларіна [96; 97], М. І. Лазарева [122; 123], Є. О. Лодатка [127; 128] та ін.

Слід звернути увагу, що різні дослідники в поняття «модель» вкладають різний смисл, який породжується галуззю знань, професійною діяльністю або соціокультурними вимогами до особистості чи організації навчального процесу. В результаті модельні побудови й тлумачення одного й того ж педагогічного явища чи процесу у різних авторів можуть суттєво відрізнятися одне від одного.

Так, наприклад, на думку В. М. Рогинського поняття моделі діяльності фахівця доцільно витлумачувати у вигляді «якогось образу, еталону, ідеалу, що має реалізовуватися у процесі підготовки фахівця з тим, щоб випускник відповідав сучасним вимогам до професійної кваліфікації майбутньої професійної діяльності» [198, с. 8] і був здатен виконувати виробничі завдання, передбачені змістом професії.

У сучасному розумінні поняття педагогічної моделі запропоновано Є. О. Лодатком, який вважає, педагогічна модель – *мисленна система, що імітує чи відображає певні властивості, ознаки, характеристики об'єкта дослідження або принципи його внутрішньої організації чи функціонування і презентується у вигляді культурної форми, притаманній певній соціокультурній практиці.*

Говорячи про культурну форму, автор наголошує на тому, що культурна форма обирається для фіксації педагогічної моделі і « передбачає певні засоби конструювання структурно-логічних складників мисленої системи у невіддільності від функціональних зв'язків між ними. Зокрема, таке конструювання може здійснюватися за допомогою вербальних, схематичних, процедурних чи інших засобів, однак, взагалі кажучи, вибір прийняттого варіанту залежить від суб'єктивних факторів та мети моделювання» [128, с. 24].

Завершуючи огляд концептуальних положень, пов'язаних з педагогічним моделюванням, зауважимо, що *моделей діяльності* фахівців існує доволі велика кількість, причому кожна з таких моделей має відмінності у структурно-логічній, функціонально-змістовій і процедурно-дієвій побудові, бо, зазвичай, основа таких моделей ґрунтується на різних концептуальних засадах. Тому в подальшому при розробці власної моделі методичної системи навчання експериментальним дослідженням будемо, в першу чергу, враховувати компетентнісну спрямованість навчання майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю, специфіку експериментальних досліджень, притаманних фаховій діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю, структуру професійної підготовки даних фахівців, а також особливості модельного проектування систем навчання (окремим предметам, видам діяльності тощо).

Оскільки в межах виконуваного дослідження актуалізуються завдання всебічного студіювання методичних аспектів експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дисциплін майбутніми інженерами-педагогами

електромеханічного профілю та розробки моделі методичної системи навчання експериментальним дослідженням, то схарактеризуємо спочатку структуру діяльності цих спеціалістів, а потім вже, беручи її до уваги, побудуємо модель системи навчання експериментальним дослідженням у процесі навчання технічних дисциплін інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю.

Звертаючись до освітніх стандартів кінця ХХ ст. та стандартів, оновлених протягом останніх десяти років, і зіставляючи види професійної діяльності й вимоги до підготовленості фахівця (база яких сформована в Національній рамці кваліфікацій [151]), зафіксовані в них, можемо констатувати концептуальні зміни у підходах до змісту й організації підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

Для порівняння можна звернутися до таблиці 1.1, з якої видно як змістові, так і семантичні відмінності в порівнюваних позиціях.

Таблиця 1.1

Порівняльна таблиця
освітніх стандартів підготовки фахівців

Основа порівняння	Відбиття в освітніх стандартах 90-х рр.	Відбиття в освітніх стандартах останнього десятиліття
Види професійної діяльності	<ul style="list-style-type: none"> – науково-дослідницька; – проектно-конструкторська; – промислово-експлуатаційна; – організаційно-технологічна. 	<ul style="list-style-type: none"> – проектно-конструкторська; – технологічна; – дослідницька; – експлуатаційна і сервісна; – монтувально-налагоджувальна; – організаційно-управлінська; – педагогічна.

Основа порівняння	Відбиття в освітніх стандартах 90-х рр.	Відбиття в освітніх стандартах останнього десятиліття
Вимоги до підготовленості випускника	<p>Визначаються ключовими термінами: знайомий, знає, має цілісне уявлення, здатний продовжити навчання і вести професійну діяльність, має наукове уявлення, розуміє сутність і соціальну значущість тощо.</p> <p>Інтерпретуються у вигляді: мати уявлення, розуміти, бути знайомим, володіти, мати уявлення</p>	<p>Визначаються ключовими термінами: виконує, сприяє, проводить, розробляє, бере участь, вивчає, аналізує, складає, здійснює, організовує, розробляє, сприяє, консультує тощо.</p> <p>Інтерпретуються у вигляді системи компетенцій, ключовими визначальниками яких є певні здатності і спроможності майбутнього фахівця.</p>
Умови реалізації освітньої програми	Не зазначені	Зазначені

Зіставляючи ідейно-змістову, функціональну й реалізаційну спрямованість попередніх і чинних освітніх стандартів, можна стверджувати, що з їх оновленням було:

- здійснено якісний перехід у вимогах від набору знань, вмінь і навичок до компетенцій, зорієнтованих на вирішення професійних завдань;
- розроблено умови реалізації освітньої програми, зокрема й ті, що стосуються підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю, навчально-методичного та матеріально-технічного забезпечення навчального процесу, організації практик;
- розроблено вимоги до рівня підготовленості випускників.

Поява в оновленому освітньому стандарті педагогічної складової діяльності відбивається на структурі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю і дозволяє надати їх функціонально-цільової орієнтованості на формування не лише інженерної, а й педагогічної компетентності.

Традиційно вважається, що зміст інженерної діяльності ґрунтується на етапах життєвого циклу виробу. Такої думки дотримується зокрема фахівець із системології інженерних знань Г. Б. Євгенєв. Він звертає увагу на те, що відповідно до стандарту ISO 9004 [65] життєвий цикл виробу формується взагалі з таких етапів:

- 1) маркетинг, пошук і вивчення ринку;
- 2) проектування і конструювання виробу;
- 3) матеріально-технічне постачання;
- 4) технологічна підготовка виробництва;
- 5) виробництво, контроль і проведення випробувань;
- 6) упаковка і зберігання;
- 7) реалізація і/або розподіл продукції;
- 8) монтаж і експлуатація;
- 9) техдопомога в обслуговуванні;
- 10) утилізація.

Але «до інженерної складової діяльності інженера-педагога, в традиційному сенсі слова, відносяться етапи 2, 4, 5, 8, 9. Етапи ж 1, 3, 6, 7, 10 відносяться до інженерного бізнесу і менеджменту. [І, нарешті, технічна] підготовка виробництва включає етапи 2, 3 і 4 ...» [66, с. 14].

Зважаючи на те, що зміст і операційний склад діяльності фахівця завжди пов'язуються з певними технологічними і соціокультурними досягненнями суспільства [26], відзначимо, що структурування й змістово-функціональне наповнення фахової діяльності залежить від часу й місця, де має здійснюватися така діяльність. Це зумовлює необхідність постійних змістових і методичних змін у процесі підготовки фахівців

електромеханічного профілю, що на думку О. Я. Сердюкової, наближає його до реальної інженерної практики та відповідної їй інженерно-педагогічної діяльності [206, с. 4–5].

Як відомо, інженерна діяльність характеризується тим, що в ній зустрічаються практично всі види досліджень та інженерного експериментування [50; 83]. І хоча теоретичні дослідження для конкретних областей знань (науки) зустрічаються доволі часто, все ж таки у переважній більшості випадків мають місце прикладні дослідження, спрямовані на вирішення конкретних професійних завдань, про що свідчать застосовані в практиці класифікації видів досліджень (див. табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Класифікація видів досліджень

Основа класифікації		Види досліджень	
За способом отримання фактів		Емпіричні	Теоретичні
		визначають нові факти науки, і на їх основі формулюються закони без подальших висновків і узагальнень	формулюють загальні закони для конкретної області науки, що дозволяють пояснити раніше відкриті факти, а також передбачати майбутні події в даній області науки
За характером	практичного ефекту	Фундаментальні	Прикладні
		направлені на пізнання нового без урахування практичного ефекту від застосування нових знань	проводяться з метою отримання знань для вирішення конкретного практичного завдання
	зв'язків з іншими науками	Монодисциплінарні	Міждисциплінарні
		проводяться в межах однієї галузі знань	проводяться в межах двох або більше галузей знань

Основа класифікації		Види досліджень	
	охоплення проблеми	Комплексні	Однофакторні
		охоплюють максимальне (або оптимальне) число параметрів реальності, що вивчається	направлені на виявлення одного, найбільш істотного параметра
	категорійності	Якісні	Кількісні
		направлені на визначення істотних ознак, що відрізняють об'єкт дослідження від інших	направлені на визначення вимірюваних характеристик об'єктів дослідження
За метою	1 тип	Пошукові: мають на увазі спробу вирішення проблеми, яку ніхто не ставив або не вирішував так само	
	2 тип	Критичні: проводяться в цілях спростування існуючої теорії, моделі, гіпотези або для перевірки того, яка з альтернативних гіпотез точніше прогнозує реальність	
	3 тип	Уточнюючі: встановлюють границю, в межах якої теорія передбачає факти і закономірності	
	4 тип	Відтворюючі: повторюють дослідження попередників для визначення достовірності, надійності й об'єктивності отриманих результатів. Такий вид досліджень називають досвідом	

Нам зрозуміло, що для інженерно-педагогічної діяльності характерні далеко не всі з перелічених видів досліджень, а лише деякі, наближені для практико-орієнтованої діяльності і розв'язання тих завдань, з якими доводиться мати справу фахівцю. Це зумовлюється специфікою тих завдань

(видів робіт), що постають у практичній діяльності інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю.

Так, фахова діяльність інженерів-педагогів електромеханічного профілю, хоча й характеризується широким розповсюдженням різних видів інженерних досліджень, але у навчальному процесі використовуються лише окремі з них. Такі дослідження, на думку О. І. Осипова, Ю. С. Усиніна, Г. І. Драчова, інтегруються у навчальний процес [181;182] і виконують, насамперед, дидактичну функцію (а не суто інженерну), оскільки завдяки їм майбутній фахівець отримує можливість опанувати певні компетенції (С. В. Іноземцева [86]), необхідні для його навчання і наступної інженерної діяльності (Р. Є. Мажиріна [131]).

Приклади деяких типових досліджень різних видів, що можуть виконуватися інженерно-педагогічними фахівцями електромеханічного профілю, проілюстровано у таблиці 1.3 нижче.

Таблиця 1.3

**Інженерні дослідження
в діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю**

Види досліджень	Характер охоплення проблеми	Спрямованість діяльності	Приклади досліджень
Між-дисциплінарне	комплексне	пошукове	<ul style="list-style-type: none"> – дослідження методів усунення впливу певного фактору на динаміку системи; – дослідження можливих причин браку при виготовленні виробів;
Моно-дисциплінарне	одно-факторне	уточнююче	<ul style="list-style-type: none"> – дослідження впливу температури навколишнього середовища на роботу певного блоку;

Види досліджень	Характер охоплення проблеми	Спрямованість діяльності	Приклади досліджень
Моно-дисциплінарне	комплексне	відтворююче	– дослідження ергономічних показників робочого місця оператора (диспетчера);
Моно-дисциплінарне	комплексне	відтворююче	– визначення технічних показників асинхронного двигуна; – визначення технічних показників генератора постійного струму з незалежним збудженням.

Традиційною для дослідницької діяльності є точка зору, згідно з якою будь-яке дослідження складається з декількох етапів:

- виявлення й формулювання проблеми;
- попереднє студіювання джерел стосовно виявленої проблеми;
- пошук і висування початкових гіпотез;
- постановка мети і виділення завдань;
- проектування й реалізація завдань;
- планування і організація експерименту;
- проведення експерименту;
- аналіз та узагальнення отриманих даних;
- перевірка виконаності початкових гіпотез;
- остаточне формулювання нових висновків (закономірностей, якостей тощо);
- впровадження отриманих результатів у виробництво (для прикладних дослідженнях).

Залежно від того, які методи (теоретичні чи *емпіричні*) превалюють в дослідженні, окремі етапи з перелічених вище можуть втрачати актуальність

і не включатися до плану дослідження. Але практично в будь-якому дослідженні *особливе місце відводиться експерименту*, смислове тлумачення якого може ґрунтуватися на точці зору С. І. Ожегова, який визначав експеримент як досвід, що «віддзеркалює у свідомості ... закони об'єктивного світу і суспільної практики, отримані в результаті активного практичного пізнання» [180, с. 908, 458].

Якщо говорити про сучасні дефініції цього поняття, то можна скористатися декількома підходами, презентованими Л. М. Черчик:

«Експеримент – апробація знання досліджуваних явищ в контрольованих або штучно створених умовах. ...

Експеримент – це система операцій, впливу або спостережень, спрямованих на одержання інформації про об'єкт при дослідницьких випробуваннях, які можуть проводитись в природних і штучних умовах при зміні характеру проходження процесу. ...

Експеримент – це спосіб дослідження явищ, процесів шляхом організації спеціальних дослідів, які забезпечують вивчення впливу окремих чинників за умови постійності інших умов або моделювання явищ і процесів на практиці» [240, с. 8].

Троїстість авторського тлумачення пояснюється цілевизначальним фактором в експериментальній діяльності, тобто необхідністю з'ясування питання щодо мети експерименту: або ми щось хочемо перевірити, або визначити систему операцій, що дозволяє досягти певних інформаційних результатів, або ж вивчити вплив якихось чинників на досліджуване явище.

Оскільки експеримент зазвичай являється етапом якогось дослідження, на якому із застосуванням певних емпіричних методів отримуються якісь результати, що включаються до так званого емпіричного *циклу дослідження* (рис. 1.2, ідея якого узята з відкритих джерел), то надалі можемо в проекції на навчальну діяльність такий етап іменувати *експериментальним дослідженням* і мислити його як циклічний процес, у якому задіюються кілька розумоводіяльних актів (кроків), що послідовно змінюють один

одного і інтерполяційно наближають дослідника до остаточного інформаційного результату, на підставі якого можна буде сформулювати висновки і запропонувати рекомендації щодо можливого впровадження отриманих результатів у виробництво чи інтелектуальну діяльність.



Рис. 1.2. Емпіричний цикл дослідження

Якщо говорити про експериментальні дослідження з дидактичних позицій у проєкції опанування змістом технічних дисциплін, то доцільно узяти за основу наступне тлумачення, прийняте нами у колективному (С. Ф. Артюх, І. Я. Лізан, І. В. Голоп'яров, Н. А. Несторук) навчальному посібнику «Основи наукових досліджень» [5]:

Експериментальні дослідження – це дослідження, в основі яких лежить експеримент, що ґрунтується на науково поставленому досліді або спостереженні явища в заданих умовах і дозволяє слідкувати за його перебігом, керувати ним, отримувати необхідні дані й відновлювати його при повторенні вихідних умов.

Оскільки в системі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю присутній значний перелік технічних дисциплін («Теорія електроприводу», «Електричні машини», «Основи метрології та електровимірювання», «Електроматеріалознавство», «Теоретичні основи електротехніки» та ін.) і їх навчальними програмами передбачено

застосування не тільки теоретичних, а й емпіричних методів набуття знань, то експериментальні дослідження при вивченні цих дисциплін повинні бути невід'ємною складовою навчання.

Експериментальні дослідження в фаховій діяльності інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю започатковуються для формування професійних компетенцій (якостей) фахівця, активного управління пізнавальним процесом, пов'язаним з аналізом якісних і кількісних характеристик тих об'єктів, властивостей, якостей, параметрів, величин та ін., що досліджуються в експерименті. Специфікою експериментальних досліджень у діяльності таких фахівців є те, що вони проводяться для:

- теоретичного одержання аналітичної залежності, що однозначно і вичерпно характеризує досліджуваний процес;
- встановлення залежності теоретичним шляхом (що веде до зростання об'єму експерименту);
- реалізації пошукових заходів щодо встановлення залежностей, які не вдалося одержати теоретичним шляхом [5, с. 49–50].

Серед методів, що застосовуються в експериментальних дослідженнях електромеханічних систем, прийнято виділяти: *загальні, технологічні, аналітичні і спеціальні*.

До загальних зазвичай відносять методи проектування, моделювання, спостереження. Серед технологічних виділяються такі методи: контролю якості операцій, вимірювань, отримання і фіксації даних, документування ходу експерименту, візуалізації та ін. У переліку аналітичних методів, що мисляться у першу чергу, як методи обробки експериментальних даних, знаходяться методи математичного моделювання, методи апроксимації (зокрема, найменших квадратів, наближення функціями певного вигляду, лінійною комбінацією функцій, регресійного аналізу), візуалізації тощо.

Серед спеціальних методів, що використовуються в експериментальних дослідженнях електромеханічних систем нами, вслід за Ю. В. Ромашихінім [200], виділимо такі методи:

- визначення електромагнітних параметрів асинхронного двигуна (за каталожними даними; за експериментальними даними; за ідентифікацією параметрів та ін.);

- двох навантажень;
- врахування вихрових струмів;
- розрахунків перехідних процесів;
- еквівалентних синусоїд;
- визначення втрат;
- побудови еквівалентної вольт амперної характеристики;
- амперметра, вольтметра і ватметра;
- енергодіагностики тощо.

Оскільки ці методи застосовуються у виробничій діяльності фахівців електромеханічного профілю при дослідженні електромеханічних систем, то це є підставою для того, щоб вони утворили ту практико-орієнтовану базу, на якій повинна ґрунтуватися методична система, що має на меті навчання експериментальним дослідженням майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

З іншого боку, виділені вище технологічні, аналітичні і спеціальні методи утворюють професійно зорієнтовану компетентісну основу для формування у фахівців електромеханічного профілю *компетенцій* з:

- контролю якості операцій і відповідності перебігу експерименту його плану;

- доцільного вибору і належного застосування засобів вимірювань електромеханічних параметрів;

- отримання й фіксації даних та документування перебігу процесу експеримента;

- апроксимації отримуваних даних та візуалізації результатів;
- математичного моделювання процесів, що супроводжують роботу електромеханічних систем;
- застосування спеціальних методів дослідження електромеханічних систем та ін.

Комплекс таких компетенцій характеризує готовність фахівця електромеханічного профілю до усвідомленої експериментальної діяльності за відповідним планом, що визначає послідовність експериментальних (технологічних) кроків, спрямовану на досягнення мети експерименту. Відповідно до цього є підстави вважати комплекс цих компетенцій є твірним для *експериментальної компетентності* інженера-педагога електромеханічного профілю, що являє собою здатність до експериментальних досліджень в межах тих професійних завдань, які постають перед фахівцем у практичній діяльності.

Якщо звернутися до освітньо-професійних програм підготовки майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю, то у переліку навчальних дисциплін не виявиться жодної, зміст якої мав би спрямування на навчання студентів інженерному експериментуванню, тобто експериментальним дослідженням електромеханічних систем – тих інженерних об'єктів, для роботи з якими вчать завтрашні фахівці. Водночас програми підготовки фахівців електромеханічного профілю містять значний перелік і обсяг технічних дисциплін, опанування змістом яких передбачає експериментування як складову частину. Але *відсутність інтегруючої основи для експериментальних досліджень в комплексі фахово зорієнтованих технічних дисциплін перешкоджає формуванню у майбутніх фахівців експериментальної компетентності на належному рівні* і не сприяє забезпеченню якості засвоєння їх змісту та умінь розв'язання типових задач, передбачених програмами навчальних дисциплін і практик.

Із зазначеного вище випливає, що використання експериментальних досліджень у процесі професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів

електромеханічного профілю потребує професійно обумовленого *обґрунтування їх питомої ваги та пізнавальної якості* в змісті технічних дисциплін. Інакше кажучи, важливим є усебічне вивчення питання *визначення обсягу й тематики експериментальних досліджень*, опрацювання яких у процесі опанування змістом технічних дисциплін дозволяло б формувати у майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю здатності до інженерного експериментування (експериментальних досліджень) і готовності до застосування його у навчальному процесі професійно-технічного навчального закладу.

Зазначене вище також дає підставу вважати, що питома вага і пізнавальна якість експериментальних досліджень, які можуть започатковуватися при вивченні технічних дисциплін, продукують потребу у визначенні належних організаційно-управлінських і методичних заходів та засобів впливу на перебіг і результати навчання відповідно до мети опанування майбутніми інженерами-педагогами електромеханічного профілю компетенцій, необхідних для експериментальної діяльності, в тому числі й у навчально-педагогічній.

1.2. Забезпечення практичної спрямованості вивчення технічних дисциплін засобами експериментальних досліджень

Зміни в характері й змісті трудової діяльності переважної більшості професій на вітчизняному ринку праці та поступове його зближення з європейськими ресурсними і освітніми структурами зумовлюють потребу в якісних змінах у змісті професійної освіти, посилення її практичної спрямованості, підвищення уваги до компетентності випускників професійних закладів освіти в контексті жвавого інформаційного й соціокультурного розвитку сучасного суспільства.

Провідною метою практичної спрямованості навчання взагалі є формування у майбутнього фахівця готовності до професійної діяльності,

формування у нього умінь щодо комплексного застосування знань з різних навчальних дисциплін, досвіду експериментальних досліджень при виконанні різноманітних робіт практичного характеру (вимірювальних, оціночних, проектних тощо), розвиток професійного мислення.

Практичну спрямованість навчання, – услід за В. В. Ягуповим, – є сенс мислити як реалізацію у навчальному процесі заходів, зорєнтованих на «розуміння суб'єктами навчання зв'язків і залежностей між пізнанням дійсності, наслідком якої є теорія, та практикою» [248, с. 258].

Зважаючи на те, що професійна сфера діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю передбачає кілька напрямів діяльності (інженерно-технічний, організаційно-управлінський, педагогічний – див. рис. 1.1), зазначимо, що її практична спрямованість визначається переважно за інженерно-технічним напрямом, оскільки інші два напрями в програмах підготовки фахівців не забезпечуються практичним інструментарієм, достатнім для однозначного вирішення організаційно-управлінських і педагогічних проблем, що можуть виникнути на певному етапі розвитку відносин даних спеціалістів із суб'єктами навчального процесу або освітніми інститутами суспільства.

Як зазначалося вище, в освітньо-професійній програмі підготовки інженерно-педагогічних працівників електромеханічних спеціальностей значна доля навчального часу планується на засвоєння змісту фахово-орієнтованих технічних дисциплін (їх перелік наведено далі у табл. 1.4). Зміст таких дисциплін передбачає опанування не тільки теоретичних знань, а й набуття практико-орієнтованих умінь і навичок, що мають типовий предметний характер і є основою для *формування професійних компетенцій щодо застосування інженерних знань на практиці*.

Оскільки у формуванні в інженерів-педагогів електромеханічного профілю таких компетенцій провідна роль покладається на інженерно-технічний напрям, у межах якого зосереджено значну кількість технічних дисциплін, то логічно вважати, що ці дисципліни мають стати базисом для

опанування студентами емпіричними методами пізнання. В технічних дисциплінах такі методи пізнання конкретизуються в експериментальні дослідження, які в інженерній діяльності окрім вирішення пізнавальних, але суто інженерних завдань, створюють основу як для *реалізації часткових (предметно обумовлених) дидактичних цілей*, так і для практичного спрямування фахової підготовки суб'єктів навчання [81].

Отже, експериментальні дослідження перебирають на себе *функції дидактичного регулювання* практичної спрямованості навчання технічних дисциплін, що обумовлює застосування відповідного *дидактичного* [59, с. 2–3] і *методичного інструментарію*, розрахованого на використання у спеціально спроектованій *системі* [125], котра ґрунтується на функціонально-діяльністному підході до формування компетенцій майбутнього фахівця. Йдеться про таке регулювання практичної спрямованості навчання технічних дисциплін, яке визначається змістом, доречними методами, засобами, прийомами діяльності кожної з них на засадах інтегративності і здатності до переносимості в умови реального трудового процесу як універсального діяльнісного зразка.

Функціонально-діяльністний підхід, на думку В. І. Земцової, з яким пов'язується формування компетенцій майбутнього фахівця, «дає можливість:

- використовувати методичну систему підготовки студентів до експериментальних досліджень з метою інтеграції знань і вмінь, накопичення досвіду професійної майстерності інженера-електромеханіка;
- реалізовувати індивідуально-творчу підготовку фахівців (індивідуальний самостійний вибір можливостей підвищення рівня і якості проведення інженерного експерименту);
- формувати навички самостійної дослідницької діяльності при проведенні інженерного експерименту;
- розвивати здатність відшукувати оптимальні шляхи вирішення

- навчально-професійних завдань;
- реалізовувати можливість розвитку особистісних якостей, індивідуальності;
 - усвідомлювати кінцевий результат навчально-професійної діяльності та її практичну спрямованість» [80].

Дидактичний інструментарій – це комплекс дидактичних заходів, що забезпечує *регулювання* практичної спрямованості навчання технічних дисциплін засобами експериментальних досліджень в методичній системі підготовки фахівців електромеханічного профілю і базується на загальних і специфічних дидактичних принципах, які у проекції на реальний процес навчання визначають нормативні напрями його регулювання.

Методичний інструментарій, що забезпечує *реалізацію* практичної спрямованості навчання технічних дисциплін засобами експериментальних досліджень, розробляється для предметно нормованого змісту навчання, прийнятних для нього методів і ґрунтується на компетентнісній основі, базові орієнтири якої визначаються освітньо-професійною програмою підготовки фахівців [130] електромеханічних спеціальностей, а також кваліфікаційними вимогами ринку праці.

С. І. Архангельський розглядаючи дидактичні принципи «як відправну платформу теорії навчання у вищій школі» [7, с. 17], не лише фіксує їх декларативну природу, а й опосередковано привертає увагу до їхньої потенційної функціонально-діяльної спрямованості

В ряду *загальних* принципів зазвичай відзначаються принципи доступності, науковості, зв'язку навчання з життям тощо. До *специфічних принципів* в контексті цієї роботи віднесені ті, що породжуються різними галузями знань або ж набувають унікальної предметно обумовленої трансформації. Вони в системі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю фактично утворюють базу для проектування дидактичного інструментарію, який призначається для управління практичною спрямованістю навчання.

До специфічних принципів, зокрема, відносяться наступні.

Принцип інтегративності навчання передбачає «відновлення природної цілісності пізнавального процесу на основі встановлення зв'язків та відносин між штучно розділеними компонентами педагогічного процесу ...

Цей принцип розширює зону дій педагога (у тому числі й вченого-дослідника). Він передбачає з'єднання штучно, механічно розділених навчальних предметів, педагогічних функцій, складових підструктур та їх компонентів. Інтеграція дозволяє возз'єднати ті чи інші елементи як по вертикалі (через міжпредметні та управлінські зв'язки), так і по горизонталі (через внутрішньопредметні, технологічні зв'язки). За допомогою інтегративного підходу можна долати денатуралізацію процесу навчання, сприяти досягненню його природовідповідності та зближення з життям» [87].

Як відомо, підготовка фахівців електромеханічного профілю передбачає різноманітні види діяльності: проектно-конструкторської, технологічної [27], дослідницької й виробничої. Жоден з видів діяльності не може розглядатися відокремлено від інших, оскільки це штучно примітивізує навчальний процес і структуру підготовки фахівця.

Наприклад, у структурі підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю присутня технологічна складова, аналог якої є невіддільною частиною технологічної діяльності інженера взагалі. Досвід і вміння реалізовувати проектну діяльність дозволяють здійснювати планування інженерного експерименту, розробляти методику його проведення. «Вміння реалізовувати план інженерного експерименту у поєднанні з процесом вимірювання нерозривні з виробничою діяльністю. Тому оптимальне формування компетентності як інтегральної властивості особистості можливе при розвитку всіх компонентів професійної підготовки інженера-педагога» [35, с. 51].

Принцип професійної спрямованості в системі підготовки фахівців електромеханічного профілю визначає (при опануванні змісту технічних

дисциплін [187]) співвідношення навчальних експериментальних досліджень з майбутньою професійною діяльністю, до складу якої може входити й інженерне експериментування.

Оскільки при визначенні структурно-функціональних компонентів змісту методичної системи провідну роль має відігравати професійна спрямованість, то це зумовлює необхідність такого добору прийомів і методів навчальної діяльності (роботи), які в подальшому будуть найчастіше використовуватися при дослідницькій діяльності [43, с. 219–220] інженерів-педагогів-електромеханіків, а також при організації й проведенні експериментальних досліджень.

Принцип планомірності, як зазначає Н. В. Рогальська, полягає в науково обґрунтованому структуруванні змісту підготовки в такий спосіб, щоб визначена послідовність тем могла забезпечити належну якість підготовки студентів [197, с. 49] до проведення експериментальних досліджень.

Планомірність можлива на всіх етапах функціонування методичної системи, в тому числі й при технологічній реалізації процесу навчання технічних дисциплін, навчальними програмами яких передбачено експериментальні дослідження.

Принцип зворотної взаємодії передбачає, на думку П. В. Васюченка [32, с. 92–93] існування в методичній системі підготовки майбутніх інженерів-педагогів до експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін зворотної взаємодії між суб'єктами процесу навчання (викладачами і студентами).

Слабкість або взагалі відсутність зворотного зв'язку призводить до втрати ефективності функціонування методичної системи.

Принцип відкритості має позиціонувати методичну систему як функціонально несуперечливу, але здатну до інформаційного обміну на ідейному, знаннєвому, процедурному, технологічному й інших рівнях.

Зокрема, освітній простір забезпечує можливість підготовки інженера-педагога до професійної діяльності (в тому числі й проведення експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін на високому професійному і методичному рівні), а з іншого боку, майбутній фахівець сам впливає на освітній простір, змінюючи його відповідно до соціокультурних умов, актуальних сьогодні [127, с. 55].

Принцип динамічності системи забезпечує можливість її зміни залежно від характеру зворотного зв'язку та актуального цілепокладання [21, с. 69]. Динамічний характер забезпечується наявністю чотирьох рівнів у підготовці майбутніх інженерів-педагогів-електромеханіків до експериментальних досліджень: оптимального, допустимого, критичного і неприпустимого, для яких приналежність суб'єктів процесу навчання не є сталою, що уможливорює перехід студента з одного рівня досягнень на інший.

Принцип стійкості характеризує здатність системи не реагувати на випадково виникаючі (збурювальні) чинники (зовнішні або внутрішні), що можуть погіршити функціонування системи [21, с. 68–69].

Стійкість системи підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень є передумовою стабільності й досягнення оптимальності освітнього процесу. Разом із тим слід відзначити, що стабільність має стосуватися основних системоутворюючих елементів і зв'язків між ними, а вторинні елементи системи повинні мати значну трансформаційну свободу. В іншому випадку система набуде високої стабільності, що стане на заваді розвитку творчої ініціативи суб'єктів навчально-виховного процесу та її подальшому розвитку відповідно до інформаційних і соціокультурних досягнень національного освітнього простору.

Принцип передбачуваності полягає у можливості здійснення науково обґрунтованого прогнозу стосовно результатів функціонування системи на основі дослідження характеру і темпів навчально-пізнавальної діяльності.

Крім перелічених специфічних принципів слід відзначити й ті, що безпосередньо пов'язані з експериментальною діяльністю і породжуються саме її специфікою. До таких принципів ми відносимо:

- принцип технологічної обумовленості,
- принцип операційної адаптованості;
- принцип відтворюваності процесу;
- принцип детермінованості;
- принцип комплексності та деякі інші.

Наприклад, *принцип комплексності* характеризує підхід до експериментального дослідження як комплексного завдання, що передбачає поєднання в технологічній ланцюг (комплекс) різних за якістю, тривалістю, змістом і складом дій етапів і операцій. *Принцип детермінованості* передбачає визначеність чергового кроку експериментального дослідження залежно від попередніх кроків і тих результатів, які були отримані. *Принцип відтворюваності* передбачає можливість відтворення процесу при виникненні тих самих вихідних умов, які мали місце у раніше виконаних експериментальних дослідженнях. *Принцип операційної адаптованості* може мислитися як принцип, що забезпечує адаптацію до предмету і умов експериментування операційного складу діяльності (вимірювальних, контрольних, регулювальних та інших операцій).

Комплекс специфічних принципів, зазначених вище, в системі підготовки фахівців електромеханічного профілю визначає важливі практико-орієнтовані напрями, за якими управління практичною спрямованістю навчання може здійснюватися найбільш результативно.

Це означає, що система навчання студентів проведенню експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дисциплін має проектуватися в такий спосіб, щоб забезпечити реалізацію не тільки загальних, а й специфічних принципів (у тому числі й тих, що породжуються характером експериментальних досліджень) так, щоби майбутні фахівці

повноцінно опанували компетенції, характерні для електромеханічних спеціальностей та близьких до них.

Зазначимо, що проектування педагогічних систем і споріднені з ним питання досліджувалися багатьма фахівцями, серед яких слід назвати В. В. Борисова [24; 25] Н. О. Брюханову [30], Т. П. Дегтяреву [60], І. І. Ільєсова та М. А. Галатенка [84], О. О. Ківу, В. П. Косирєва та О. М. Кузнецова [95], О. Е. Коваленко [138; 139], М. М. Левшина [125], Г. Є. Муравйову [148], П. І. Образцова [177], М. А. Пригодія [192], В. А. Сластеніна [216] та інших. Однак, не зважаючи на чималу кількість робіт, вважати проблему вирішеною поки що немає підстав, оскільки соціокультурний розвиток суспільства швидко змінює структуру і зміст підготовки фахівця, фахові компетентнісні пріоритети [179; 190], ідеологію і організацію навчального процесу, концептуальні і методологічні засади формування змісту освіти взагалі.

Зважаючи на те, що в останні роки відбуваються суттєві зміни в пріоритетах на ринку праці, зумовлені зростанням попиту на інженерно-технічних фахівців, а також враховуючи тенденції до підвищення професійних вимог з боку роботодавців, можемо говорити про необхідність підсилення практико-орієнтованого складника змісту професійної підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю. Резерв для цього вбачається в охопленні експериментальними дослідженнями фахово орієнтованих технічних дисциплін на комплексній основі і побудова компетентнісно зорієнтованої системи опанування експериментальною діяльністю.

При цьому важливо, що системі підготовки майбутніх фахівців до експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дисциплін (як дидактичній системі) притаманні характерні властивості: цілісність, наявність структурних компонентів, наявність взаємозв'язків між компонентами системи і освітнім простором, ієрархічність, наявність системоутворювального чинника, множинність опису.

Цілісність такої системи визначається сукупністю її структурних компонентів, а єдність і неподільність системи, – як показники цілісності, – впливають з принципової неможливості виключення з системи хоча б одного компонента без порушення її стійкості.

Наприклад, система підготовки майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю за відсутності дуалістичного цілепокладання руйнується, перетворюючись на сукупність автономних, неузгоджених процесів, породжуваних окремими навчальними дисциплінами, що не дозволяє досягти ані мети опанування в повному обсязі інженерних компетенцій, ані мети формування педагогічних компетенцій.

Тому система підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень в процесі вивчення технічних дисциплін, не зводиться до простого підсумку структурних компонентів, бо має синергетичний характер, завдяки чому її ефективність перевищує сумарну ефективність структурних компонентів. Ця ефективність забезпечується поєднанням експериментальних ресурсів, характерних для різних технічних дисциплін, із акумулюванням і систематизацією тих засобів і дидактичних можливостей, що переважають в усій існуючій багатоманітності методичних ресурсів, на яких базуються експериментальні дослідження в технічних дисциплінах.

Структурування такого роду експериментальних ресурсів створює передумови для проектування системи синергетичного характеру внаслідок вичленовування певної сукупності базових компонентів, методичне доопрацювання яких реалізується за принципом забезпечення універсальності застосування при експериментуванні незалежно від навчальної дисципліни. Подальше змістове наповнення системи відбувається за умови максимізації можливостей застосування методичного інструментарію у проектуванні експериментальних досліджень.

Між усіма структурними компонентами системи існує взаємозв'язок і кожному компоненту притаманні певне місце і функції.

Системостворювальним чинником такої (когнітивної по суті) системи є структура підготовки фахівців до проведення експериментальних досліджень взагалі і, зокрема, у процесі опанування змістом технічних дисциплін. Структурними компонентами цієї системи є цілі; завдання; зміст (навчання); проектування і організація (діяльності); моніторинг результатів і корекція (рис. 1.3).

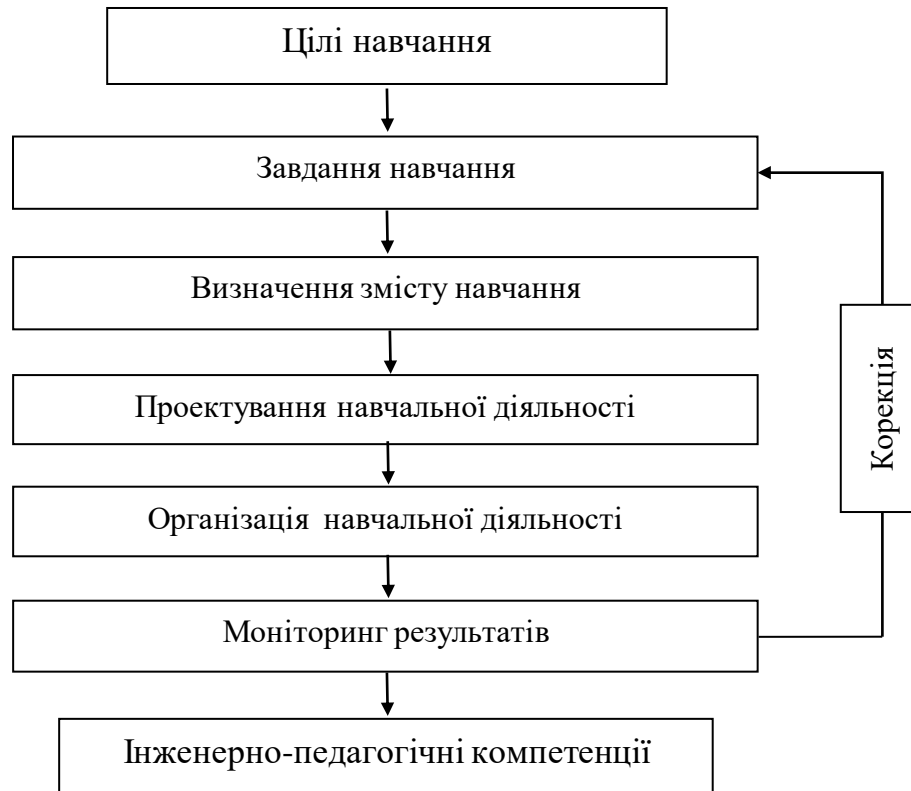


Рис. 1.3. Структуранти системи підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень

Цілевизначення в системі підготовки інженерів-педагогів-електромеханіків, зокрема в тій її частині, що охоплює зміст технічних дисциплін і експериментальні дослідження, ґрунтується на змістово-функціональній діяльності майбутнього фахівця і, зокрема, на реалізації його інженерної функції, що в цілому орієнтує навчальний процес на формування ключових компетентностей [81] фахівця. Відповідно до цього *серед завдань навчання можна виділити три групи:*

1) *освітні*, що мають реалізовувати організацію навчально-професійної діяльності майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю з набуття умінь, навичок і досвіду проведення експериментальних досліджень;

2) *розвивальні*, що забезпечують формування схем і прийомів мислення; розвиток пізнавальної і творчої активності, розвиток уваги, пам'яті, уяви, залучають до культури праці. Це дозволяє майбутньому фахівцеві:

- *переносити* знання й уміння про експериментальні дослідження у змінені ситуації й нові умови;
- *планувати* і організовувати експериментальні дослідження;
- *планувати й реалізовувати* експериментальні дослідження безпосередньо у власній професійній діяльності;
- *перематювати* й корегувати завдання експериментальних досліджень;
- *опанувати* розумові операції: аналіз, синтез, узагальнення;
- *опанувати* узагальненими методами визначення параметрів, що впливають на функціонування предмету експериментальних досліджень.

3) *виховні*, що надають можливість:

- виховувати у майбутнього фахівця *потребу оцінювати* різні об'єкти експерименту з позицій наукового світогляду;
- виховувати *комунікаційну культуру* студентів під час колективних експериментальних досліджень.

Зміст підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень в циклі технічних дисциплін визначається відповідно до загальних професійно-орієнтованих цілей, а

також і суто інженерних, зорієнтованих на опанування сукупністю компетенцій з організації і проведення інженерного експерименту.

При визначенні змісту навчання визначальна роль відводиться реалізації положень, що утворюють концептуальну основу відбору:

- соціокультурна орієнтація на підготовку інженерів-електромеханіків, здатних до педагогічної діяльності в системі професійно-технічної освіти [25] і в інженерній діяльності на виробництві;
- віддзеркалення у змісті навчання новітніх досягнень науково-технічного прогресу в фаховій галузі, в галузях інформаційних і комунікаційних технологій, загальній дидактиці та часткових дидактиках (методиках) навчання технічних дисциплін;
- спрямованість навчального процесу на активне опанування майбутніми інженерами-педагогами електромеханічного профілю у процесі вивчення технічних дисциплін умінь організації й проведення експериментальних досліджень.

При цьому важливим є те, що проектування навчально-професійної діяльності майбутніх фахівців сприяє усвідомленому добору методів і засобів навчання при підготовці до експериментальних досліджень. Стосовно вибору технологій навчання залишається практично повна свобода дій, оскільки методична перевага не віддається жодній з технологій. Наслідком такого підходу до проектування навчально-професійної діяльності може слугувати поєднання ідей проблемного навчання [4, с. 48] з технологією повного засвоєння, інформаційною технологією та технологією рівневої диференціації для занять одного виду в межах циклу навчальних завдань дослідницького характеру.

Як відомо, проблемне навчання схематично передбачає постановку проблеми, формування гіпотез, їх обговорення й інтерпретацію відповідно до проблемної ситуації, вибір найбільш вірогідної гіпотези на підставі

ймовірних теоретичних доказів і дослідів. В основі проблемного навчання в системі фахової підготовки фахівців електромеханічного профілю лежить моделювання виробничих і практичних ситуацій [34;48], що дозволяє студентам усвідомлювати виняткові аспекти власної майбутньої професійної діяльності [97].

Інформаційні технології у навчанні передбачають використання як засобів діяльності інформаційні процеси і ресурси, а також персональні комп'ютерні засоби та відповідне програмне забезпечення.

Технологія повного засвоєння [97] має цільовою установкою організацію навчального процесу таким чином, щоб усі студенти опановували знання, вміння і навички, що дозволяють організувати й проводити експериментальні дослідження при вивченні технічних дисциплін не тільки для засвоєння найбільш важливих теоретичних положень, а й набуття досвіду такої роботи, який у подальшому має переноситися в умови реальної професійної діяльності.

Технологія рівневої диференціації, про яку йшлося вище, передбачає організацію навчання студентів «на основі інтеграції компонентів навчального матеріалу як дидактичного еквіваленту взаємозв'язку суспільних, природничих і технічних наук; диференціації змісту навчання, що відображає різні рівні засвоєння навчального матеріалу» [55, с. 4] з урахуванням індивідуальних можливостей, унеможливорює усереднення учбового процесу та створює умови для ефективного засвоєння змісту технічних дисциплін.

Організація навчально-професійної діяльності студентів, що дозволяє залучати майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю до експериментальної діяльності в процесі засвоєння змісту технічних дисциплін, здійснюється у процесі взаємодії викладача зі студентами, а також забезпечення навчального циклу якісними інформаційними ресурсами.

Експериментальні дослідження, як вид навчальної діяльності, потребують моніторингу начальних досягнень студентів при опрацюванні ними змісту технічних дисциплін, а також планомірного контролю за результатами навчання. Моніторинг комплексно поєднує елементи діагностування і прогнозування результатів і має характеризуватися цілеспрямованістю, об'єктивністю, усебічністю, регулярністю й індивідуальністю. В системі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю в проєкції на експериментальні дослідження при вивченні технічних дисциплін моніторинг здійснюється шляхом:

- застосування комплексу запитань і спеціально розроблених завдань для визначення рівня підготовки;
- анкетування, зорієнтованого на виявлення утруднень при проведенні експериментальних досліджень;
- спостереження за студентами у процесі практично-лабораторної діяльності;
- відстежування результатів професійної діяльності випускників минулих років навчання;
- експертного оцінювання якості підготовки випускників до експериментальних досліджень інженерного характеру.

Корегувальні заходи в системі підготовки фахівців електромеханічного профілю здійснюється за наслідками моніторингу. Вони добираються в такий спосіб, щоб забезпечувати можливість результативного подолання недоліків в підготовленості майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до експериментальних досліджень. Зазвичай корегування стосується технологічного проєктування й організації навчально-професійної діяльності студентів, а також напрямів, змісту і глибини моніторингу опанування знаннями й уміннями, необхідними для проведення експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін.

1.3. Експериментальні дослідження при вивченні технічних дисциплін як основа формування дослідницької компетентності майбутнього інженера-педагога електромеханічного профілю

В освітньо-професійних програмах підготовки фахівців за електромеханічними напрямками і відповідними спеціальностями інженерного (електромеханічного) та інженерно-педагогічного профілю «... вивчення технічних дисциплін є системоутворюючим фактором усіх граней професійної підготовки майбутніх інженерів [І тому] ... для організації якісної професійної підготовки майбутнього фахівця треба відштовхуватися як від теорії до практики, так і від практики до теорії. Це означає, що лише через об'єктно-орієнтований підхід інтеграції технічних дисциплін інженерна підготовка стане засобом підготовки студентів до майбутньої професійної діяльності» [20, с. 171] – *авторську стилістику збережено.*

Інтеграція частіше за все витлумачується як поєднання у єдине ціле окремих частин або елементів системи шляхом взаємозближення й утворення взаємозв'язків між ними. На думку Ю. Ю. Белової, «інтеграція виступає складним міждисциплінарним науковим поняттям, сутність якого – якісне перетворення усередині кожного елемента, який належить системі» [20, с. 171]. Однак у більш загальному тлумаченні, інтеграція може мислитися й на ідейному та діяльнісному рівнях, що має на меті досягнення ідейної єдності змісту та діяльнісної універсальності навчальних дисциплін.

Інтерпретація функціонально-змістової сутності поняття інтеграції у такому контексті спричиняє переосмислення поняття цілісності а проєкції на процес навчання й освіти взагалі. С. У. Гончаренко майже 20 років тому звертав увагу на те, що «традиційна предметна система навчання, яка складалася під впливом механістичної картини світу, відображає застарілу фрагментарну структуру знань. Сучасна наука все більше формується як цілісна система, структурно впорядкована за проблемним, а не лише предметним принципом» [40, с. 2], тому інтегративні процеси в освіті мають

виходити на рівень ідейної єдності змісту в межах сукупностей фахово орієнтованих дисциплін, забезпечуючи діяльнiсну універсальність в опануванні студентами професійних компетентностей.

Серед фахово орієнтованих дисциплін електромеханічних спеціальностей *технічні дисципліни* відіграють провідну роль в інтеграційних процесах, спрямованих на досягнення ідейної єдності та діяльнiсної універсальності. До таких дисциплін перш за все належать ті, що забезпечують формування професійних компетентностей [208] у майбутніх електромеханіків та інженерів-педагогів електромеханічного профілю (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

**Перелік технічних дисциплін,
вивчення яких передбачено навчальними планами
напрямів підготовки 6.050702 «Електромеханіка»,
6.010104.29 «Професійна освіта. Електромеханіка»**

№	Назва навчального предмету (дисципліни)
1	Автоматизований електропривод типових промислових механізмів
2	Електричні машини
3	Електроматеріалознавство
4	Електроніка і мікросхемотехніка
5	Елементи автоматизованого електроприводу
6	Метрологія, стандартизація та технічні вимірювання
7	Механіка та динаміка електромеханічних систем
8	Мікропроцесорні пристрої
9	Робототехнічні системи та комплекси
10	Теоретичні основи електротехніки
11	Теорія автоматичного управління
12	Теорія електроприводу

Як випливає з наведеного переліку дисциплін і змісту їх типових (робочих) навчальних програм, вони мають суттєві відмінності, зокрема у предметних цілях, загальних завданнях, вимогах до результатів навчання, змістових модулів тощо. Оскільки зміст кожної з цих дисциплін суттєво відрізняється від змісту інших, то єдиним шляхом їх інтеграції є досягнення діяльнійшої універсальності, що можливо шляхом «упровадження в навчально-виховний процес таких видів навчальних завдань (робіт), які були б діяльнісно близькими і мало залежними від змісту, на якому вони реалізуються, та будувалися в певному розумінні за методично стандартизованим алгоритмом» [231].

Виходячи з того, що майбутні фахівці – інженери-педагоги електромеханічного профілю – в результаті опанування змістом технічних дисциплін повинні

розуміти:

- значення електромеханічних пристроїв у виробничих процесах;
- принципи функціонування електромеханічних пристроїв;
- принципи управління електромеханічними пристроями тощо;

знати:

- устрій електромеханічних пристроїв і особливості їх роботи;
- електромеханічні властивості двигунів постійного та змінного струму;
- правила експлуатації та обслуговування електромеханічних пристроїв;
- основи технології ремонту електромеханічних пристроїв;
- основні положення безпечної роботи електромеханічних пристроїв тощо;

вміти:

- аналізувати різні параметри окремих електромеханічних пристроїв;

- діагностувати режими роботи електромеханічних пристроїв;
- здійснювати аналіз і синтез усталених та перехідних режимів в електромеханічних системах;
- керувати роботою електромеханічних пристроїв;
- здійснювати логічну і математичну обробку показників приладів і сигналів, що надходять з контрольної апаратури тощо,

а, отже, набувати компетенцій, необхідних для практичного розв'язання завдань електромеханічного характеру, інтегруючою основою має стати навчальна експериментально-дослідницька діяльність у процесі опанування змістом технічних дисциплін.

Знання, уміння й навички, якими опановують студенти при опрацюванні змісту різних дисциплін, а також досвід експериментування, об'єднуються в *компетентнісний комплекс*, достатній забезпечити проведення експериментальних досліджень і сформувати в них необхідний практичний досвід і професійні якості, потрібні для діяльності в умовах реального виробничого або навчального процесу.

Як слушно зауважує методист-математик С. О. Скворцова, «структура базових компетентностей ... складається з *професійно-діяльнісного, комунікативного й особистісного компонентів*» [102, с. 5].

Залежно від характеру педагогічної діяльності ці компоненти набувають певного змістового наповнення у невід'ємному зв'язку з діяльнісною спеціалізацією майбутнього фахівця. Так, для інженерів електромеханічного профілю із професійно-діяльнісного компонента можна виокремити такі базові професійні компетентності:

– *предметно-теоретичну*, що характеризує наявність цілісної, несуперечливої й практично затребуваної сукупності (системи) наукових знань із фахових дисциплін та готовність і спроможність їх застосувати у професійній діяльності;

– *інформаційно-дослідницьку*, що передбачає опанування *умінь* відшукувати інформацію, систематизувати й узагальнювати її *здійснювати*

експериментальні дослідження та готовність удосконалювати власну професійну діяльність через опрацювання і впровадження нової інформації;

– результативно-інтерпретаційну, що характеризує здатність фахівця електромеханічного профілю до інтерпретаційних дій і висновків, найбільш відповідних результатам і змісту експерименту;

– методичну, що забезпечується наявністю «методичних знань та умінь щодо окремих розділів та тем курсу, окремих етапів навчання, готовність проводити заняття за різними навчальними комплектами, володіння педагогічними технологіями» [102, с. 5].

Із комунікативного компонента услід за С. О. Скворцовою доцільно виділяти такі компетентності:

– комунікативну, що передбачає опанування сукупності вербальних і невербальних засобів професійного спілкування та спроможність до автентичного розуміння й передавання смислу фахової і соціокультурної інформації;

– соціокультурну, що передбачає спроможність усвідомлювати цінності професійного й освітнього середовища, сучасні соціальні пріоритети, закономірності суспільного розвитку, значимість інженерної (та інженерно-педагогічної) діяльності у процесах економічної й освітньої розбудови держави;

З особистісного компонента базових компетентностей майбутнього інженера-педагога електромеханічного профілю мають бути виокремлені такі компетентності:

– рефлексивну, що характеризує спрямованість особистості на досягнення довершеності у професійної діяльності й вироблення адекватної самооцінки власних професійних можливостей і здобутків;

– творчу, що характеризує здатність та прагнення особистості до пошуку оригінальних варіантів розв'язання професійних завдань, проектування діяльнісно-методичних компонентів тощо.

На думку О. Е. Коваленко фахова компетентність ґрунтується на таких компонентах:

– *соціальному*, що проявляється у загальноправовій свідомості фахівця, його здатності орієнтуватися на ринку праці, у професіях певного напрямку та змісті їх діяльності);

– *технічному*, що забезпечується не тільки наявністю глибоких технічних знань, але і здатністю до творчого вирішення технічних задач, попередньої обробки й трансляції технічної інформації в педагогічні системи);

– *дидактичному*, що характеризується поглибленням і систематизацією інженерно-технічних і психолого-педагогічних знань та вмінь, їх інтеграцією в педагогічні структури, на яких базується навчальний процес [53, с. 112–114]);

– *психологічному*, що забезпечується здатністю до відбору й структуруванню науково-технічної інформації, діагностування досяжних результатів та прогнозування усіляких ускладнень у навчанні, співставлення й відбору оптимальних рішень за заданими критеріями [99, с. 41–42].

Дидактичні позиції С. О. Скворцової та О. Е. Коваленко можуть здаватися на перший погляд різними, якщо брати до уваги лише їхній компонентний склад. Але ж коли загалом деталізувати їх змістове наповнення у професійно-діяльнісному ракурсі, то виявиться що обидві компетентнісні структури семантично еквівалентні. Це означає, що незалежно від вихідних позицій дослідників, компетентність фахівця електромеханічного профілю (хоч електромеханіка, хоч інженера-педагога електромеханічного профілю) передбачає *здатність до організації і проведення експериментальних досліджень*, оскільки такі дослідження виявляються невід’ємною частиною майбутньої професійної діяльності.

В деяких педагогічних роботах також зустрічається точка зору, згідно з якою професійна компетентність викладача (зокрема, й інженерних дисциплін) мислиться як синкретичне утворення, в основі якого лежить

сукупність структурантів: педагогічного (що продукується предметним, дидактичним, методичним компонентами), психолого-комунікативного, управлінського, проєктивного, рефлексивного.

Предметний складник педагогічної компетентності зазвичай витлумачується як теоретична і практична готовність до викладання дисципліни й характеризує здатність фахівця «відшукувати інформацію, аналізувати, узагальнювати і використовувати її для навчання; подавати навчальний матеріал у достатньому обсязі обґрунтовано, послідовно», не порушуючи його семантичні характеристики.

Дидактичний складник педагогічної компетентності вважається тим мірилом, що характеризує спроможність викладача «визначати цілі навчального заняття й всього курсу дисципліни; ... відбирати зміст і відповідне обладнання для проведення навчального заняття; викладати навчальний матеріал доступно, чітко, виразно, переконливо; розробляти дидактичний матеріал для навчального заняття», здійснювати дидактичне проектування.

Методичний складник педагогічної компетентності фахівця як правило пов'язується із «поінформованістю з проблем інновацій в галузі освіти, використанні різноманітних освітніх технологій і засобів навчання, способах організації роботи студентів на занятті» [237, с. 7], а також беззаперечному знанні методичних концепцій побудови навчальної дисципліни та їх практичної реалізації у навчальних курсах і технологіях викладання.

Педагогічний структурант, на якому базується професійна компетентність викладача відіграє роль об'єктивного фундаменту, на якому формуються суб'єктивні якості (у тому числі й компетентнісні) фахівця та досвід його педагогічної діяльності. Серед найбільш значущих компетентностей такого плану слід відзначити наступні.

Психолого-комунікативна компетентність – характеризує здатність фахівця «стимулювати пізнавальні інтереси студентів на заняттях; здійснювати мотивацію кожного навчального заняття; формувати позитивне

ставлення студентів до навчання; актуалізувати знання і життєвий досвід студентів; адекватно сприймати та розуміти студентів; створювати позитивний психологічний клімат на занятті».

Управлінська компетентність фахівця являє собою здатність «планувати, організовувати й контролювати навчально-виховний процес та власну професійну діяльність для досягнення прогнозованого результату» і передбачає наявність уміння конкретизувати предметні, розвивальні і виховні цілі навчання; діагностувати й «оцінювати рівень навчальних досягнень учнів; використовувати різні види і методи контролю; керувати роботою студентів на заняттях; організовувати самостійну роботу студентів; визначати педагогічні задачі відповідно до предмету» [237, с. 7], розробляти програми індивідуального розвитку учнів (слухачів).

Проективна компетентність фахівця може витлумачуватися як спроможність передбачати наслідки фахової діяльності, результати навчально-виховної діяльності; здатність «розробляти навчальні плани і програми з дисципліни; ... плани занять; проектувати навчальний процес та діяльність студентів на занятті; проектувати і прогнозувати власну педагогічну діяльність відповідно до предмету» [237, с. 8].

Рефлексивна компетентність фахівця зазвичай мислиться як здатність фахівця аналізувати результати власної діяльності та спрямовувати власні знання на її удосконалення тощо.

Безсумнівно, можна й далі аналізувати точки зору різних авторів, але за будь яких умов і відмінностей залишається актуальним тлумачення професійної компетентності особистості, запропоноване А. А. Бодальовим, В. І. Жуковим, Л. Г. Лаптевим, В. О. Слатьоніним:

Професійна компетентність особистості є складним системним утворенням, основними елементами якого є декілька підсистем:

- «професійних знань як логічної системної інформації про навколишній і внутрішній світ людини, зафіксованої в її свідомості;

- професійних умінь як психічних утворень, що полягають у засвоєнні людиною способів і технік професійної діяльності;
- професійних навичок – дій, сформованих в процесі повторення певних операцій і доведених до автоматизму;
- професійних позицій як сукупності сформованих установок і орієнтацій, відношення та оцінок внутрішнього і навколишнього досвіду, реальності і перспектив, а також домагань, які визначають характер професійної діяльності і поведінки фахівця;
- індивідуально-психологічних особливостей фахівця – поєднання різних структурно-функціональних компонентів психіки, які визначають індивідуальність, стиль професійної діяльності, поведінки і виявляються у професійних якостях особистості;
- акмеологічних інваріантів – внутрішніх збудників, які обумовлюють потребу фахівця в постійному саморозвитку, творчості та самовдосконаленні» [195, с. 334–335].

Комплекс цих підсистем у процесі фахового становлення особистості майбутнього інженера-педагога електромеханічного профілю орієнтує його не тільки на опанування професійно важливими компетенціями, а й на усвідомлення специфіки і особливостей майбутньої професійної діяльності.

При цьому, як слушно зазначає В. А. Петрук, «майбутній інженер може усвідомити специфіку обраної професійної діяльності тільки в процесі виконання конкретних професійних дій, що зумовлює необхідність орієнтації його професійної підготовки на модель виробництва, основу якої становлять принципи співпраці та взаємодії в досягненні запланованих цілей, спільні дії в систематичному підвищенні економічних результатів праці, уміле проектування й реалізація конкретних заходів щодо організації й управління виробничим» [188, с. 93], експериментальним, інформаційним, дослідницьким, навчально-виховним чи якимсь іншим процесом.

У цьому контексті та за умов інформаційного розвитку соціуму виключно важливого значення набуває й ще один компонент професійної

зрілості фахівця – інформаційно-дослідницький. Цей компонент ґрунтується на інформаційному підході, сутність якого схарактеризована В. В. Стешенком [222].

Як зазначає В. В. Стешенко, «інформаційний ... підхід дозволяє вивчати взаємовідношення та взаємозв'язки для конкретних об'єктів (процесів чи явищ).

Сутність ... [його] полягає в тому, що основна увага переноситься з елементів окремо взятої системи на мікро- та макромірні на, так названі, кодовосотові відношення та зв'язки, які існують не тільки в даній системі, а й з оточуючими системами. Іншими словами, це відношення та зв'язки між певними елементами інформації про певні об'єкти дійсності, яка розміщена в певних місцях оточуючого середовища (сотах) та має свій певний код» [222, с. 39].

Цілком слушно зазначається, що «характерними особливостями інформаційного підходу є:

- передбачення початкового проведення аналізу та синтезу відношень всередині предметів і їх елементів та їх відношень з оточуючим середовищем;

- вихід з об'єктивності відношень (інформації);

- розгляд реальних речей, предметів та об'єктів як похідних цих відношень» [там само, с. 39].

«Інформаційним вважається такий процес, який виникає в результаті відношень та взаємодії елементарних складових - носіїв інформації. Визначена і одиниця елементарного відношення, яка називається інформаціоном. Вона є генералізаційним носієм відношень. Інформаціон може мати свою назву, класифікацію, властивості, ознаки, явища тощо. В педагогічній системі, зокрема, в системі знань в якості інформаціонів виступають міжпредметні зв'язки, які є такими відношеннями між навчальними дисциплінами ...

Перехід до інформаційного [підходу] дозволяє піднятися на більш

високий рівень наукових досліджень. Його використання в педагогічних дослідженнях надає нові можливості для вивчення навчального та виховного процесів, процесів формування особистісних якостей школярів і студентів, що може привести до нових результатів » [там само, с. 40].

В контексті побудови змісту навчальних дисциплін інформаційний підхід має значні перспективи. «Наприклад, вивчення дидактичних зв'язків як інформаційних відношень у системі змісту освітньої чи освітньо-професійної підготовки школярів, чи студентської молоді дозволить розробити педагогічно ефективну систему змісту навчального процесу» [там само, с. 40], зорієнтовану на опанування професійними компетентностями в межах програм підготовки фахівців, в тому числі й інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

Якщо мислити інформаційний компонент у поєднанні з дослідницьким напрямом діяльності майбутнього інженера-педагога, то можна говорити про *інформаційно-дослідницький компонент* у структурі підготовки майбутніх фахівців.

Інформаційно-дослідницький компонент професійної компетенції фахівців електромеханічного профілю, що ґрунтується на *здатності до проведення експериментальних досліджень та готовності до вдосконалення власної професійної діяльності*, з урахуванням інтеграційного підходу до методичного забезпечення навчання технічним дисциплінам шляхом досягнення діяльнісної універсальності при опануванні їх змістом, є основою для позиціонування *експериментальних досліджень* як основи *формування професійної компетентності* інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

Зважаючи на те, що *компетентність* – це «інтегрована характеристика якостей особистості, результат підготовки випускника вузу для виконання діяльності в певних професійних та соціально-особистісних предметних областях (компетенціях), який визначається необхідним обсягом і рівнем знань та досвіду у певному виді діяльності» [134, с. 46], слід зазначити що в

проекції на експериментально-дослідницьку діяльність інженерів-педагогів електромеханічного профілю вона має ґрунтуватися (окрім соціально-особистісних, загальнонаукових й інструментальних компетенцій) на загально-професійних та спеціалізовано-професійних компетенціях.

Зокрема, серед загально-професійних компетенцій, які відіграють суттєве значення в експериментально-дослідницькій діяльності відзначаються ті, що спрямовуються на:

- формування базових уявлень про електромеханічні пристрої (об'єкти), їх різноманітність, розуміння їхнього призначення і принципів роботи;

- опанування методами спостереження, опису, ідентифікації, виявлення особливостей функціонування електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- забезпечення дій і режимів роботи електромеханічних пристроїв (об'єктів).

Серед спеціалізовано-професійних компетенцій, необхідних для експериментально-дослідницької діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю виділяються здатності:

- аналізувати, планувати й організовувати експериментальні дослідження електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- застосовувати загальні, технологічні, аналітичні і спеціальні методи експериментальних досліджень для визначення статистичних і динамічних характеристик, режимів функціонування електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- використовувати професійно профільовані знання в галузі електромеханіки для статистичної обробки експериментальних даних і математичного моделювання електромеханічних явищ і процесів;

- застосовувати математичний апарат в інженерному експериментуванні.

Комплекс охарактеризованих складників фахової компетентності визначає загальні напрями, за якими має відбуватися формування відповідних здатностей та досвіду експериментальної діяльності у студентів при опануванні змістом технічних дисциплін.

Якщо узяти за основу їх перелік, наведений у табл. 1.4, та проаналізувати зміст відповідних навчальних програм, то можна виділити для кожної з дисциплін коло питань, практична спрямованість яких забезпечується при залученні майбутніх фахівців до експериментальних досліджень методів, засобів і характеристик предмета вивчення: автоматизованого електроприводу (що конкретизовано А. В. Башаріним та Ю. В. Постніковим [18; 19]), електричних машин (О. Д. Гольдберг [39]), електроматеріалів (В. Г. Герасимовим [244]) та ін.

Групуючи їх за предметним принципом, отримаємо комплекс базових питань, експериментальне дослідження яких дозволяє майбутнім фахівцям набувати досвіду практичного застосування теоретичних знань (табл. 1.5), а також формувати професійний світогляд і навички практичних дій.

Таблиця 1.5

Зміст

експериментальних досліджень у фахових дисциплінах
електромеханічного спрямування

№	Назва предмету (дисципліни)	Зміст експериментальних досліджень
1	Автоматизований електропривод типових промислових механізмів	Методи, засоби і характеристики автоматизації електроприводу типових промислових механізмів
2	Електричні машини	Характеристики електричних машин. Методи і засоби випробування електричних машин.
3	Електроматеріалознавство	Методи, засоби і особливості дослідження властивостей та характеристик електроматеріалів

№	Назва предмету (дисципліни)	Зміст експериментальних досліджень
4	Електроніка і мікросхемотехніка	Методи, засоби і особливості дослідження властивостей та характеристик елементної бази електроніки та мікросхемотехніки
5	Елементи автоматизованого електроприводу	Методи та засоби дослідження систем автоматизації електроприводу
6	Метрологія, стандартизація та технічні вимірювання	Поняття інженерного експерименту; методи оцінювання хибок при вимірюваннях; методи та засоби вимірювання електричних і неелектричних величин; застосування обчислювальної техніки при вимірюваннях
7	Механіка та динаміка електромеханічних систем	Методи та засоби дослідження динамічних характеристик електромеханічних систем
8	Мікропроцесорні пристрої	Методи та засоби дослідження функціональних характеристик мікропроцесорних пристроїв
9	Робототехнічні системи та комплекси	Методи та засоби дослідження функціональних характеристик робототехнічних систем
10	Теоретичні основи електротехніки	Дослідження робочих властивостей і характеристик електротехнічних пристроїв
11	Теорія автоматичного управління	Методи, засоби та особливості дослідження систем автоматичного управління

№	Назва предмету (дисципліни)	Зміст експериментальних досліджень
12	Теорія електроприводу	Методика інженерного експерименту: принципи постановки задачі, методи аналізу, планування і організації експерименту; дослідження силовій частини електроприводу, його статистичних і динамічних характеристик.

Природно, окрім фахово зорієнтованих технічних дисциплін в системі підготовки електромеханіків є кілька фундаментальних (інформатика, фізика, математика (математична статистика)), які забезпечують експериментальні дослідження універсальним інструментарієм, що дозволяє здійснювати:

- відбір, обробку та накопичення інформації із застосуванням комп'ютерних засобів, включаючи належне програмне забезпечення [116];

- використання методів, що застосовувалися при проведенні фізичних експериментів [48; 108];

- статистичну обробку експериментальних даних [184; 185], оцінювання та перевірку гіпотез, перевірку критеріїв згоди та ін.

В. А. Петрук, досліджуючи концептуальні підходи до розробки змісту й організації процесу формування професійної спрямованості, вмінь самостійної роботи у студентів, зазначає: «для того, щоб сформувати компетентність спеціаліста, студенту потрібно здійснити діяльність, адекватну тій, яка втілена в продуктах соціального досвіду: знаннях, навичках, засобах і знаряддях конкретної професійної діяльності. В навчанні ці продукти за необхідністю мають знакову форму – форму навчальної інформації і виступають змістом навчання» [188, с. 99]. Продукти соціального досвіду, втілені у знаряддях інженерної, а також інженерно-педагогічної діяльності, потребують від фахівців відповідного рівня кваліфікації для застосування їх у виробничих чи педагогічних процесах [206, с. 96]. Досвід такого застосування формується в системі підготовки

майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю при проведенні експериментальних досліджень, а також в інженерному експерименті як складовій процесу опанування змістом технічних дисциплін.

Керованість цією системою забезпечується завдяки управлінському впливу на наступні компоненти: цілепокладання діяльності, когнітивні метафори моделі [127] навчально-професійної діяльності; систему підготовки майбутніх фахівців до проведення інженерного експерименту як джерело результату, і педагогічні умови – як зовнішні чинники, що регулюють перебіг процесу. В загальному вигляді підготовка майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень має такий вид:



Рис. 1.4. Реалізація цілепокладання в підготовці майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю

Звертаючись до цієї схеми, зауважимо, що у навчальному процесі, складовою якого є підготовка майбутніх інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю до експериментальної діяльності, педагогічні умови визначають зовнішні обставини, в яких відбувається навчально-професійна діяльність, і розглядаються як чинники, що сприяють або перешкоджають їй.

Отже, на процес підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень

може здійснюватися управлінський вплив через зміну педагогічних умов [54], або ж корегування характеристик і параметрів учбово-професійної діяльності, що супроводжує опанування майбутніми фахівцями змістом технічних дисциплін.

Висновки до розділу I

Аналіз практики підготовки майбутніх фахівців до експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін в контексті соціокультурних умов розвитку суспільства, зв'язків експериментальної діяльності з компетентнісним розвитком інженерів-педагогів електромеханічного профілю дає підстави констатувати, що досліджувана проблема має важливе практичне значення, оскільки є невід'ємною частиною фахової підготовки, яка має забезпечувати не тільки належний рівень теоретичних знань, а й достатній досвід експериментальної діяльності в інженерній сфері – тій сфері, для професійного життя в якій готується фахівець.

На підставі аналізу методологічних, психолого-педагогічних, фахових, інженерно-педагогічних джерел, навчальної і методичної літератури попередніх і останніх років, *встановлено* таке.

1. В майбутній діяльності інженерів-педагогів електромеханічного профілю експеримент виконує важливі гносеологічні функції, оскільки базується на проектно-конструкторських видах навчальних робіт і завдань, дослідно-експериментальних етапах практичної діяльності, спрямованій на опанування майбутніми фахівцями компетентностей, необхідних у майбутній професійній діяльності.

2. Експериментальні роботи є невід'ємною частиною змісту навчання практично усіх технічних дисциплін, тому вони набувають пріоритету в дидактичному регулюванні практичної спрямованості навчання технічних дисциплін засобами експериментальних досліджень на основі комплексності й інтегративності.

3. Експериментальні дослідження при вивченні фахово орієнтованих (технічних) дисциплін електромеханічних спеціальностей мають потенціал для реалізації провідної ролі в інтеграційних процесах, спрямованих на досягнення ідейної єдності та діяльній універсальності при опрацюванні змісту фахово орієнтованих технічних дисциплін, формування у майбутніх фахівців *компетентного комплексу*, достатнього для професійної діяльності в умовах реального виробничого або навчального процесу.

Основні положення розділу відображені у таких публікаціях автора: [155], [161], [162], [169], [174], [175].

РОЗДІЛ II. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ ІНЖЕНЕРІВ-ПЕДАГОГІВ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРОФІЛЮ ДО ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

2.1. Педагогічні умови організації експериментальних досліджень у процесі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю

Експериментальні дослідження при вивченні природничо-математичних і технічних дисциплін використовуються здавна і з ними пов'язується можливість формування у майбутніх фахівців умінь і навичок практичних дій, набуття аналітичного досвіду, отримання висновків відносно особливостей досягнення експериментальної мети і тих завдань, що визначалися на початковій стадії експерименту.

Різні аспекти, пов'язані з інженерним експериментуванням та експериментальною діяльністю у навчанні й на практиці студіювалися в роботах Ю. А. Борцова [28], А. К. Бояршинової, [29], В. Г. Горського [45], В. М. Гріна [50], Б. О. Івоботенка [83], С. В. Іноземцевої [86], Н. В. Корягіної [108], Л. В. Павленко [184; 185], М. О. Спіріна і В. В. Лаврова [142] та ін.

Зважаючи на певну відмінність в позиціонуванні експериментальних досліджень у навчальному процесі, чи оцінюванні їх дидактичної ролі й практичного значення у підготовці інженерів-педагогів електромеханічного профілю, можна з названих авторських студій дійти узагальнення щодо ролі експериментальних робіт у формуванні особистості спеціаліста.

Об'єктивуючи сказане, зазначимо, що застосування у навчальному процесі експериментальних досліджень дозволяє:

- ілюструвати дію важливих законів і закономірностей та взаємозв'язок теоретичних положень з практичними їх проявами;

- знайомити майбутніх фахівців з методами експериментальних досліджень;
- прилучати майбутніх фахівців до застосування набутих знань в техніці, технологіях, побуті;
- формувати у майбутніх фахівців дослідно-експериментаторські навички.

Експериментальні дослідження, як вид навчальної діяльності мають супроводжувати опанування майбутніми фахівцями змістом технічних дисциплін, зазвичай плануються й здійснюються у декілька етапів, на кожному з яких ставляться й виконуються певні дослідницькі завдання, котрі в сукупності дозволяють досягти поставленої мети.

Услід за Н. В. Корягіною попередньо зауважимо, що «підготовка та проведення експерименту вимагають дотримання певних умов дослідження за яких науковий експеримент: ніколи не ставиться навмання, а передбачає наявність чітко сформульованої мети дослідження; не проводиться «наосліп», завжди базується на певних вихідних теоретичних положеннях; не здійснюється безпланово, хаотично; попередньо дослідник складає план його проведення; вимагає певного, необхідного для його реалізації, рівня розвитку технічних засобів пізнання; проводиться з урахуванням кваліфікації дослідника» [108, с. 221].

Отже, першим етапом будь-якого експериментального дослідження є підготовчий, на якому відбувається:

- окреслення кола питань, що мають стати основними в даному експерименті;
- вибір теми, визначення мети й завдань дослідження;
- огляд реальної практики і типових підходів до вирішення сформульованих завдань;
- вивчення розроблених у теорії та застосовуваних на практиці заходів, що сприяють вирішенню завдань;
- формулювання гіпотези дослідження.

На другому етапі експериментального дослідження здійснюється відбір експериментальних об'єктів, оцінка можливої тривалості експерименту; вибір конкретних методик для вивчення початкового стану експериментального об'єкта; обґрунтування доцільності обраних методик за умов експериментального дослідження; вивчення інструктивних матеріалів щодо порядку і умов проведення експериментального дослідження; визначення ознак, за якими можна достатньою вірогідністю діагностувати зміни досліджуваного об'єкта протягом експерименту та під впливом певних факторів.

На третьому етапі експериментального дослідження відбувається вивчення прикінцевого стану системи, в якій проводиться експеримент; виявлення факторів, вплив яких на об'єкт виявився найвідчутнішим; формування критеріїв визначення ефективності запропонованої системи заходів; підготовка звітності про хід експерименту на основі проміжних вимірів, які характеризують зміни об'єкта у часі; фіксування типових проблем, які виникли у процесі проведення експерименту; оцінка витрат часу порівняно із запланованими.

Четвертий, завершальний етап експериментального дослідження присвячується підведенню підсумків експерименту і передбачає: опис ходу експериментального дослідження й змін об'єкту від вихідного до кінцевого стану; характеристику умов і особливостей проведення експерименту; підготовку висновків, рекомендацій і застережень щодо використання окремих підходів до вирішення поставлених завдань дослідження.

Слід зазначити, що *експериментальні дослідження* у процесі підготовки фахівців *можуть виконувати роль* засобів чи методів навчання, або *предмету пізнання*. В останньому варіанті експеримент реалізується при засвоєнні змісту технічних дисциплін, у якому традиційно акумулюється значна кількість моделей, що характеризують різні реально існуючі явища. Теоретичного обґрунтування таких моделей виявляється недостатньо, бо вони застосовуються не тільки у навчальному процесі, а й у реальній

практиці, з якою невдовзі буде мати справу сьогоднішній студент. З цих позицій досвід експериментальних досліджень, набутий у період підготовки фахівця у вищому навчальному закладі, являє собою практично-дієвий інструмент, що дозволяє йому у процесі вирішення робочих завдань користуватися необхідними теоретичними положеннями та апробованими експериментальними методиками.

Позиціонуючи експериментальні дослідження як предмет пізнання, зауважимо наступне:

- в учбовому експерименті, як і в інженерному, предмет пізнання відтворюється в контрольованих і керованих умовах;
- як інженерний, так і учбовий експеримент дозволяють багаторазово відтворювати досліджуваний предмет пізнання;
- інженерний і учбовий експеримент завжди будуються на основі відомих теоретичних положень, що слугують і джерелом, і критерієм істинності;
- як інженерний, так і учбовий експеримент слугують основою для активізації пізнавальної діяльності експериментатора.

Зазначене вище дає підстави говорити про те, що залучення студентів електромеханічних спеціальностей до експериментальної діяльності має відбуватися на ґрунті низки *педагогічних умов*, серед яких першочергово варто наголосити на таких.

1. *Належне матеріально-технічне забезпечення* експериментальних досліджень, що є необхідною умовою успішності їх реалізації.

Технічні дисципліни, що притаманними їм засобами створюють основу експериментальних досліджень у процесі опанування компетенцій майбутніми електромеханіками та інженерами-педагогами відповідного напрямку підготовки, традиційно мають забезпечуватися ефективною лабораторною базою [193] *для реалізації зв'язків їх теоретичних положень з практичною діяльністю*, зокрема, при проведенні інженерного експерименту, спостережень, візуалізації технологічних, еволюційних та інших

процесів [52], опануванням вимірюваннями електромеханічних величин [62; 196] тощо.

Лабораторна база для організації і проведення експериментальних досліджень (як і взагалі увесь навчальний процес) має бути зорієнтованою на якомога ширше застосування комп'ютерних засобів і програмного забезпечення (в першу чергу – унікального та спеціалізованого), ..., що є невід'ємною частиною інженерного експерименту [31; 61; 242; 252], а також застосовні у процесі опанування майбутніми фахівцями електромеханічного профілю змістом технічних дисциплін. Одним із вторинних завдань (соціокультурної спрямованості) застосування комп'ютерних засобів в експериментальних дослідженнях є підготовка випускників вузів до життя в умовах стрімкого поширення інформаційних технологій в усіх сферах людського буття.

2. Належне методичне забезпечення експериментальних досліджень, що супроводжують вивчення технічних дисциплін майбутніми інженерами-педагогами електромеханічних спеціальностей, а також фахівцями-електромеханіками.

Методичне забезпечення експериментальних досліджень орієнтується на досягнення:

- цілісності фахової підготовки шляхом поєднання фундаментальної підготовки з міждисциплінарним характером професійної діяльності фахівця;
- реалізації міжпредметних і внутрішньопредметних понятійних і процедурних зв'язків об'єкта експериментування;
- зв'язку теоретичних положень кожної з технічних дисциплін з практичною реалізацією цих положень;
- нормативно-документальної підтримки процесу експериментування відповідно до чинних навчальних програм і стандартів;
- самостійної роботи майбутніх інженерів-електромеханіків над супроводжувальною й звітною документацією;

- вироблення стандартизованих вказівок, рекомендацій і вимог щодо дій експериментатора.

Методичне забезпечення у цілому складається з науково-технічної і предметної учбової літератури, учбово-методичної документації різних типів й видів, програмних засобів спеціального й універсального призначення, засобів візуалізації, а також алгоритмізованих рекомендацій щодо виконання експериментального завдання.

3. *Поетапне планування й реалізація* експериментальних досліджень, що ґрунтується на основних положеннях теорії поетапного формування розумових дій (П. Я. Гальперін, Н. Ф. Талізін) і передбачає оперування такими потенційно застосовними елементами, як: алгоритмічний, евристичний і творчий.

Алгоритмічна реалізація експериментального дослідження має на меті засвоєння майбутнім інженером-електромеханіком процедури виконання інженерного експерименту за заздалегідь складеним *алгоритмічним приписом*. Частіше за все такий підхід знаходить реалізацію при виконанні окремих практичних і майже всіх лабораторних завдань.

В узагальненому вигляді алгоритмічний припис, що визначає порядок проведення інженерного експерименту виглядає таким чином:

- проведення попередніх вимірювань і розрахунків з метою визначення вихідних параметрів об'єкту дослідження [56, с. 61–63];
- планування експериментальних дій відповідно до обраної чи рекомендованої методики реалізації інженерного експерименту [83];
- проектування експериментального комплексу;
- перевірка працездатності експериментального комплексу;
- налаштування об'єкта дослідження;
- реалізація плану інженерного експерименту;
- обробка результатів інженерного експерименту [29, с. 51–53; 184];
- підготовка звітної документації за результатами експериментування [50, с. 27].

Евристична реалізація експериментального дослідження має на меті прилучення майбутнього інженера-електромеханіка до самостійної професійної діяльності.

Такий підхід характеризує перехід від проведення інженерного експерименту за алгоритмічним приписом до експериментальної діяльності, регульованої, на думку В. М. Соколова, окремими пізнавальними орієнтирами та евристичними настановами [217] загального характеру.

Рухаючись цим шляхом майбутні інженери-електромеханіки опановують мистецтвом проникнення в суть проблемних професійних завдань і набувають досвіду грамотного їх вирішення, освоюють технологію пошуку, визначення характеристик й оцінки зв'язків і залежностей між вимогами, умовами й тими показниками, що потрібно встановити в ході експерименту.

Творча реалізація завдань експериментального дослідження має на меті цілісне включення майбутнього інженера-електромеханіка у творчий процес майбутньої науково-дослідної діяльності. Такий підхід характерний для навчально-дослідницької роботи студентів електромеханічних спеціальностей та виробничої практики.

4. *Наявність єдиного експериментального середовища*, що об'єднує матеріально-технічне й методичне забезпечення, демонстраційне обладнання, засоби візуалізації та ін., а також визначає єдині підходи до організації й проведення експериментальних досліджень при опрацювання змісту різних технічних дисциплін, що відкриває можливості для заощадження інтелектуальних ресурсів особистості за рахунок зменшення уваги до одних і тих же непродуктивних операцій, необхідних при експериментуванні.

5. *Мотиваційне супроводження експериментальних досліджень*, що має на меті перетворення зовнішніх стимулів у внутрішні, а також заохочення майбутніх фахівців до систематичного і цілеспрямованого орієнтування на усвідомлене й активне опанування системою знань і підходів до проведення інженерного експерименту, формування пізнавальної

потреби [195] в дослідницькій діяльності, виховання стійких пізнавальних інтересів [15; 249], інтелектуальний розвиток, формування вмінь здійснювати планування, самоорганізацію і самоконтроль у процесі проведення інженерного експерименту тощо.

Охарактеризовані педагогічні умови у процесі прилучення майбутніх електромеханіків та інженерно-педагогічних фахівців електромеханічних спеціальностей до експериментальної діяльності виконують регулятивну функцію, окреслюючи методичне спрямування й практико-орієнтовані можливості систем навчання технічних дисциплін щодо забезпечення ефективності формування предметних фахових компетенцій, пов'язаних з експериментальними дослідженнями.

2.2. Обґрунтування змісту підготовки майбутніх інженерів- електромеханіків до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін

Зміст підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю профілю завжди оцінювався і як найважливіший компонент навчального процесу, і як основа для проектування інструментальних засобів досягнення цілей навчання: формування професійних компетентностей, розвитку професійного мислення, інтелектуального виховання, формування ціннісного ставлення до навколишнього світу і професійної діяльності.

Педагогічні дослідження останніх десятиліть, що стосуються питань визначення змісту підготовки інженерних та інженерно-педагогічних кадрів електромеханічного профілю, призвели до висновку про те, що в системі підготовки фахівців мають бути представлені, принаймні, три складники: професійний, соціальний, особистісний (див. рис. 1.1).

Особистісний складник націлює зміст навчання на забезпечення розвитку особистості майбутнього фахівця. Соціальний складник визначає загальнокультурне значення результатів навчання через відтворення

соціально значущого досвіду, який втілюється в знаннях, уміннях, поглядах, нормах й ін., а також створює основу для соціалізації спеціаліста та входження його в певну професійну логосферу. У свою чергу професійний складник «працює» на формування професійних компетентностей, необхідних, на думку Л. А. Сидорчук, для успішної діяльності [211] випускника вищого навчального закладу за профілем підготовки.

При визначенні змісту підготовки фахівців зазвичай виходять з операційного, функціонального та інтелектуального складу майбутньої діяльності, її умов та взаємодії з соціокультурним оточенням. Таким чином у зміст підготовки привносяться: 1) елементи культури [25], 2) соціальні запити [89], 3) види діяльності (пізнавальна, практична, естетична, ціннісно-орієнтаційна, комунікативна та ін.), 4) професійний досвід [111].

Крім того, що ці суспільно значимі категорії визначають зміст гуманітарних та фундаментальних навчальних дисциплін, вони є також основними джерелами впливу на визначення (формування) змісту навчання професійно-орієнтованих предметів.

Зауважимо, що соціокультурна трансформація суспільства, яка спостерігається в останні десятиліття, зумовила необхідність визначення сучасних концептуальних орієнтирів у професійній підготовці інженерів-електромеханіків та корегування *дидактичного фундаменту* і психолого-педагогічної основи розвитку особистості майбутнього фахівця.

У будь-якому посібнику з педагогіки даються докладні пояснення щодо змісту дидактики як теорії і як навчальної дисципліни, принципів, на яких вона базується, з яких позицій вона розглядає (класифікує) методи навчання, з яких позицій відбувається структурування змісту навчання тощо. Якщо звернутися до точок зору В. І. Загвязінського [76], О. Е. Коваленко [63], І. В. Малафійка [132], Л. З. Тархан [225], В. В. Ягупова [247], О. О. Ярошинської [250] та інших, то можна узагальнено звернути увагу на те, що дидактика «науково обґрунтовує зміст освіти, виявляє закономірності, які діють у процесі навчання, розкриває принципи навчання, вивчає зміст,

методи і організаційні форми навчального процесу» [146, с. 156], а також слугує основою для розробки часткових дидактик (навчання предметів), які в педагогічній практиці будуються з опорою на специфіку предмету, особливості видів діяльності, характерні для цього предмету, тощо.

Являючи собою область гуманітарного прикладного знання, загальна дидактика узагальнює певні онтологічні уявлення та онтологічний інструментарій навчальної діяльності, що забезпечують розгортання загальних дидактичних положень на початковому етапі побудови теорії та при подальшій її формалізації.

Як слушно зауважує Є. О. Лодатко, «онтологічні уявлення загальної дидактики складаються з освітніх парадигм концепцій, категорій, принципів, закономірностей і формуються під впливом різних суспільних чинників, специфіки тих областей знань (що слугують основою для навчальних предметів) та залежать від історичного періоду і рівня соціокультурного розвитку суспільства.

Онтологічний інструментарій загальної дидактики окреслюється моделями, формами, засобами, методами і прийомами навчальної діяльності, що формуються та відшліфовуються в практиці навчання протягом тривалого часу в постійно повторюваних технологічних навчальних циклах» [128, с. 79].

Загальна дидактика, проектуючи онтологічні уявлення й онтологічний інструментарій відповідно до конкретних соціокультурних умов, структури і компонентів національного освітнього простору, орієнтується на наукове обґрунтування цілей, змісту, методів, організаційних форм, закономірностей функціонування його предметних кластерів [127, с. 56] в їх методологічній єдності, а також слугує основою при розробці часткових (предметних) дидактик, проектуванні систем навчання і технологій викладання предметів.

Кожна часткова дидактика пов'язується з тим чи іншим напрямом діяльності: наукою чи суспільно визнаним ремісництвом, певними національними звичаями й вимогами, тобто тими суспільно значущими

категоріями (знанневими, соціальними і культурними), які продукуються інформаційним розвитком сучасного соціуму і підготовка фахівців в межах яких для суспільства є важливою.

Зважаючи на те, що підготовка майбутніх електромеханіків до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін має певні *особливості* в структурно-логічній організації змісту [232, с. 180–191], зумовлені миследіяльнісними аспектами і традиціями в застосуванні тих чи інших методів, норм, правил тощо, відзначимо, це в комплексі впливає на *визначення методологічних підходів* [21] та проектних рішень [2; 3] на стадії розробки відповідних часткових дидактик.

Кожна часткова дидактика являє собою теорію навчання предмету в плані відбору змісту, його структурно-логічної організації [231], визначення методологічних засад *формування розумових дій* [224], опанування якими передбачається змістом предмету, онтологічного *інструментарію*, що відповідає специфіці предметної діяльності і здатен забезпечувати оволодіння навчальним матеріалом в умовах масової загальноосвітньої школи.

Відомий російський психолог Н. Ф. Тализіна, розвиваючи ідеї П. Я. Гальперіна про планомірно-поетапне *формування розумових дій*, звертає увагу на те, що вчення, як діяльність, включає в себе кілька видів дій, які можуть класифікуватися за різними основами. Якщо поділити їх за місцем і функціями в діяльності, то одні посядуть місце предмета засвоєння, а інші будуть відігравати роль засобів засвоєння (за допомогою яких відбувається засвоєння першої групи дій). При цьому дії, що утворюють групу засобів засвоєння, мають раніше бути предметами засвоєння, тобто відноситися до першої групи дій.

Якщо підходити до дій, що утворюють основу навчання, з позицій їхнього змісту, то ці дії можна поділити на дві групи:

1) загальні (планування, контроль, прийоми логічного мислення та ін.), що не залежать від методологічних, структурно-логічних та інших особливостей того чи іншого предмета;

2) специфічні, які відображають особливості навчального предмета та їх застосування, що обмежується його специфікою [224].

Відповідно до зазначеного зауважимо, що кожна часткова дидактика, – як теорія навчання предмету, – є фундаментом для проектування *системи розумових дій* з розрахунку на вирішення конкретних предметно обумовлених завдань, але це не виключає – на думку О. А. Ігнатюк, – проектування вирішення загальних навчальних задач [88, с. 99–100], наприклад, опанування уміннями експериментальних досліджень незалежно від того, в межах якої технічної дисципліни або при розв’язанні якої практичної задачі вони виконуються.

Для кожної технічної дисципліни (наприклад, електротехніки, теорії електроприводу й ін.) у процесі проектування розробляються (створюються) відповідні методики навчання і технології реалізації, оскільки без них жодна методична система не може впроваджуватися в практику навчання. Тобто, за відсутності прийнятної технології навчання будь-яка методична система є не більше ніж абстрактним об’єктом, не доведеним до практичного застосування.

Виходчи з цих міркувань і погоджуючись з ідеями, викладеними в [128], можемо за аналогією сконструювати дидактичну модель підготовки фахівців електротехнічного профілю з різнорівневою компетентною структурою (рис. 2.1). В межах цієї моделі представлені компоненти «практичного» плану, що ілюструють *різнорівневі проєкції* системи в окремі предметні кластери та чинну освітню практику через компетентності [22] відповідних рівнів: концептуального, теоретичного, системного, технологічного.

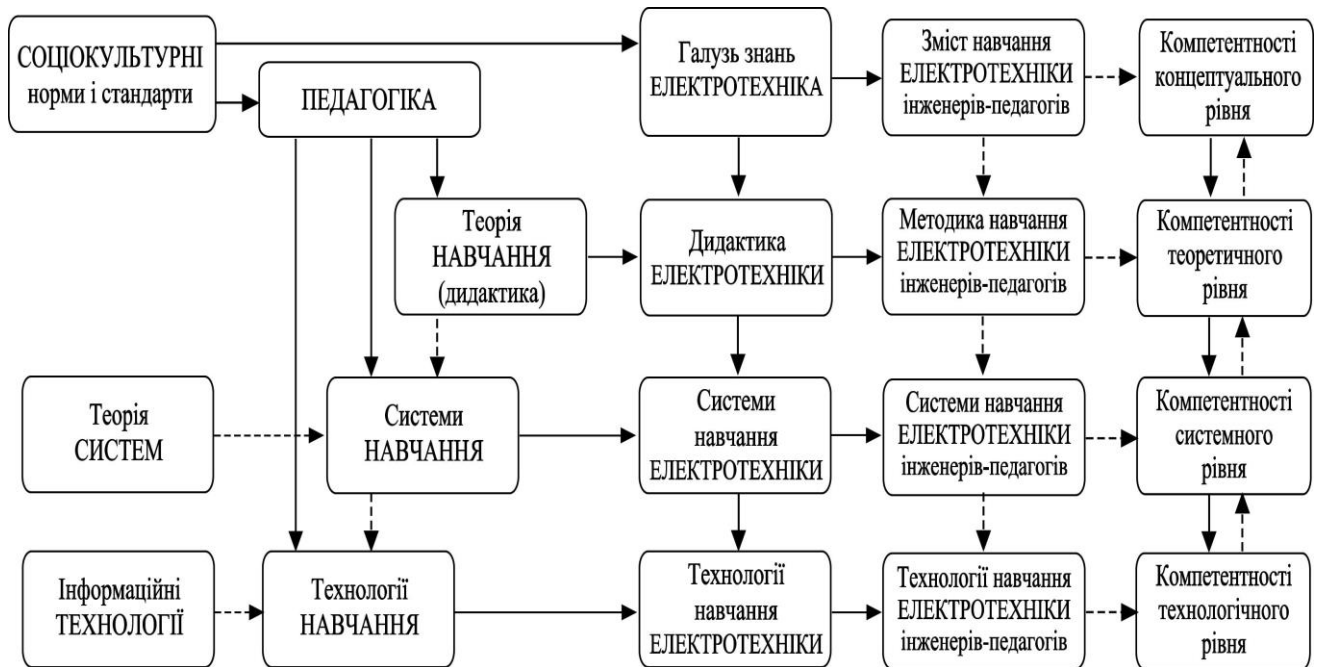


Рис. 2.1. Модель дидактичної системи з різнорівневою компетентнісною структурою

Не деталізуючи структурні компоненти системи, зупинимося на характеристиці функціональних зв'язків між ними.

Як свідчить соціокультурна практика, чинна освітня парадигма, проектуючись в ту область знань, що вважається суспільством необхідною для відтворення на фаховому рівні (наприклад, електротехніка), породжує *зміст навчального предмету* та стимулює педагогічні дослідження з метою побудови відповідної часткової дидактики, яка мала б стати теоретичним підґрунтям для розробки методики викладання цього навчального предмету.

Зміст навчального предмету – це дидактична категорія, що ґрунтується на відповідній галузі знань і орієнтується на адаптацію до стратегічних і почасти тактичних цілей підготовки фахівців, визначених в їх освітньо-кваліфікаційній характеристиці. Наприклад, зміст технічних дисциплін (див. табл. 1.4) у процесі підготовки електромеханіків та інженерів-педагогів електромеханічного профілю забезпечує переважно реалізацію *стратегічних цілей*, але зміст іншої дисципліни, наприклад

«Основи наукових досліджень», може добиратися для реалізації *тактичних цілей*, відповідних поточним потребам навчального процесу.

Методика навчання предмету – це розроблена з урахуванням дидактичних принципів і закономірностей організації предметної діяльності система методів, прийомів і відповідних їм правил навчання, цілеспрямоване використання яких забезпечує засвоєння змісту предмета та опанування предметними вміннями в процесі навчальної діяльності та комунікацій в ході розв’язання певного кола навчальних завдань.

Методика, – маючи серед своїх завдань структурно-логічну організацію змісту з опорою на можливі методи оперування предметною інформацією в межах цього змісту, методи, засоби і форми навчальної діяльності, – зазвичай розробляється з розрахунку на застосування в тій чи іншій системі навчання: традиційній, дистанційній, післядипломній тощо. З урахуванням цього, та часткова дидактика, що проектується під певні умови навчання відповідно до предметних цілей, надає можливість для розробки методики викладання предмету в обраній системі навчання.

Методика навчання не може відмежуватися від *системи навчання*, для якої вона розроблялася, і беззастережно переноситися на іншу систему. Проекція методики навчання предмету на систему потребує розробки певної *технології навчання предмету*, яка має відбивати стратегічні і тактичні цілі навчання предмету, його методологічні засади, змістово-логічну структуру та відповідну їй послідовність технологічних етапів і кроків.

Узагальнюючи співвідношення між окремими ланками «вертикалі» *зміст навчання – методика навчання – система навчання – технологія навчання* з огляду на їх дидактичну роль в підготовці майбутніх електромеханіків до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін, відзначимо таке.

1. «Предметом вивчення технічних дисциплін є реальні об'єкти практики – механізми, пристрої, машини, засоби їх конструювання, ефективність їх функціонування тощо. Ці дисципліни підвергають

дослідженню великі класи однорідних об'єктів (технічних пристроїв і машин певного класу) і шукають співвідношення та перетворення, що дозволяють звести складні і громіздкі задачі і розрахунки до простих. При цьому теоретичні знання не відділяються від практики (як у природничих науках), а поєднуються із нею» [49, с. 52].

Виходячи з цього, ми визначили зміст навчального предмету, який ідеологічно узгоджується з бажаним *цілеполаганням* та закладає методологічне підґрунтя для наступних проектних рішень з методичної та технологічної побудови навчального предмету.

Як слушно зауважує Л. Е. Гризун, «при вивченні технічних дисциплін ... провідного значення набувають наступні цілі – знати: методи та способи розв'язання задач із дослідження об'єктів дисципліни, які здебільшого є узагальненими групами реальних об'єктів практики – механізмів, пристроїв, машин; сутність та особливості різноманітних технологічних процесів, засоби їх дослідження та підвищення ефективності; практичні, реальні оцінки меж застосування методів, моделей, теорій, що вивчаються» [49, с. 52].

Отже, основою для відбору змісту навчання кожної технічної дисципліни виступають:

- *методи та способи* розв'язання типових задач, характерних для певної галузі знань;
- *сутність та особливості* технологічних процесів, характерних для певної галузі знань;
- *засоби* дослідження технологічних процесів та підвищення їх ефективності в певній галузі знань;
- *оцінки* меж застосування типових методів і моделей в межах певної галузі знань,

а також зв'язок базових теоретичних положень певної галузі знань зі змістом інших галузей технічних і фундаментальних знань.

Зміст навчання у поєднанні з відповідними професійними компетентностями, що характеризують здатність фахівця до його проектування з урахуванням зазначених вище вихідних положень, визначає *концептуальний рівень* інтерпретації дидактичної системи. Цей рівень вважається одним з найбільш абстрактних і складних у соціокультурному й дидактичному плані, оскільки на сучасному етапі розвитку педагогічної науки (як форми буття культури) не розроблено механізмів науково обґрунтованого відбору змісту багатьох начальних предметів і розробникам програм доводиться покладатися фактично на особистий досвід, власний рівень фахової підготовки, інтуїцію та наявні освітні й технологічні традиції.

Для прикладу можна звернутися до ситуації з визначенням змісту дисципліни та його інтерпретацією, що мала місце при введенні в загальноосвітні школи курсу основ інформатики. І зміст дисципліни, і його учбова інтерпретація, і матеріали методичного супроводу фактично розроблялися паралельно і без опори на якісь конкретні матеріали. Основою стали лише багатий досвід та інформативне чуття академіка А. П. Єршова і пілотний методичний досвід, накопичений М. П. Лапчиком – керівником проекту впровадження навчальних планів з підготовки вчителів інформатики в педагогічний інститутах.

2. Програмно окреслений зміст технічних (як і фундаментальних) дисциплін при його опрацюванні у процесі навчання завжди передбачає використання певних методів, форм і засобів, що дозволяють забезпечити засвоєння основних понять, фактів і способів дій, характерних для обраної галузі знань. Зважаючи на це, можна стверджувати, що методика навчання технічних дисциплін в комплексі з відповідними фаховими компетентностями характеризує *теоретичний рівень* інтерпретації дидактичної системи, опанування яким вимагає від фахівця високого рівня теоретичної підготовки, сформованого наукового світогляду, ясного бачення практичних застосувань тих знань, що складають основу дисципліни.

На цьому рівні розробляються проектні рішення щодо реалізації певної стратегії і тактики оперування навчальним матеріалом з опорою на методи роботи з поняттями в межах визначеного предметного змісту та ті методи, форми і засоби навчальної діяльності, що надаються в розпорядження методиста частковою дидактикою.

Теоретичний рівень інтерпретації дидактичної системи є тим етапом, на якому проектується й методологічно обґрунтовуються системно та технологічно орієнтовані варіанти компоновання навчального матеріалу кожної з технічних дисциплін, що в подальшому має скласти основу для розробки так званої типової технології навчання предмету та забезпечення практичної орієнтованості змісту.

При компонованні навчального матеріалу кожної з технічних дисциплін актуальним є сформованість у майбутніх інженерів-електромеханіків певного знаннєвого фундаменту, комплексу фундаментальних умінь і соціокультурних інтерпретацій сутності інженерно-технічної діяльності, усвідомлення її суспільної цінності.

На це звертає увагу Л. Е. Гризун, зазначаючи, що «провідними вимогами до початкової підготовки, що висувуються для успішного засвоєння технічних дисциплін, є практична математична підготовка; знання конкретних понять, законів, теорій як дисциплін даної галузі, так і суспільних та природничо-математичних наук; володіння як загально інтелектуальними вміннями, так і вміннями постановки і розв'язання практичних технічних задач, математичного моделювання, моделювання на основі реальних моделей, практичного оцінювання; визначення ефективності, економічного ефекту на основі розрахунків, експериментування із реальними об'єктами практики або їх аналогами; володіння універсальним програмним забезпеченням разом із готовністю до роботи у предметно орієнтованих програмних середовищах, до проведення комп'ютерного моделювання; досвід практичної роботи із певними механізмами, пристроями тощо» [49, с. 53].

3. *Системний рівень* категоріальної інтерпретації дидактичної системи чи її методичної реалізації проявляється в комплексі вимог та адаптаційних заходів для роботи зі змістом предмету в певних навчальних умовах та опануванні відповідними професійними компетентностями, що характеризують, на думку А. А. Сухорукової, спроможність фахівця до діяльності [223] в межах певної системи навчання.

Цей рівень є обов'язковим у методичному проектуванні, оскільки відмінність педагогічних і організаційних умов, на функціонування в яких орієнтується методика навчання предмету, має в обов'язковому порядку враховуватися ще на етапі її розробки, тобто теза «різні системи навчання вимагають різних методик» має стати дидактичною аксіомою, що упереджує примітивне перенесення методики навчання будь-якої технічної (чи фундаментальної) дисципліни з однієї системи навчання в іншу.

Виходячи з цих міркувань, можна знайти пояснення щодо відсутності в сучасних освітніх стандартах підготовки фахівців дистанційної системи навчання, а також системи підготовки фахівців за індивідуальними освітніми маршрутами.

4. Технологія навчання технічних (чи фундаментальних) дисциплін презентує *технологічний рівень* реалізації розробленої методики і може інтерпретуватися в плані практичної здійсненності процесу навчання в тих умовах, на які зорієнтована методика, за наявності у фахівця відповідних професійних компетентностей, що забезпечують можливість технологічної реалізації процесу засвоєння основних понять, фактів і закономірностей певної технічної дисципліни.

Технологічний рівень є найбільш наближеним до реальної навчальної практики, оскільки технологічна реалізація процесу спрямовується на засвоєння змісту навчального предмету і передбачає систематичну навчальну діяльність, яка скеровується викладачем і вимагає від її учасників виконання конкретних технологічно зумовлених мислєдіяльнісних актів, в тому числі й розумових. Технологічний рівень вимагає від фахівця знання структурних,

змістових і функціональних характеристик багатьох прийомів, що можуть застосовуватися на різних етапах уроку, здатності методично грамотно застосовувати ці прийоми для досягнення належної якості опанування змістом теми чи навчальної дисципліни в цілому.

Для технічних дисциплін характерним є те, що «... їх завдання носять, як правило, ... практично спрямований характер, і зазвичай формулюються із використанням таких термінів, як розкрити основи функціонування; дати навички постановки задач; дослідити залежність (явища); експериментально виявити тощо. Завданнями технічних дисциплін є також формування технічного світогляду, закріплення на практиці знань про технологічну діяльність, спираючись на закони та закономірності розвитку природи, суспільства, виробництва і людини» [49, с. 53], а також формування умінь організації і проведення експериментальних досліджень та набуття необхідного досвіду у процесі навчання.

Уміння й досвід, що мають набуватися в експериментальних дослідженнях, вимагають такої побудови змісту технічних дисциплін, щоби забезпечувалася можливість:

- планомірного і систематичного формування теоретичного фундаменту в області інженерного експериментування;
- розкриття методології обраного напрямку інженерних знань;
- розгляду застосувань теорії інженерного експерименту до розв'язання практичних задач;
- ознайомлення з історією проведення інженерного експерименту та досягненнями в цій галузі на сучасному етапі розвитку науки;
- висвітлення ключових питань теорії і практики інженерного експерименту.

При визначенні змісту, на якому здійснюється формування умінь і набуття навчального досвіду з проведення інженерного експерименту в умовах навчального процесу зазвичай керуються такими *міркуваннями*:

- обсяг і зміст знань вомісткої предметної інформації має бути достатнім для формування у майбутніх фахівців системи понять та цілісних знань, що дають можливість усвідомлено розв'язувати базові задачі теорії, в тому числі й ті, що вимагають експериментальних досліджень;
- технічні і фундаментальні дисципліни, вивчення яких передбачено освітньо-професійною програмою підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю, повинні мати міжпредметні зв'язки не тільки понятійного, а й мислєдіяльнісного рівня, що надає можливість формування способів дій універсального плану;
- міжпредметні зв'язки в технічних і фундаментальних дисциплінах мають реалізовуватися в такий спосіб, щоб забезпечувати опанування майбутніми фахівцями знань і умінь з теорії інженерного експерименту;
- знання з теорії інженерного експерименту є основою для вирішення багатьох професійних завдань як інженерів-електромеханіків, так і інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю, оскільки експериментування є складовою змісту їхньої професійної діяльності.

Виходячи зі сказаного та беручи до уваги компетентнісні вимоги до проектування дидактичної системи дійдемо висновку про те, що основою змісту технічних дисциплін у компетентнісно зорієнтованих програмах підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю доцільно позиціонувати експериментальні дослідження як універсальний, міжпредметний вид практико-орієнтованої діяльності, що дозволяє прилучати майбутніх фахівців до інженерного експериментування з метою формування нових знань і практичних умінь як необхідних результатів засвоєння змісту відповідних дисциплін.

2.3. Розробка компетентнісно орієнтованої методики підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін

Методична діяльність при викладанні технічних дисциплін у процесі підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю являє собою систему заходів, що охоплює кілька напрямів, серед яких важливе місце відводиться забезпеченню аудиторних занять й організації самостійної роботи. Це обумовлено як змістом освітньо-професійної програми, так і тими виробничими функціями, що виділені в освітньо-кваліфікаційній характеристиці фахівців [220; 221], а також вимогами до рівня опанування професійними компетентностями [57; 74; 78; 135], необхідними для виконання комплексу професійних завдань [73; 130; 222] фахівцями електромеханічного профілю.

Експериментальні дослідження в технічних дисциплінах (на відміну від інших), що входять до освітньо-професійної програми підготовки інженерів-електромеханіків, виконують кілька важливих у дидактичному, пізнавальному й організаційному плані функцій: *інтегруючу, координуючу, узагальнюючу, нормативну, логіко-гносеологічну*.

Інтегруюча функція полягає в тому, що завдяки їй у майбутнього фахівця формується цілісне уявлення про сутність експериментальних досліджень в технічних галузях знань.

Координуюча функція експериментальних досліджень передбачає їх комплексне організаційно-методичне забезпечення з метою досягнення технологічної універсальності і наскрізної реалізації.

Узагальнююча функція експериментальних досліджень в технічних галузях знань забезпечує формування концепту ефективних підходів до дослідження проблем, в тому числі й технологічних процедур, що сприяють досягненню технологічної універсальності.

Нормативна функція полягає в тому, що за її допомогою формується нормативна база типових засобів, методик і прийомів експериментальних досліджень в технічних галузях знань та при опануванні змістом технічних дисциплін.

Логіко-гносеологічна функція позиціонує експериментальні дослідження в технічних галузях знань (як і у процесі вивчення технічних дисциплін) як джерело практико-орієнтованої пізнавальної діяльності та фахового досвіду.

Реалізація у процесі підготовки майбутніх фахівців цих функцій являє собою важливе прикладне завдання, що характеризує придатність випускників вищого закладу освіти до самостійної професійної діяльності і потребує належного методичного супроводу.

Виходячи з усталених форм забезпечення пізнавального процесу [8; 224], а також результатів досліджень комплексу питань, пов'язаних з інженерним експериментуванням [29; 39; 45; 50; 83; 142], дійдемо висновку щодо можливості цілеспрямованого і передбачуваного (за результатами) впливу на якість і практичну орієнтованість знань майбутніх фахівців через змістове наповнення аудиторних і позааудиторних форм навчальної діяльності або впровадження організаційних заходів, спрямованих на забезпечення ефективної реалізації зазначених вище функцій.

Якщо говорити про інженерне експериментування в фаховій діяльності електромеханіків, то слід першочергово взяти до уваги дослідження змістової інтерпретації теорії планування, організації і проведення експерименту в електроприводі, які були здійснені, зокрема Б. О. Івоботенком, М. Ф. Ільїнським, І. П. Копиловим [83], В. І. Ключевим [98], Б. Й. Фіраго, Л. Б. Павлячиком [2], а також роботу О. Д. Гольдберга [39], у якій запропоновано методику випробування електричних машин. Безперечною цінністю останньої роботи є розроблені автором блок-схеми, за якими може здійснюватися алгоритмізація промислових випробувань машин і які можуть

слугувати основою для методичного проектування експериментальної діяльності студентів у процесі опанування змістом технічних дисциплін.

Налаштування систем управління електроприводом, що може бути етапом інженерного експеримента, розроблене і наведене тільки в довідковій літературі [103; 218; 244], не зважаючи на те, що системи управління електроприводами є предметом вивчення в системах підготовки не тільки електромеханіків, а й інших фахівців.

Оскільки довідкова література – це особливе видання, яке, серед інших, відрізняється лаконічним і декларативним викладом змісту етапів налаштування, то застосування її у процесі формування знань з налаштування електроприводу на алгоритмічному етапі підготовки майбутніх фахівців до проведення інженерного експерименту має певні особливості [131], які потребують методичного компесування. Зокрема, довідники не містять розгорнутого викладу теоретичних відомостей, необхідних для усвідомлення змістової сутності етапів і окремих дій. Також вони часто відстають від конструктивної і елементної бази (охарактеризованої, наприклад, в давніх роботах [51; 71; 72; 129; 241] та ін.) застосованих на практиці систем управління електричними машинами.

Зі сказаного випливає необхідність розробки методичних матеріалів, що мають забезпечувати *методичний супровід* процесу формування знань і умінь, необхідних для *проведення експериментальних досліджень* у процесі викладання технічних дисциплін. Для реалізації такого завдання методичний супровід має скеровуватися на підтримку всіх аудиторних форм занять та організацію самостійної роботи майбутніх фахівців, включаючи індивідуальні навчальні завдання.

Серед аудиторних форм занять чільне місце посідає лекція – основна форма трансляції й інтерпетації великого обсягу систематизованої й фахово спрямованої інформації як орієнтовної основи для самостійної роботи [8, с. 182], на яку покладається завдання «встановлення зв'язку з усіма видами навчальної роботи: практикою, лабораторними, семінарськими й

іншими заняттями» [7, с. 323], а також забезпечення [198, с. 20] «... методологічної й організаційної основи для усіх форм учбових занять».

Практично всі фахівці [8; 78; 118; 216] дотримуються думки, що лекції з технічних дисциплін, де дискутуються питання експериментальних досліджень, – окрім формування орієнтовної основи для подальшого засвоєння студентами навчального матеріалу, – мають забезпечувати реалізацію комплексу цілей:

- *гносеологічної*, спрямованої на засвоєння сутності й змісту теорії інженерного експерименту;
- *методичної*, покликаної забезпечувати опанування загальних методичних знань і усталених методичних підходів до здійснення експериментальних досліджень;
- *розвивальної*, спрямованої на підвищення рівня опанування мислєдїяльнїсними процедурами, що супроводжують процес інженерного експериментування;
- *виховної*, зорїєнтованої на усвідомлення й формування світоглядних [10] компонентів особистості, усвідомлення нею доцїльностї проведення експериментальних досліджень.

Кожна з названих цілей у співвіднесенні з різнорівневою структурою системи (рис. 2.1) формування фахових компетенцій [12; 47] і компетентностей [32; 53; 204] у процесі студіювання методологічних засад експериментальних досліджень слугує основою для потенційного опанування майбутніми інженерами-електромеханіками компетентностями теоретичного [95] і системного рівня [75; 88; 109; 124; 144; 145], а також стимулює розвиток інтересу до інженерного експериментування і потреби в урізноманїтненні самостїйної роботи.

Зважаючи на те, що *інженерний експеримент активїзує пізнавальні процеси в комплексї з різнобїчним аналізом якїсних і кїлькїсних характеристик об'єктів дослідження*, зазначимо, що відповідно до цього виклад навчального матеріалу потребує побудови в такий спосїб, щоб

викладач упродовж лекційних занять мав можливість демонструвати студентам доцільні (й продуктивні) напрями міркувань і роздумів, варіанти обґрунтувань ключових положень, вихідні позиції для узагальнень тощо. При цьому важливим є стимулювання активного й творчого характеру розумової діяльності слухачів, що забезпечується проблемним викладенням [136] навчального матеріалу і може підкріплюватися самостійною пізнавальною діяльністю через застосування у навчальному процесі робочих зошитів (додаток А) із завданнями, виконання яких вимагає усвідомленого опрацювання змісту кожної з тем.

Реалізація проблемного підходу до *лекційної презентації змісту* технічних дисциплін передбачає поетапність, що зумовлюється специфікою дисциплін, сутністю інженерного експериментування, а також колом тих практичних задач, розв'язання яких передбачається в майбутній професійній діяльності. Серед етапів проблемно-орієнтованих лекцій прийнято виділяти: орієнтовний, постановочний, пошуковий, настановний, реконструктивний та контрольньо-варіативний [5].

Зокрема, орієнтовний етап лекції (як складової змістового модуля) має на меті формування уявлення про предмет розгляду та визначає основні завдання і пізнавальні можливості інженерного експерименту в межах кожного модуля певної технічної дисципліни (наприклад, теорії електроприводу).

Постановочний етап лекції вирішує завдання спонукання слухачів до позитивної мотивації й формування інтересу до предмету розгляду засобами і можливостями інженерного експериментування, заснованого на реальній виробничій діяльності за профілем технічної дисципліни.

На цьому етапі зазвичай слухачам пропонують огляд наступних питань:

- важливих моментів теорії і практики, зокрема й тих питань, що стосуються інженерного експериментування;
- внеску вітчизняних і зарубіжних учених, що працюють в певній

галузі знань в її розвиток взагалі і застосування інженерного експерименту зокрема;

- літератури, що може рекомендуватися для опрацювання в межах змістового модуля;
- наукові доробки й утруднення в даній галузі знань;
- перспективні напрями розвитку галузі знань як основи практико-орієнтованої діяльності.

Варіативний етап має вирішувати завдання залучення слухачів до самостійної роботи. Зазвичай із цією метою до уваги студентів пропонуються гіпотези про найбільш прості варіанти усунення «вузьких місць» в інженерному експериментуванні і завдяки такому підходу виникає перспектива залучення студентів до науково-дослідної діяльності у вигляді пошукової роботи.

Контрольний етап покликаний концентрувати увагу студентів на значущості змісту навчального модуля як для курсу в цілому, так і для практичної діяльності за профілем дисципліни.

Для змістово-предметної деталізації зазначеного можна звернутися до прикладу побудови й фрагментарно-змістового наповнення лекції «Розробка структури експериментального комплексу», яка орієнтується на розгляд ключових питань інженерного експериментування на основі проблемного підходу.

Гносеологічну мету цієї лекції доцільно сформулювати таким чином: формування у студентів ключових понять і змістових уявлень щодо розробки експериментального комплексу для інженерного експериментування.

Методичною метою такої лекції може вважатися формування первинних методичних знань щодо проектування й розробки структури експериментального комплексу для проведення інженерних експериментів.

Розвивальну мету можна вбачати у підвищення обізнаності студентів щодо інженерного експериментування та їхнього подальшого професійно-інтелектуального розвитку.

Виховна мета такої лекції може полягати у розвитку й закріпленні особистісних переконань щодо корисності інженерного експериментування у професійній діяльності.

На орієнтовному етапі обраної для прикладу лекції студентів доцільно ознайомити з виробничою ситуацією, що потребує застосування експериментальних методів: наприклад, на заводі-виробнику виникла потреба у дослідження електроприводу компресорної установки за умови, що в наявності є комплектний електропривод та асинхронний двигун.

На постановочному етапі лекції студентам пропонується схема міркувань, котра дозволяє визначити й сформулювати вимоги й умови проведення інженерного експерименту з дослідження електроприводу компресорної установки.

Для дослідження електроприводу під навантаженням необхідна наявність відповідного навантаження. Але на момент дослідження механізм компресора відсутній, бо він виготовляється на іншому підприємстві. Це створює проблему і виявляє суперечність виробничої ситуації – між необхідністю провести дослідження електроприводу і відсутністю реального навантаження, на яке має розраховуватися цей електропривод.

Природно, що для вказаної суперечності має бути обраний (запропонований) шлях в ході лекційного заняття, тому окреслена проблемна ситуація сприяє виникненню у студентів інтересу до того, що вивчається.

На наступному, пошуковому етапі лекції мають аналізуватися вимоги, що пред'являються до дослідження електроприводу компресорної установки, формуватися (обиратися) можливий план реалізації цих вимог у загальному вигляді. Вирішення зазначеної суперечності має бути логічно пов'язане з дослідженням низки конкретних питань і завдань:

- 1) З'ясувати, у чому полягає різниця між дослідженням електроприводу компресорної установки під навантаженням і на холостому ході?

- 2) Спрогнозувати роботу електроприводу під навантаженням без відповідного дослідження.
- 3) Оцінити достовірність прогнозу його роботи.
- 4) Чи можна цей прогноз вважати достатньо достовірним?
- 5) З'ясувати, які вимоги пред'являються до пристроїв навантажень?
- 6) Чи потрібно, щоб пристрій навантаження враховував характер роботи компресорної установки?

На настановному етапі проблемної лекції слухачам повідомляється, що для розв'язання вказаних суперечностей існують спеціальні структури експериментального комплексу для автономного експерименту з урахуванням наявності декомпозиції об'єкту, з імітацією стимулюючих дій при частковій ізоляції досліджуваного об'єкта. Далі доречно продемонструвати структури експериментальних комплексів і схарактеризувати кожен з них.

На реконструктивному етапі відбувається остаточне розв'язання проблемної ситуації, окресленої на постановочному етапі лекції. З урахуванням того, що було зазначено на настановному етапі, слухачі підводяться до висновку, що за відсутності пристрою навантаження може використовуватися структура з імітацією відповідних стимулюючих дій. Вибір складу таких стимулюючих дій ґрунтується на аналізі вимог, що пред'являються до інженерного експерименту і штатних режимів роботи компресора [45, с. 68–74; 83, с. 134–142].

Контрольно-варіативний етап присвячується аналізу результатів вирішення проблемної ситуації та за можливості обговорюються нові варіанти розв'язання задачі (якщо вони є), визначаються можливі заходи оптимізації та відповідні оптимізаційні критерії. Оцінка доцільності обраного рішення здійснюється за методом експертних оцінок: експерти аналізують достоїнства й недоліки використаної структури; оцінюють затрати на проведення інженерного експерименту, враховуючи вартість експериментального комплексу, витрати на налаштування та калібрування

приладів, також витрати на проведення експерименту з урахуванням часу. У разі виявлення недоліків розглядаються можливі шляхи їх усунення.

Якщо говорити про опанування майбутніми фахівцями практико-орієнтованих умінь і навичок, то при проблемному підході до організації лабораторних (практичних) занять та самостійної роботи з'являється можливість досягнення нової якості знань та рівня усвідомленості дій у процесі проведення інженерного експерименту.

Для реалізації проблемного підходу в цьому варіанті основним напрямом є насичення змісту занять спеціально дібраними завданнями, які передбачають опанування розумових дій, аналітична складова яких базується на характеристиках технічних прототипів та їхньому впливі на роботу електромеханічних пристроїв.

В узагальненому вигляді завдання можуть мати наступний вигляд:

- 1) З'ясувати, які математичні моделі можуть використовуватися для характеристики електроприводу постійного струму.
- 2) Які показники електромеханічної системи можуть вважатися такими, що характеризують її динаміку?
- 3) Які з методів визначення стійкості систем можуть застосовуватися до електромеханічної системи?
- 4) Розкрити функціональну сутність показників, що характеризують статичний режим роботи електроприводу постійного струму.
- 5) Яким чином можна оцінити енергетичні показники приводу?
- 6) Охарактеризувати методи оцінки надійності систем.
- 7) Яким чином можна визначити економічні показники електромеханічної системи?

Окрім групових завдань, що передбачають осмислення й розв'язання навчальних проблем, можуть використовуватися й індивідуальні завдання, наприклад:

- 1) Провести порівняльний аналіз представлення координат у відносних і абсолютних одиницях.

- 2) Скласти структурну схему електроприводу постійного струму за наявності нелінійностей.
- 3) Визначити допущення, що приймаються при лінеаризації нелінійних систем.
- 4) Оцінити вплив допущень на точність оцінки системи електроприводу.

Разом з аудиторними заняттями, де у процесі викладання технічних дисциплін майбутні фахівці мають можливість набувати знань й опановувати уміннями експериментальних досліджень, ефективним джерелом знань про суть, зміст і методику проведення інженерного експерименту є навчальна (наприклад, [9; 29; 50; 229; 181; 182; 142; 230; 241] та ін.) і спеціальна (науково-технічна) література (наприклад, [28; 45; 67; 83; 189; 207; 243] й ін.), періодичні видання (наприклад, «Електромеханічні системи та автоматизація. Електричні машини і апарати. Енергетика» – КрНУ імені М. Остроградського, «Енергетика: економіка, технології, екологія» – НТУ «КПІ» тощо) та інші інформаційні ресурси (наприклад, <http://elibrary.nubip.edu.ua/>, <http://window.edu.ru/>, <http://office.microsoft.com/uk-ua/excel-help/HP010342762.aspx> та ін.), на яких презентуються матеріали, присвячені інженерному експериментуванню в різних технічних галузях. Робота з різними інформаційними джерелами, що передбачається при плануванні домашніх завдань студентів, вимагає вдумливого опрацювання матеріалу, осмислення змісту прочитаного, певного рівня узагальнень та засвоєння ключових інформаційних блоків з подальшою їх трансформацією у знаннєві одиниці.

Питання методичної підготовки фахівців електромеханічного профілю в останнє десятиліття студіювалися багатьма науковцями і оприлюднювалися в окремих статтях [14; 33; 75; 88; 110; 144; 145; 202; 203], дисертаційних дослідженнях В. В. Борисова [27], П. В. Васюченка [32], Р. С. Гуревича [55], В. П. Косирева [109], П. О. Силайчева [215], Л. З. Тархан [225], Н. Є. Ерганової [246] та узагальнювалися в навчальній літературі

[99; 100; 138; 139; 186; 219; 245]. Однак, не зважаючи на їх різноаспектність і глибину студіювання, питання підготовки інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін залишалося без уваги.

Це призводило до того, що методичний супровід експериментальних досліджень зводився до використання результатів і довідкових рекомендацій, поданих у [103; 218; 244] та інших аналогічних виданнях, мало придатних для використання у навчанні.

Беручи це до уваги і зважаючи на зазначені результати наукових пошуків та виходячи із викладеного у пп. 1.3, 2.1–2.3, обґрунтуємо методологічні і частково-дидактичні позиції, на яких доцільне проектування і розробка методики навчання експериментальній діяльності у процесі опанування змістом технічних дисциплін.

При цьому будемо виходити з того, що ця методика навчання породжується запроваджуваною у навчальний процес моделлю методичної підготовки майбутніх фахівців.

Підготовка інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень включає взаємопов'язані і взаємозумовлені *суб'єктно-діяльнісні* та *функціональні* складники: методологічний, структурно-логічний, інструментально-дидактичний, організаційно-технологічний, діагностично-результативний. Ці складники у сукупності їхніх зв'язків визначають структурну модель методичної підготовки фахівців (рис. 2.1), спрямованої на опанування компетентностями концептуального, теоретичного, системного, технологічного рівнів на змісті технічних дисциплін, для яких наскрізним об'єднуючим стрижнем є інженерне експериментування.

Суб'єктно-діяльнісні складники підготовки інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень охоплюють:

- *закономірності* навчальної діяльності студента і методичної діяльності викладача;
- *мотиваційні чинники* щодо опанування предметними компетенціями (знання, уміння, досвід, світоглядні уявлення), які формуються на змісті технічних дисциплін;
- *пізнавальну активність* суб'єкта навчання;
- *рефлексивну взаємодію* з іншими суб'єктами навчального процесу;
- *комунікаційні інструменти*, що забезпечують адекватне розуміння і трансляцію інформації, яка є предметом обміну, включаючи її ціннісні якості.

Говорячи про рефлексивну взаємодію суб'єктів, ми маємо на увазі таку взаємодію двох суб'єктів навчального процесу, при якій кожен із суб'єктів як впливає на інший, так і відчуває вплив з її боку іншого. В результаті такої взаємодії обидва суб'єкти або приходять до стану «спокою», або процес їх пізнавального вдосконалення ніколи не добігає кінця. Відповідно до ролі, виконуваної суб'єктами у рефлексивній взаємодії, вони наділяються або функцією впливу, або функцією сприйняття [112].

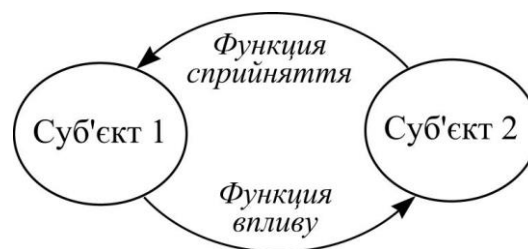


Рис 2.2. Схема рефлексивної взаємодії суб'єктів

Функціональні складники у цілому відображають *концептуальні засади, теоретико-методологічні підходи, дидактичний інструментарій і технологічний конструктивізм*, зорієнтовані на раціональну доцільність і економність у початкових засобах і прийомах, що дозволяють забезпечити реалізацію цілей навчання інженерів-електромеханіків експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін. Зокрема, вони

характеризують гностичну, логічну, проектувальну, інтегративну, конструктивну, організаційну, регулятивну спрямованість фахової підготовки майбутніх інженерів-електромеханіків до практичної діяльності.

Методологічний складник слугує меті визначення методологічної основи, на якій буде базуватися підготовка інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін. Як зазначали С. У. Гончаренко і В. А. Кушнір, «методологія багато в чому детермінує створення чи вибір методики і засобів дослідження» [41, с. 15], а отже від її напряму залежать результативні потенції методичної системи і, врешті решт, – отримувані результати.

Відомо, що «у «класичному» розумінні педагогічне ... [проектування] здійснюється за загальноприйнятою схемою, коли вибирається одна з методологій, на якій і буде ґрунтуватися ... [методичний проект]. При абсолютизації такого підходу ... [методист] обмежений рамками вибраної методології [тобто, методологічної основи] ... Наприклад, він може вибрати «класичну», «некласичну» і «постнекласичну» методологію. Перша ґрунтується на ідеях і принципах класичної науки ... [і] її постулатами є однозначність і повна визначеність законів педагогіки, можливість повторення педагогічного експерименту, суб'єктно-об'єктне управління педагогічним процесом ...

Некласична парадигма передбачає ймовірнісний характер педагогічних закономірностей, постнекласична – синергетичний. Знаходячись у світі однієї методології і будуючи своє наукове дослідження ... в просторі її можливостей, [методист] ... явно чи неявно ... [лишає поза увагою] інші методологічні підходи, а свою ... модель певного аспекту педагогічної реальності ... [позиціонує як] єдино науково правильну ... , [бо] кожна методологія дослідження має свою логіку» [41, с. 16–17].

Структурно-логічний складник ґрунтується на тих концептуальних засадах, що позиціонують кожен технічну дисципліну в загальному

світоглядному, інтелектуальному і професійному розвитку фахівця електромеханічного профілю, та забезпечує таку організацію змісту навчальної дисципліни, яка б дозволяла через пріоритетність інженерного експериментування досягати належної якості практичної підготовки випускників.

Інструментально-дієвий складник характеризує комплекс тих дидактичних об'єктів, що забезпечують методологічний та інструментальний супровід навчальної діяльності, спрямованої на засвоєння змісту технічних дисциплін за умови наскрізного відображення в ньому завдань, що потребують експериментальних досліджень.

Інструментальний супровід навчальної діяльності передбачає виділення з усього розмаїття існуючих методів, засобів і прийомів тих, які за діяльнісними характеристиками [126, с. 117–118] можуть вважатися доцільними для застосування при проведенні експериментальних досліджень у процесі засвоєння змісту технічних дисциплін. Методологічний супровід передбачає вибір серед відомих підходів до організації навчання (гуманістичний, аксіологічний, особистісний, діяльнісний, ресурсний, системний, синергетичний, *компетентнісний* [90] та ін.) такого, який відповідає нормативним вимогам, що пред'являються до фахівців відповідного освітнього рівня [226], а також визначення пріоритетних стилів презентації змісту початкових дисциплін та організації навчальної діяльності, спрямованої на його засвоєння.

Організаційно-технологічний складник забезпечує організацію і проведення експериментальних досліджень при засвоєнні змісту технічних дисциплін як органічного компонента навчальної діяльності, що здійснюється за певною технологією, яка спроектована відповідно до концептуальних засад і теоретико-методологічних підходів до реалізації цілей навчання інженерів-електромеханіків [226]. Цей складник ґрунтується на методичній і технологічній *компетентності викладача*, специфічним

виявом якої виступає предметно-зорієнтоване інтегративне компетентнісне утворення як фахова якість його особистості.

Діагностично-результативний складник включає діагностичні та критеріально-оцінні засоби, що дозволяють здійснювати поточний і підсумковий контроль за ходом опанування майбутніми фахівцями знань і умінь проведення експериментальних досліджень у процесі засвоєнні змісту технічних дисциплін [85], а також завдяки зворотному зв'язку вживати корегувальних заходів.

Об'єктивуючи та поєднуючи в функціонально-цільову сукупність компоненти процесу підготовки інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень при засвоєнні змісту технічних дисциплін, дійдемо до наступної структури професійної підготовки (рис. 2.3 – авторський), спрямованої на опанування різнорівневих компетентностей, що характеризують методичну підготовленість майбутнього фахівця.

Інформаційний розвиток, досягнутий суспільством в останні десятиліття, спричинив поширення комп'ютерних засобів та нових інформаційних інструментів в усіх сферах людської діяльності, зокрема – в конструкторській, інженерно-технічній, статистико-математичній та ін. Певна частина таких інформаційних інструментів реалізована у комп'ютерних прикладних програмах, придатних для використання в експериментальних дослідженнях у процесі засвоєння змісту технічних дисциплін.

При цьому не виключається можливість не тільки безпосереднього їх застосування при проведенні електромеханічних експериментів, а й моделювання з їх допомогою експериментального середовища, у межах якого виявляються доступними для дослідження різні властивості електромеханічних систем.

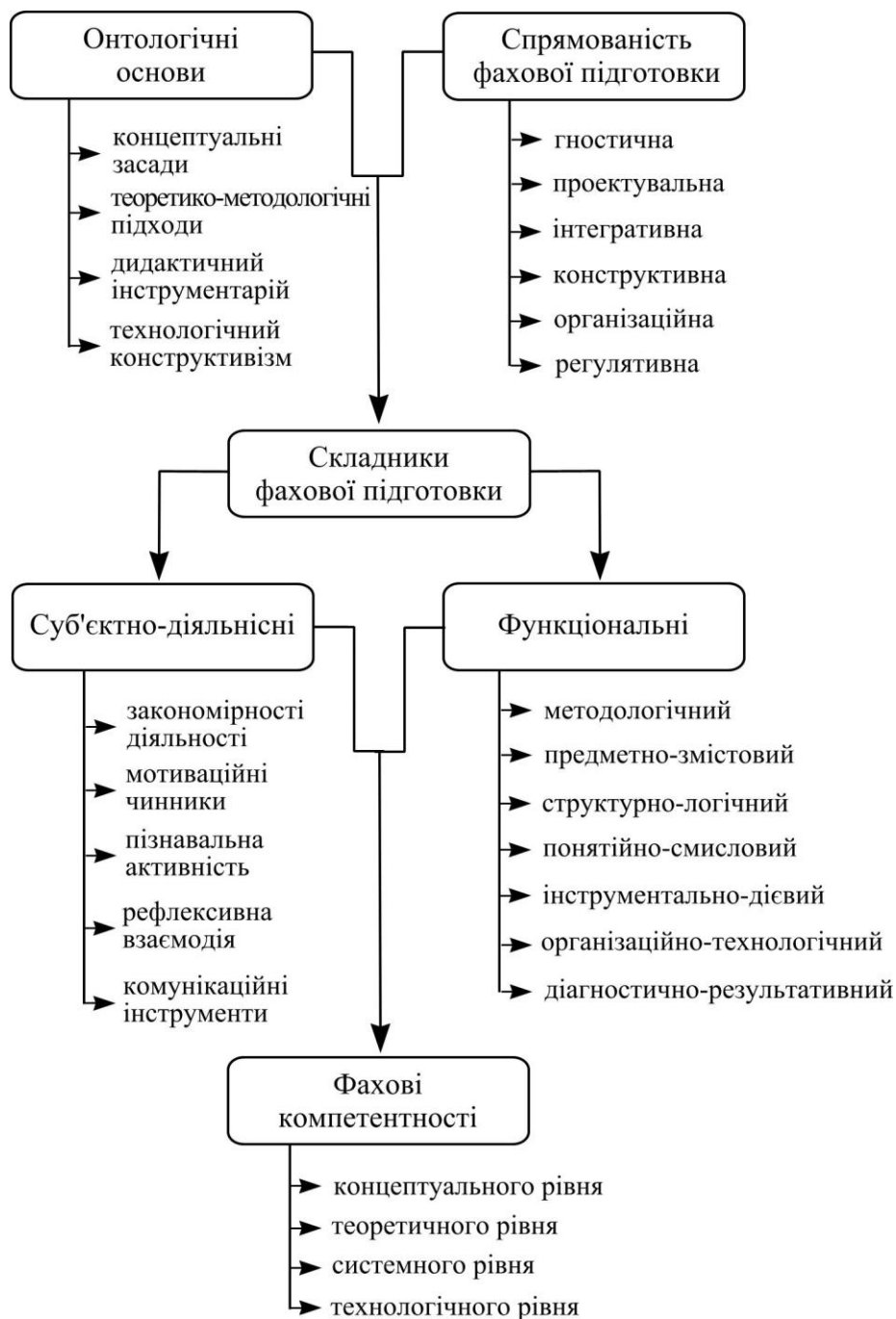


Рис. 2.3. Структура підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень

Виходячи з цього, можна вважати, що залучення інженерів-педагогів електромеханічних спеціальностей до експериментальної діяльності має відбуватися за певних педагогічних умов, серед яких першочерговими є:

– належне матеріально-технічне забезпечення, яке ґрунтується на сучасних комп'ютерних засобах і прикладному програмному забезпеченні, що надає можливість застосовувати ефективні інформаційні інструменти;

– відповідне методичне забезпечення, зорієнтоване на використання прикладного програмного забезпечення і комп'ютерних інформаційних інструментів;

– створення єдиного експериментального середовища, придатного для моделювання властивостей електромеханічних систем в межах змісту технічних дисциплін, наявних у програмі підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю;

– забезпечення сприятливого мотиваційного супроводження як основи для усвідомлення майбутніми інженерами-педагогами значення експериментальної діяльності в їхній майбутній роботі.

Враховуючи зазначене вище та беручи за основу структуру підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень (рис. 2.3) у процесі опанування змістом технічних дисциплін, можна спроектувати модель методичної підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до експериментальних досліджень у процесі опанування змістом технічних дисциплін на компетентнісній основі (рис. 2.4 – авторський).

Структурними компонентами цієї моделі слугують методологічний інструментарій (цільові орієнтири, принципи і підходи), теоретико-методичні складники (суб'єктно-діяльнісні, функціонально-змістові, організаційно-діяльнісні) та технологічні складники (методи, засоби, умови, організаційна база), включаючи безпосередньо етап формування умінь та діагностики й оцінювання навчальних досягнень, що дозволяє визначати рівень сформованості умінь.

Сукупність відзначених вище ключових чинників, реалізована разом зі структурою фахової підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін, слугує основою для визначення змістово-цільової основи і методичної стратегії проектування комплексу лабораторних і практичних занять.

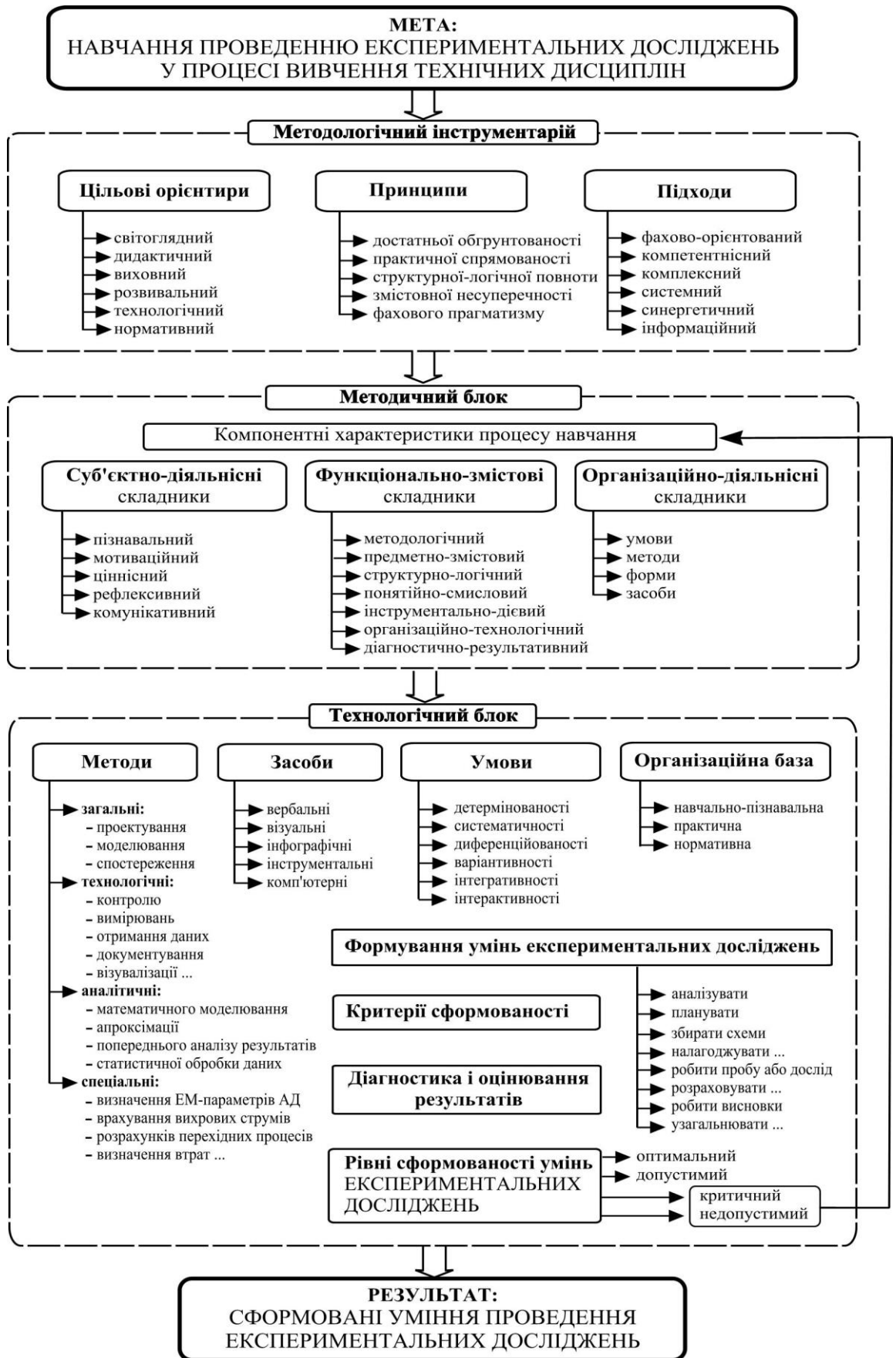


Рис. 2.4. Модель методичної підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до експериментальних досліджень у процесі опанування змістом технічних дисциплін

Виходячи з положень, зазначених вище та врахованих при розробці моделі методичної системи навчання експериментальних досліджень на компетентнісній основі, конкретизуємо *ключові домінанти методики* проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін, які реалізуються в комплексі лабораторних і практичних занять:

1) забезпечення пізнавальної діяльності майбутніх фахівців при виконанні лабораторних робіт ґрунтується на поєднанні самостійної та частково контрольованої діяльності;

2) частково контрольована діяльність студентів організується на основі проблемного й дослідницького методів; це передбачає таку постановку завдань і таке їх смислове подання, яке активізує фундаментальні й предметні знання інженерів-педагогів та стимулює пошук варіантів досягнення результату;

3) самостійна робота студентів організується, виходячи з постановки конкретних завдань [222, с. 165], які передбачають використання набутих фундаментальних і спеціальних знань;

4) організація пізнавальної діяльності майбутніх інженерів-педагогів при проведенні експериментальних досліджень планується для поетапного здійснення:

– ознайомлення з завданнями, загальною метою і змістом роботи, обладнанням, рекомендованою літературою;

– попереднє ознайомлення з основними теоретичними відомостями, необхідними для виконання завдань роботи, та з'ясування мети виконання кожного з цих завдань;

– осмислення основних теоретичних відомостей як основи для вибору методики і визначення умов її застосування;

– оцінка можливих результатів експериментального дослідження, передбаченого в роботі;

- практичне застосування актуалізованих знань, необхідних при застосуванні обраної методики експериментального дослідження;
- підведення підсумків експериментального дослідження, підготовка висновків і рекомендацій;
- «вигляд назад» – постаналіз виконання завдань роботи.

На основі схарактеризованої методики проектувалися лабораторні роботи, передбачені при вивченні технічних дисциплін інженерами-педагогами електромеханічного профілю (див. додатки Ж–К).

Практичні роботи, зорієнтовані на опанування студентами уміннями експериментальної діяльності при вивченні технічних дисциплін, передбачають, зокрема:

- ілюстрацію методів застосування теорії до експериментальних досліджень і формування у студентів досвіду вирішення базових завдань;
- формування і розвиток умінь виконання розрахунків, притаманних експериментальним дослідженням;
- закріплення теоретичних знань при інженерному експериментуванні на практичних (і лабораторних) заняттях;
- конкретизацію й поглиблення теоретичного матеріалу, що планувався до вивчення у процесі викладання технічних дисциплін;
- розвиток інженерного світогляду й фахового мислення, інтересу до експериментальних досліджень тощо.

У процесі проведення практичних робіт з технічних дисциплін, на яких пріоритет віддається інженерному експериментуванню, для опанування студентами проектується комплекс умінь, що відносяться до категорії затребуваних у майбутній практичній діяльності (див. табл. 2.1).

**Фахово значущі уміння,
що формуються при інженерному експериментуванні**

№ п/п	Уміння	Базові дисципліни, де формується уміння
1	вирішувати завдання, пов'язані з визначенням параметрів об'єктів інженерного експерименту	електричні машини, теорія електроприводу, елементи систем автоматики, перетворювальна техніка, системи управління електроприводами
2	складати схеми (принципові, функціональні, структурні) об'єктів інженерного експерименту	електричні машини, теорія електроприводу, елементи систем автоматики, перетворювальна техніка, системи управління електроприводами
3	будувати графіки експериментальних залежностей	вища математика, фізика, інформатика
4	застосовувати статистичні методи обробки результатів експериментальних досліджень	вища математика, інформатика, теорія електроприводу
5	складати план інженерного експерименту	теорія електроприводу; перетворювальна техніка, системи управління електроприводами
6	документувати й оформляти результати експериментальних досліджень	українська мова за професійним спрямуванням
7	виконувати роботу згідно вимог техніки безпеки	безпека життєдіяльності, основи екології

Грунтуючись на результатах дослідження Г. О. Балла [13], де умотивовуються класифікації навчальних завдань за різними основами (за приналежністю до певної теорії, за ступенем узагальненості, за характером змісту та ін.), а також структурою (за способом задання умови, за характером

представлення даних, за характером вимог тощо), можемо виділити ті з них, які доцільно згрупувати за змістом при використанні у процесі підготовки інженерів-електромеханіків до експериментальної діяльності при викладанні технічних дисциплін:

- типові (не проблемні), які містять стереотипні, відомі дії;
- дослідницькі, які передбачають отримання результату шляхом комбінування відомих дій і раніше отриманих результатів;
- ситуативно-виробничі завдання, що містять проблему, яку необхідно вирішити.

Залежно від змісту технічних дисциплін, в межах яких планується експериментальна діяльність, формулюються відповідні завдання, концептуальне спрямування яких близьке до прикладів, поданих у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

**Приклади типових завдань,
що розв'язуються у процесі експериментальних досліджень
при вивченні технічних дисциплін**

Типи задач	Приклади задач
Типова (не проблемна)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити послідовність робіт при проведенні інженерного експерименту з урахуванням гігієнічних умов. 2. Визначити технічні параметри об'єкта дослідження. 3. Виконати кореляційний аналіз експериментальних даних. 4. Скласти графік етапного виконання робіт при проведенні інженерного експерименту з урахуванням технологічних перерв у роботі. 5. Скласти звіт за результатами інженерного експерименту. 6. Скласти карту налаштування електроприводу.

Типи задач	Приклади задач
Дослідницька	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити, яка з даних електромеханічних систем є більш ефективною відносно параметра p. 2. Дослідити динаміку змін навантаження системи протягом проміжку часу T. 3. З'ясувати оптимальні параметри електромеханічної системи в даних виробничих умовах.
Ситуаційно-виробнича (проблемна)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити швидкодію електроприводу у виробничих умовах. 2. Скласти план інженерного експерименту для дослідження електроприводу у виробничих умовах. 3. Розробити план прийняття групового рішення в ході обговорень результатів інженерного експерименту.

У процесі підготовки майбутніх інженерів-електромеханіків до експериментальних досліджень навчальні завдання можуть передбачати різні способи виконання залежно від наявного інструментарію, засобів обробки даних тощо. Досвід використання такого роду завдань відомий ще за радянських часів з класичних навчальних джерел, підготовлених С. М. Вешеневським [35], В. П. Єсаковим і В. І. Топоровим [72].

Враховуючи відзначені особливості навчальних завдань при проектуванні практичних робіт з «Теорії електроприводу», відзначимо що з метою підготовки студентів до проведення інженерного експерименту урізноманітнення завдань може бути таким.

Механіка електроприводу

1. Визначте стійкість механічної частини приводу різними методами.
2. Побудуйте механічні перехідні процеси.

Інженерний експеримент

1. Складіть план інженерного експерименту.

2. Оптимізуйте план інженерного експерименту за критерієм мінімальних тимчасових витрат.
3. Складіть карту контролю за проведенням інженерного експерименту.

Електропривод з двигуном постійного струму

1. Визначте параметри структурної схеми електроприводу постійного струму з урахуванням пружності і без та виконайте їх порівняльний аналіз.
2. Побудуйте пускову діаграму двигуна постійного струму.
3. Лінеарізуйте статичні характеристики двигуна послідовного збудження.
4. Складіть структурну схему системи ТП-Д із зворотним зв'язком.
5. Розробіть порядок проведення типового випробування двигуна постійного струму.

Електропривод з асинхронним двигуном

1. Визначте діапазон дійсності лінеаризованої структурної схеми асинхронного двигуна.
2. Проведіть порівняння характеристик асинхронного двигуна при живленні від джерела напруги і джерела струму.
3. Складіть карту налагодження асинхронного електроприводу з перетворювачем частоти.

Електропривод з синхронним двигуном

1. Наведіть пускову характеристику синхронного двигуна при асинхронному пуску.

Такого типу завдання передбачаються до використання у навчанні на практичних заняттях практикуму з «Теорії електроприводу». При плануванні заняття враховується методична структура фахової підготовки та ті чинники, що в комплексі з її структурантами можуть позиціонуватися як методика підготовки інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень.

Концептуальні приклади, наведені нижче, дають уявлення про практичне втілення охарактеризованих вище методичних ідей в конкретні розробки практичних занять, які мають на меті підготовку студентів до проведення інженерного експерименту.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

Тема: Побудова природних характеристик асинхронного двигуна.

Мета: Навчити студентів розраховувати природні механічні і електромеханічні характеристики асинхронного двигуна з фазним ротором та візуалізувати їх.

Структура заняття

1. Постановка завдання

Розрахувати і візуалізувати природну механічну і електромеханічну характеристики асинхронного двигуна.

2. Аналіз умови завдання

Завдання 1. Визначити всі відомі дані асинхронного двигуна.

Завдання 2. Навести схему включення двигуна.

3. Складання плану виконання завдання

Завдання 1. Скласти рівняння природної механічної і електромеханічної характеристики асинхронного двигуна з обліком і без урахування активного опору статора.

Завдання 2. Визначити невідомі величини в даних рівняннях.

Завдання 3. Дібрати формули, що дозволяють знайти невідомі величини.

4. Реалізація плану виконання завдання

Завдання 1. Знайти значення невідомих величин за точними і спрощеними формулами Клосса та використати їх при знаходженні механічної і електромеханічної характеристик.

Завдання 2. Вважаючи, що показник ковзання знаходиться в межах від 0 до 1, визначити відповідні йому значення моменту і приведенного струму ротора.

Завдання 3. Побудувати залежності на координатній площині із зазначенням характерних точок: холостого ходу, номінальною, критичною і пусковою.

5. Підсумковий етап виконання завдання

Порівняти побудовані характеристики з урахуванням і без урахування активного опору статора.

Зробити висновки щодо можливості нехтування активним опором статора.

Методичні зауваження щодо організації практичної роботи на занятті

Для виконання роботи необхідно обрати й належним чином обґрунтувати спеціальний метод дослідження (див. п. 1.1), що відповідає змісту й меті завдання.

Експериментальні кроки мають плануватися з відповідним обґрунтуванням доцільності їх вибору й прогнозування отриманого (по їх завершенню) результату.

При виборі формул для розрахунку характеристик двигуна необхідно звернути увагу на те, що при цьому можна використовувати різні початкові дані і отримати кілька результатів. Приклад оформлення початкових даних наведено у табл. 2.3.

Для опрацювання методики розрахунку статичних характеристик асинхронного двигуна має плануватися дві академічних години.

Приклад оформлення
початкових технічних даних асинхронного
двигуна з фазним ротором

Найменування	Розмірність	Значення
Номинальна потужність, $P_{НОМ}$	кВт	
Номинальна напруга мережі, $U_{мережі}$	В	
Номинальна частота мережі, що живить $f_{мережі}$	Гц	
Номинальна частота обертів, $n_{НОМ}$	об/хв	
Номинальний струм ротора, $I_{2НОМ}$	А	
Напруга між кільцями ротора, $U_{2НОМ}$	В	
Перевантажувальна здатність $\lambda = M_{ТР} / M_{НОМ}$	—	
Активний опір статора, r_1	Ом	
Індуктивний опір статора, x_1	Ом	
Активний опір ротора, r_2	Ом	
Індуктивний опір ротора, x_2	Ом	
Коефіцієнт трансформації напруги, $k_{ТР}$	—	

Для фіксації розрахунків доцільно використовувати спеціальну форму, приклад якої подано в табл. 2.4.

Форма для нотування
результатів розрахунку статистичних характеристик
асинхронного двигуна

Найменування	Обчислювальна формула	Результат розрахунку
Синхронна швидкість обертання	$n_0 = \frac{60 \cdot f_1}{p}$	
Номінальне ковзання	$S_{НОМ} = \frac{n_0 - n_{НОМ}}{n_0}$	
Номінальна швидкість обертання	$\omega_{НОМ} = \frac{n_{НОМ}}{9,55}$	
Приведений активний опір ротора	$r_2 = r_2 \cdot k_e^2$	
Приведений індуктивний опір ротора	$x_2 = x_2 \cdot k_e^2$	
Номінальний момент за спрощеною і точною формулою	$M_{НОМ} = \frac{P_{НОМ}}{\omega_{НОМ}}$	
	$M_{НОМ} = \frac{3 \cdot (U_1)^2 \cdot r_2}{\omega_0 \cdot S_{НОМ} \left[\left(r_1 + \frac{r_2}{S_{НОМ}} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]}$	
Критичне ковзання	$S_{КР} = S_{НОМ} \cdot \left(\sqrt{\lambda^2 + 1} + \lambda \right)$	
	$S = \frac{r_2}{\sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2)^2}}$	

Найменування	Обчислювальна формула	Результат розрахунку
Критичний момент	$M_{KP} = M_{НОМ} \cdot \lambda$	
	$M_{KP} = \frac{3 \cdot (U_1)^2}{2 \cdot \omega_0 \cdot \left[r_1 \pm \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2)^2} \right]}$	
Механічна характеристика за точною формулою Клосса	$M = \frac{2 \cdot M_{KP} (1 + a \cdot S_{KP})}{\frac{S_{KP}}{S} + \frac{S}{S_{KP}} + 2 \cdot a \cdot S_{KP}}$	
Механічна характеристика за спрощеною формулою Клосса	$M = \frac{2 \cdot M_{KP}}{\frac{S_{KP}}{S} + \frac{S}{S_{KP}}}$	
Механічна характеристика через опір	$M = \frac{3 \cdot (U_1)^2 \cdot r_2}{\omega_0 \cdot S \cdot \left[\left(r_1 + \frac{r_1}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2 \right]}$	
Рівняння електромеханічної характеристики зі схеми заміщення з урахуванням r_l	$I_2 = \frac{U_r}{\sqrt{\left(r_1 + \frac{r_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2}}$	
Рівняння електромеханічної характеристики зі схеми заміщення без урахування r_l	$I_2 = \frac{U_r}{\sqrt{\left(\frac{r_2}{S} \right)^2 + (x_1 + x_2)^2}}$	

Найменування	Обчислювальна формула	Результат розрахунку
Рівняння електромеханічної характеристики з механічної характеристики	$I_2 = \sqrt{\frac{M \cdot \omega_0 \cdot S}{3 \cdot r_2}}$	

За результатами розрахунків будуються графічні залежності:

$M = f(S)$ – за точною, спрощеною формулами Клосса і при розрахунку через опори;

$I_2 = f(S)$ – за схемою заміщення з урахуванням і без урахування r_1 , а також на основі механічної характеристики.

Специфікою такої практичної роботи є виконання завдання з поліваріантними початковими даними та із застосуванням поліваріантного алгоритму розв’язання. Це призводить до того, що результати розрахунків при виконанні завдання за різними алгоритмами виходять різні.

Крім практичних робіт, у яких передбачається виконання завдань за різними початковими даними, особливе місце посідають також ситуативні завдання, приклад якого подано нижче. Вони характеризуються: недостатністю чи повною відсутністю початкових даних або шуканих величин.

У процесі розв’язання таких завдань «необхідно визначити, чи є проблема, і в чому вона полягає, тобто встановити початкові і шукані дані» [38, с. 11].

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

Тема: Складання плану інженерного експерименту для дослідження тиристорного перетворювача.

Мета: Навчити студентів складати план інженерного експерименту для дослідження тиристорного перетворювача в умовах виробництва.

Структура заняття

1. Постановка завдання.

Скласти план інженерного експерименту для дослідження перетворювача тиристора.

2. Аналіз умови завдання припускає визначення всіх відомих даних об'єкту дослідження. Для цих цілей визначаються паспортні характеристики перетворювача, складається повний перелік характеристик, що знімаються, згідно програмі типових випробувань.

3. Пошук способу розв'язання. На даному етапі уточнюються цілі, визначаються завдання інженерного експерименту, підбираються можливі плани експерименту (D-, A-, Q- і G- плани), а також визначається точність оцінки характеристик.

4. Складання послідовності рішення задачі включає аналіз умов експерименту, вибір допущень і обмежень. До прийнятих допущень можна віднести неврахування нагріву проводів, неврахування втрат в системі управління. На цьому етапі здійснюють пошук недостатніх даних. Наприклад, невідомими з умови завдання є інформативні величини, а також розрахункові параметри перетворювача тиристора, що управляють. Визначення тих, що не дістають даних є проблемою даного завдання. Крім того, на даному етапі конкретизуються вимоги до плану експерименту. Залежно від вибраних інформаційних величин визначається природа можливих помилок.

5. Послідовність виконання завдання включає вибір з числа можливих одного найбільш прийнятного оптимального плану. Для прийнятого плану експерименту визначається матриця експериментальних даних так, щоб при вибраному числі експериментів забезпечувалася найбільша точність оцінюваних показників. Вибір плану експерименту передбачає також визначення об'єму вибірки для проведення інженерного експерименту. Об'єм вибірки визначається допустимими розбіжностями між середньоарифметичними значеннями показників у вибірці і в генеральній сукупності.

6. Аналіз виконання проблемного завдання включає аналіз результатів експерименту, порівняння характеристик з паспортними, а також зіставлення результатів інженерного експерименту з можливими результатами при виборі іншого оптимального плану.

Методичні зауваження

щодо організації практичної роботи на занятті

Для опанування методикою розрахунку статичних характеристик асинхронного двигуна необхідно дві академічних години.

Методика навчання розв'язанню таких завдань має особливості:

- у основі лежить конкретна виробнича ситуація;
- завдання не має однозначного розв'язання і припускає наявність багатоваріантної відповіді.

Діяльність викладача при виконанні практичних робіт такого типу зводиться до організації навчальної практико-орієнтованої діяльності студентів, спрямованої на засвоєння процедури розв'язання проблемних завдань і передбачає розвиток у студентів зацікавленості в опануванні фахових компетентностей та набуття досвіду дій у реальній виробничій діяльності.

В процесі підготовки фахівців до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін окрім практичних занять посідають лабораторні роботи, оскільки саме вони надають можливість безпосереднього моделювання ситуацій, у яких інженерний експеримент виступає основним засобом отримання інформації [34] для прийняття рішення, а також слугують джерелом набуття практичного досвіду експериментальної діяльності.

Функції, пізнавальна цінність, методика проведення лабораторних робіт та інші аспекти їх застосування у навчальному процесі досліджувались на різних етапах розвитку вищої школи багатьма науковцями, серед яких можна назвати С. І. Архангельського [6], С. В. Іноземцеву [86], Є. В. Кулика [117], І. В. Непрокину [152], А. С. Сандлера [205] та ін. З яких позицій автори не розглядали б проблему, майже усі вони сходяться до думки, що «головним завданням лабораторних робіт є встановлення зв'язку теорії з практикою, на основі виконання практичних завдань, в спеціально обладнаних приміщеннях – лабораторіях» [6, с. 294].

Стосовно цільового спрямування лабораторних робіт слід відзначити їхню направленість на підготовку майбутніх фахівців до проведення експериментальних досліджень навчального характеру та інженерного експерименту, зокрема:

- забезпечення зв'язку теорії з практикою шляхом ілюстрації застосування теоретичних положень при розв'язанні практичних завдань;
- ознайомлення з елементами експериментального комплексу і процесами, що можуть реалізовуватися в ньому;
- опанування вмінь роботи з контрольно-вимірною апаратурою;
- опанування вмінь виконувати збиральні, випробувальні і налаштувальні роботи експериментального комплексу;
- засвоєння знань і набуття досвіду організації, реалізації і поетапного контролю усього експериментального процесу;

- набуття досвіду управління ходом інженерного експерименту;
- засвоєння методів обробки результатів експерименту і їх логічно бездоганної інтерпретації в термінах тієї модальності, що була визначена в умові експерименту.

Лабораторні роботи, на яких майбутні фахівці опановують умінь проведення інженерних експериментів, передбачаються навчальними програмами усіх без виключення технічних дисциплін, перелік яких наведено у табл. 1.4, але зміст, обсяг і фахове спрямування вони мають різне.

Наприклад, тематика лабораторних робіт, передбачуваних при вивченні матеріалу курсу «Теорія електроприводу» зазвичай передбачає дослідження:

- 1) статичних характеристик двигунів постійного струму з незалежним збудженням;
- 2) характеристик двигунів постійного струму з незалежним збудженням в системі ТП-Д;
- 3) динамічних характеристик двигунів постійного струму з незалежним збудженням;
- 4) статичних характеристик асинхронних двигунів з фазним ротором;
- 5) статичних характеристик в системі перетворювач частоти – асинхронний двигун;
- 6) статичних характеристик в системі асинхронно вентильного каскаду.

При проведенні таких досліджень на лабораторних роботах застосовуються експериментальні установки, виконані в єдиному стилі, що дає можливість студентам при переході з одного лабораторного стенду на інший уникнути утруднень. При цьому:

- 1) кожна лабораторна робота передбачає кілька етапів, зокрема: підготовка до роботи, складання тематичного мінімуму, проведення лабораторної роботи, оформлення звіту, захист лабораторної роботи;

2) методичні вказівки до виконання лабораторних робіт містять, окрім методичних рекомендацій з проведення інженерних експериментів, також базові теоретичні відомості та питання для самостійного опрацювання, характер яких стимулює творчий підхід до їх виконання;

3) технологія проведення лабораторних робіт передбачає обов'язкову самостійну підготовку до проведення заняття: опрацювання теоретичних положень, на яких ґрунтуються експериментальні дії, довідкової літератури, технічної документації загального характеру тощо;

4) рекомендації з налаштування експериментального комплексу даються у вигляді інструкції імперативної модальності – з категоричними вказівками: зібрати, перевірити, увімкнути, встановити, переконатися тощо;

5) зміст звіту за наслідками дослідження має представлятися у вигляді опису отримуваних результатів згідно переліку обов'язкових кроків плану роботи та обґрунтованими висновками, що узгоджуються зі змістом умови експериментального завдання.

Беручи до уваги досвід постановки лабораторних робіт, представлений в матеріалах В. В. Губанова [51], О. І. Осипова, Ю. М. Сафонова, Г. І. Драчова, Ю. С. Усиніна [181; 182], А. С. Сандлера [205], Г. С. Якимчука, С. О. Рожкова [140], та інформаційні процеси в сучасному освітньому просторі й технічних галузях знань, ми дійшли висновку про доцільність вживання такої структури лабораторних занять:

- 1) визначення (постановка) мети і завдань інженерного експерименту;
- 2) ознайомлення з лабораторною установкою;
- 3) розробка плану експерименту, виходячи з цілей і завдань;
- 4) проведення попередніх розрахунків з метою визначення параметрів об'єкту дослідження;
- 5) попередня співбесіда (колоквіум) з визначенням ключових теоретичних положень, на яких буде ґрунтуватися експеримент;
- 6) складання схеми експериментального комплексу;

- 7) перевірка працездатності експериментального комплексу;
- 8) налаштування об'єкту дослідження;
- 9) реалізація плану інженерного експерименту;
- 10) обробка результатів інженерного експерименту;
- 11) оформлення звіту за отриманими результатами;
- 12) співбесіда за результатами виконання експериментального дослідження (захист роботи).

Методичні вказівки до лабораторних робіт визначають теоретичний матеріал, який слугує основою для виконання експериментального дослідження. Таблична форма подання теоретичного матеріалу є переважною, оскільки дозволяє швидше орієнтуватися в даних і базових фактах. Зокрема, таблиці зручні для порівняльного аналізу результатів (табл. 2.5), які відображають зміни швидкості двигуна при застосування різних способів її регулювання тощо.

Таблиця 2.5

Порівняльна характеристика
способів регулювання двигуна постійного струму

Найменування параметру	Спосіб регулювання швидкості двигуна постійного струму з незалежним збудженням		
	Введення опору в ланцюг якоря	Зміна магнітного потоку	Зміна напруги на якорі
Напрямок зміни регульованого параметра	Збільшення	Зменшення	Зменшення
Швидкість обертання	Не змінюється	Збільшується	Зменшується
Жорсткість характеристик	Зменшується значно	Зменшується незначно	Залишається практично без змін

Найменування параметру	Спосіб регулювання швидкості двигуна постійного струму з незалежним збудженням		
	Введення опору в ланцюг якоря	Зміна магнітного потоку	Зміна напруги на якорі
Плавність регулювання	Ступінчате	Плавне	Плавне
Діапазон регулювання	Невеликий і зменшується при зменшенні M_c	Середній і збільшується при зменшенні M_c	Великий і залишається постійним при зміні M_c
Допустиме навантаження	$M_{доп} = M_{ном}$	$M_{доп} < M_{ном}$	$M_{доп} > M_{ном}$

З урахуванням результатів, зазначених вище, та спираючись на низку виділених чинників і досвід організації лабораторних робіт, нами розроблені (і апробовані в умовах реального навчального процесу) методичні матеріали, витяги з яких представлені в додатках Ж–К.

Специфікою розроблених лабораторних робіт з «Теорії електроприводу» є те, що їх виконання передбачається на тому етапі підготовки студентів до проведення інженерного експерименту, де переважає евристична складова. Відповідно до цього до всіх лабораторних робіт введені *евристичні приписи*, на підставі яких має виконуватися той або інший етап роботи. Наприклад, у лабораторних роботах «Дослідження статичних характеристик двигуна постійного струму незалежного збудження» (додаток Ж) та «Моделювання електропривода з двигуном постійного струму з незалежним збудженням» (додаток З) студентам пропонується скласти схеми експериментального комплексу за евристичним описом.

Етап налагодження експериментального комплексу виконується відповідно до карти налаштування, яка визначає послідовність проведення

операцій з поетапною вказівкою, що має відбуватися в схемі і як це можна спостерігати. Фрагмент карти налаштування електроприводу представлений у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Фрагмент карти
налаштування системи електроприводу

Операція налаштування	Що відбувається в схемі?	Що можна спостерігати?
Після дозволу викладача (!) увімкнути автоматичний вимикач, який знаходиться на бічній стінці стенду	Подається напруга живлення на стенд	Спалахують 3 сигнальні лампи, що знаходяться поруч з автоматичним вимикачем
Увімкнути тумблер SAj	Подається напруга живлення на систему управління стендом	Спалахує сигнальна лампа, яка знаходиться поруч з тумблером, а також спалахують усі цифрові прилади
...

Налагодження експериментального комплексу (тобто, налаштування електроприводу) із застосуванням карти алгоритмізує цей вид діяльності та дозволяє запобігти помилок на цьому етапі підготовки студентів до експериментальної діяльності, проведення інженерного експерименту. *На етапі з переважною евристичною складовою* при проведенні лабораторних робіт при опануванні змістом дисципліни «Системи управління електроприводами» налагодження експериментального комплексу проводиться *за приписами*. Лабораторні роботи з дисципліни «Монтаж, налагодження і експлуатація електроприводів» розроблялися таким чином, щоб вони передбачали *елементи творчості* [165; 171] *при самостійній організації виконавцем налагоджувальних робіт.*

Результати виконаних лабораторних робіт оформляються у вигляді стандартних форм з друкарською основою – *робочих зошитів* (додаток А), які були розроблені в межах цього дослідження і пройшли апробацію в умовах реального навченого процесу. Їх використання дозволяє значно скоротити час оформлення, стандартизувати форму звітності, а також стає у нагоді в майбутній професійній діяльності. Разом з друкованим варіантом робочих зошитів може вживатися й їх електронний варіант як форми звіту, що дозволяє значно прискорити і спростити його заповнення.

Висновки до розділу II

Студіювання концептуальних, методологічних, методичних, компетентнісних аспектів запровадження експериментальних досліджень у зміст навчання технічних дисциплін, їх ролі в практичній підготовці майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю, дає підстави дійти таких висновків.

1. Експериментальні дослідження у процесі підготовки фахівців відіграють подвійну роль, представляючи і засоби (методи) навчання, і предмет пізнання, що є найбільш характерним для технічних дисциплін, вивчення яких пов'язується зі значною кількістю моделей, що характеризують різні реально існуючі явища.

2. Залучення студентів – майбутніх фахівців електромеханічних спеціальностей – до експериментальної діяльності має відбуватися за певних педагогічних умов, серед яких першочерговими є: їх належне матеріально-технічне і методичне забезпечення; поетапність в їх плануванні й реалізації; створення єдиного експериментального середовища, сприятливе мотиваційне супроводження.

3. Компетентнісні вимоги до фахівців електромеханічного профілю та багаторівнева модель побудови дидактичної системи їх підготовки є основою змісту технічних дисциплін в програмах підготовки майбутніх електромеханіків та інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного

профілю, спрямування яких на експериментальні дослідження як універсальний, міжпредметний вид практико-орієнтованої діяльності дозволяє прилучати майбутніх фахівців до інженерного експериментування – невід’ємного складника інженерної та інженерно-педагогічної професії.

4. Інженерне експериментування активізує пізнавальні процеси й актуалізує усвідомлення сутності зв’язків та динаміки якісних і кількісних характеристик об’єктів дослідження, що вимагає відповідної методичної організації навчального матеріалу, придатної для реалізації можливості опанування майбутніми фахівцями доцільних схем і напрямів міркувань у процесі експериментальної діяльності, способів обґрунтувань ключових положень експериментів, вихідних позицій для узагальнень, а також стимулювання активного й творчого характеру миследіяльності, заснованої на евристичних та проблемних методах опрацювання практичних завдань.

5. Підготовка інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень ґрунтується на взаємопов’язаних і взаємозумовлених *суб’єктно-діяльнісних* та *функціональних* складниках, які у сукупності взаємозв’язків визначають структурну модель, спрямовану на опанування компетентностями концептуального, теоретичного, системного, технологічного рівнів на змісті технічних дисциплін, для яких наскрізним об’єднуючим стрижнем є інженерне експериментування.

Основами методики підготовки до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін є:

- запровадження ідей синергетичного, проблемного і дослідницького підходів при дидактичному проектуванні їх змісту, цілей, методів, засобів і умов здійснення;
- застосування діяльнісної концепції організації процесу навчання з урахуванням специфіки професійної діяльності фахівців електромеханічного профілю;
- комплексне єднання у навчально-методичній діяльності усього спектру функціональних складників: методологічного, структурно-логічного,

інструментально-дидактичного, організаційно-технологічного, діагностично-результативного;

- практико-орієнтоване формування теоретико-методологічного фундаменту інженерного експериментування;
- органічне поєднання у процесі експериментальних досліджень традиційних і комп'ютерно зорієнтованих методів і засобів отримання результатів;
- зорієнтованість експериментальних досліджень на формування різнорівневих професійних компетентностей відповідно до цілей і змісту технічних дисциплін, що входять до освітньо-професійної програми підготовки фахівців електромеханічного профілю.

6. Відповідно до розробленої структурної моделі опанування фаховими компетентностями майбутніми інженерами-педагогами електромеханічного профілю у процесі експериментальної діяльності та методики навчання експериментальним дослідженням підготовлені методичні матеріали, що забезпечують опанування практичними вміннями інженерного експериментування як наскрізного виду навчальної діяльності з засвоєння змісту технічних дисциплін.

Основні положення розділу відображені у таких публікаціях автора: [156], [157], [158], [159], [164], [165], [167], [171], [175].

РОЗДІЛ III. ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДНО-ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ РОБОТИ З РОЗРОБКИ ТА ПЕРЕВІРКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ НАВЧАННЯ СТУДЕНТІВ ПРОВЕДЕННЮ ІНЖЕНЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Організація та хід дослідно-експериментальної роботи з розробки та перевірки ефективності компетентнісно зорієнтованої методики навчання студентів проведенню інженерних досліджень

Відповідно до мети і завдань науково-педагогічного дослідження, визначення ефективності розробленої компетентнісно орієнтованої методики підготовки майбутніх інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін, було сплановано і реалізовано кілька етапів дослідницької роботи.

На першому етапі (2006 – 2007 рр.), який мав на меті вивчення стану розробленості досліджуваної проблеми в інженерно-педагогічній освіті, здійснено аналіз наукових праць, що слугували методологічною та змістовою основою дослідження, визначено й конкретизовано об'єкт, предмет, основні напрями, завдання та методи дослідження; спроектовано його концептуальні засади; та було визначено коло базових питань, пов'язаних з проблемою підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін.

На другому етапі (2008 – 2010 рр.), що передбачав визначення основних теоретичних положень, завдань і методів дослідження, здійснено узагальнення методичного досвіду, розробку педагогічних умов організації експериментальних досліджень у процесі навчання інженерів-педагогів електромеханічного профілю, засобів змістової регуляції підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін, а також розробку діагностичних матеріалів для визначення рівня підготовленості учасників педагогічного експерименту проведення експериментальних досліджень.

На третьому етапі роботи (2011 – 2012 рр.), який передбачав проведення експериментального дослідження ефективності розробленої компетентісно орієнтованої методики навчання студентів інженерним дослідженням у процесі опанування дисциплін електромеханічного профілю (з використанням діагностичних засобів), здійснено розробку завдань і змісту порівняльного педагогічного експерименту, проведено експериментальне дослідження ефективності методики навчання студентів інженерним дослідженням при викладанні технічних дисциплін, систематизовано та проаналізовано отримані результати, показано їх статистичну достовірність, відкориговано окремі методичні позиції дослідження.

На завершальній стадії були підведені підсумки, доопрацьовано практичні рекомендації, сформульовано висновки наукового дослідження та здійснено оформлення тексту дисертації.

Експериментальна робота відбувалася в умовах реального освітнього процесу Української інженерно-педагогічної академії, Красноармійського індустріального інституту ДВНЗ «Донецького національного технічного університету», РВНЗ «Кримський інженерно-педагогічний університет». До експерименту були залучені студенти 3–4 курсів напрямів підготовки 6.050702 «Електромеханіка» та 6.010104.29 «Професійна освіта. Електромеханіка» в загальній кількості 426 осіб, з яких 222 брали участь у його заключному етапі. Кількість учасників експерименту в динамічному розподілі за роками експерименту показано на діаграмі нижче (рис. 3.1).

Для реалізації цілей та завдань системи підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін були використані наступні методи:

- аналіз психолого-педагогічної, навчально-технічної, методичної літератури, періодичних видань та інших джерел з досліджуваної проблеми;
- вивчення й узагальнення практики підготовки студентів до експериментальних досліджень;

- опитування студентів та викладачів;
- спостереження;
- бесіда;
- тестування;
- практичні і лабораторні заняття;
- педагогічний експеримент;
- статистична обробка отриманих результатів.

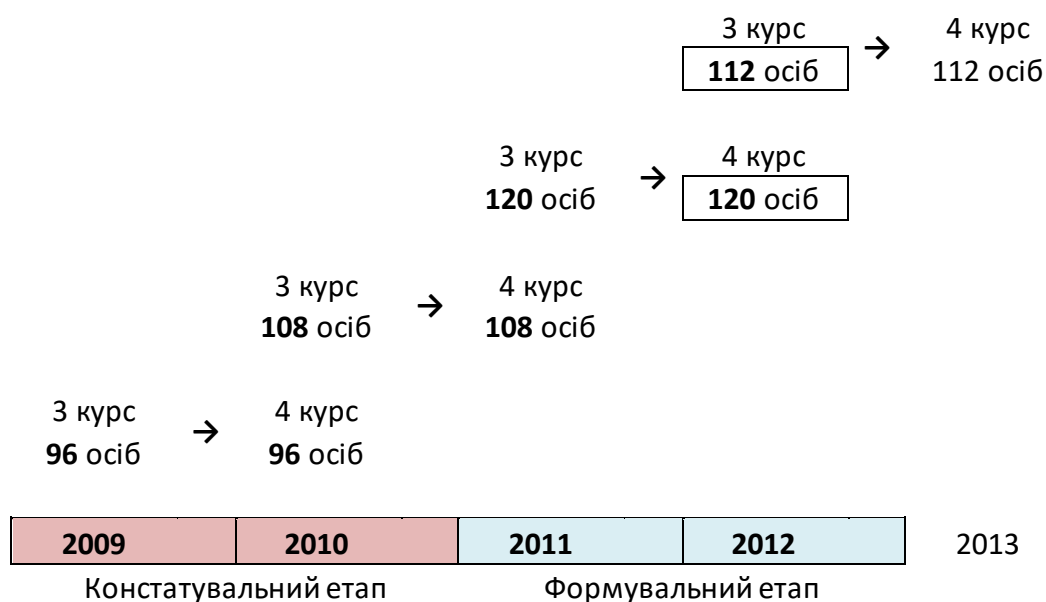


Рис. 3.1. Розподіл відносної та абсолютної кількості учасників експерименту за роками на констатувальному і формувальному етапах науково-педагогічного дослідження

Методологічною основою для статистичного забезпечення педагогічного дослідження (визначення параметрів для оцінювання, накопичення й первинна обробка статистичних даних, виконання розрахунків, отримання статистичних оцінок) слугували перевірені часом наукові й навчальні видання з основ математичної статистики В. Гмурмана [37], Н. Кремера [113], М. Холендера і Д. Вульфа [238], методологічно визначальна робота Г. Батыгина [16] та здавна відома публікація М. Грабаря і К. Краснянської [46], присвячена застосуванню математичної статистики в педагогічних дослідженнях.

Студіювання теоретичних аспектів проблеми підготовки інженерів-електромеханіків та інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю (частково позначених в [1] та інших роботах) до проведення експериментальних досліджень під час викладання технічних дисциплін дозволило висунути ряд припущень, з'ясування слушності яких можна було здійснити експериментальним шляхом.

Зокрема необхідно було встановити, чи підвищиться ефективність підготовки інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень під час вивчення технічних дисциплін, за рахунок впровадження запропонованої методики в комплексі з:

- 1) належним матеріально-технічним забезпеченням експериментальних досліджень;
- 2) поетапним плануванням й реалізацією експериментальних досліджень;
- 3) єдиним експериментальним середовищем, що об'єднує матеріально-технічне й методичне забезпечення, демонстраційне обладнання, засоби візуалізації та ін., а також забезпечує єдині підходи до організації й проведення експериментальних досліджень при опрацювання змісту різних технічних дисциплін;
- 4) мотиваційним супроводженням експериментальних досліджень, що має на меті перетворення зовнішніх стимулів у внутрішні.

Зважаючи на зазначене вище, на експериментальному етапі дослідження було визначено завдання:

– виявлення особливостей формування у майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю умінь проведення експериментальних досліджень;

– розроблення методики підготовки студентів електромеханічних спеціальностей до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін;

– визначення засобів для визначення рівня засвоєння навчального матеріалу та рівня підготовки до проведення інженерного експерименту;

– експериментальна перевірка ефективності методики підготовки студентів електромеханічних спеціальностей до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін.

Відповідно до визначених етапів науково-педагогічного дослідження було конкретизовано зміст питань, що підлягають студіюванню й упровадженню в процесі підготовки фахівців на кожному з них, та спроектовано очікувані результати. В узагальненому вигляді зміст цих питань на етапах науково-педагогічного дослідження представлено в таблицях 3.1–3.3.

Таблиця 3.1

**Зміст і очікувані результати
пошукового етапу науково-педагогічного дослідження**

Зміст дослідження	Результати дослідження
Визначення актуальності теми дослідження, його мети і завдань	Виявлено суперечності, що дозволяють сформулювати проблему, мету і завдання дослідження
Вивчення стану розробленості досліджуваної проблеми в сучасній інженерно-педагогічній освіті	Проаналізовано наукові праці й інші джерела, що можуть слугувати методологічною і змістовою основою дослідження
Визначення основних методологічних засад та дидактичних, психолого-педагогічних й інших понять, пов'язаних з підготовкою майбутніх інженерів-електромеханіків до інженерного експериментування	На основі виділених суперечностей обґрунтовано необхідність (і доцільність) підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін

Зміст дослідження	Результати дослідження
Визначення кола базових питань, пов'язаних з проблемою дослідження, які підлягають студіюванню	<p>З'ясовано й простудійовано базові питання, подальше дослідження яких дозволить з'ясувати:</p> <ul style="list-style-type: none"> – педагогічні умови організації експериментальних досліджень у процесі навчання інженерів-електромеханіків електромеханічного профілю; – засоби змістової регуляції підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін; – перелік дисциплін, пов'язаних з підготовкою студентів до проведення експериментальних досліджень.

На цьому етапі дисертаційного дослідження здійснювалось:

- студіювання психолого-педагогічної, методичної та спеціальної літератури, матеріалів періодичних фахових видань, інтернет-ресурсів, навчальних програм і навчальних планів, результатів дисертаційних досліджень, матеріалів конференцій і періодичних фахових видань з метою визначення стану та перспектив розробки досліджуваної проблеми;
- порівняльний аналіз різних поглядів учених на досліджувану проблему;
- визначення напрямів дослідження та понятійно-категорійного апарату;
- синтез, порівняння, узагальнення, моделювання – для визначення необхідних компонентів моделі формування професійної компетентності фахівців електромеханічного профілю;
- вивчення практики роботи інженерів-електромеханіків та інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю;
- аналіз процесу фахової підготовки майбутніх інженерів-електромеханіків та інженерно-педагогічних фахівців електромеханічного профілю у вищому закладі освіти в контексті теми

дослідження.

На констатувальному етапі науково-педагогічного дослідження зміст і обсяг студійованих питань продовжував напрям, реалізований на попередньому етапі (див. табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Зміст і очікувані результати
констатувального етапу науково-педагогічного дослідження**

Зміст дослідження	Результати дослідження
Аналіз базових питань, пов'язаних з проблемою дослідження	<p>Визначено:</p> <ul style="list-style-type: none"> – педагогічні умови організації експериментальних досліджень у процесі навчання інженерів-електромеханіків електромеханічного профілю; – засоби змістової регуляції підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень при викладанні технічних дисциплін; – особливості проектування методичної діяльності з навчання студентів експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін.
Проектування методичних засад підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень	Визначено компетентнісно орієнтовані принципи побудови методичної системи, виявлені системні ознаки; визначені структурні компоненти методичної системи
Розробка методичної концепції підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень	У змісті технічних дисципліні визначено перелік питань, які утворюють основу для підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень. Спроектвані технології проведення лекційних, практичних і лабораторних занять.

Зміст дослідження	Результати дослідження
Розробка діагностичних матеріалів	Розроблено анкети, комплект завдань для діагностування складових підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень
Проведення діагностичних процедур	Встановлено рівень підготовленості студентів електромеханічних спеціальностей до проведення експериментальних досліджень
Статистична обробка матеріалів анкетування і виконання комплексу діагностуючих завдань	Розраховано показники засвоєння, визначено рівень підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень
Аналіз результатів статистичної обробки	Отримано вихідні дані, що характеризують ефективність традиційної методики навчання експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін

На констатувальному етапі науково-педагогічного дослідження використовувалися такі методи:

- вивчення результатів діяльності студентів (виконання практико-орієнтованих завдань, виконання лабораторних робіт і завдань, що передбачають творчий підхід);
- застосування спеціальних діагностуючих завдань, зорієнтованих за з'ясування рівня підготовленості до експериментальних досліджень;
- спостереження за діяльністю студентів під час підготовки і проведення експериментальних досліджень;
- анкетування учасників педагогічного експерименту;
- оцінка підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень.

На цьому етапі також використовувалися наступні способи перевірки ефективності методів дослідження:

- аналіз результатів статистичної обробки педагогічного експерименту;
- забезпечення тривалості спостережень з поступовим переходом учасників педагогічного експерименту на наступний рік навчання при неперервному відновленні контингенту учасників.

На формувальному етапі науково-педагогічного дослідження зміст і очікувані результати (див. табл. 3.3) знаходилися у відповідності тим загальним, що формулювалися вище при фронтальній характеристиці етапів.

Таблиця 3.3

**Зміст і очікувані результати
формувального етапу науково-педагогічного дослідження**

Зміст дослідження	Результати дослідження
Впровадження методичної системи підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень в практику роботи ВНЗ	Встановлено залежність успішності підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень від застосування розробленої методики
Вивчення динаміки зміни рівня підготовленості студентів до проведення експериментальних досліджень в умовах реалізації методичної системи	Розроблено умови вдосконалення навчально-професійної діяльності студентів
Статистична обробка матеріалів анкетування і виконання комплексу діагностуючих завдань	Встановлено показники засвоєння і визначено рівень підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень
Аналіз результатів статистичної обробки	Отримано результати, за якими можна дійти висновку про ефективність запровадженої методики
Формулювання висновків щодо отриманих результатів і виконання завдань дослідження	Здійснено висновки про ефективність розробленої методики і міру відповідності результатів дослідження початковим завданням

На етапі формувального науково-педагогічного дослідження використовувалися наступні методи дослідження:

- спостереження за перебігом навчального процесу й діагностування навчальних досягнень студентів;
- аналіз процесу підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін і опанування студентами уміннями практико-орієнтованої діяльності;
- статистична обробка результатів педагогічного експерименту;
- порівняльний аналіз результатів, отриманих на різних етапах педагогічного експерименту, і узагальнення матеріалів дослідження.

Правомірність застосовуваних методів забезпечувалася кількісними характеристиками педагогічного об'єкту, стандартними процедурами статистичної обробки результатів; якісними характеристиками результатів впровадження розробленої методики в практику підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю.

На констатувальному і формувальному етапах педагогічного експерименту застосовувалися комплекс засобів, спрямованих на отримання даних для статистичного оцінювання ефективності розроблених підходів до навчання проведенню експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін.

1. Спеціально розроблений *комплект завдань* для визначення рівня підготовленості студентів електромеханічних спеціальностей до проведення експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін.

Цей діагностичний комплект (зміст якого наведено у додатку Б) складається із запитань, що пов'язуються з експериментальним комплексом для дослідження електроприводу постійного струму та тими уявленнями про його властивості або характеристики, які повинен мати студент – майбутній інженер-електромеханік.

Змістовою основою розробленого комплексу є спеціально дібрані завдання, що дозволяють діагностувати сформованість (хоча б на початковій стадії) умінь розрізнення понять (об'єктів, процесів), усвідомлення сутності співвідношень між ними, відтворення інформації про об'єкти, процеси чи якісь їхні характеристики.

Розрізнення понять (об'єктів, процесів), на що орієнтуються відповідні завдання, передбачає таку форму відповіді, у якій студент обирає один або декілька варіантів із переліку заданих, наприклад: *«Виберіть із запропонованих варіантів порядку проведення інженерного експерименту правильний»*.

Завдання на з'ясування сутності співвідношень передбачають визначення спільних властивостей або відмінностей в аналізованих об'єктах за умови, що зіставні властивості або певні параметри відображені в самому завданні. Прикладом можуть слугувати запитання типу: *«Вкажіть, які параметри двигуна постійного струму відносять до початкових, а які розраховуються аналітичним шляхом?»*.

Завдання на відтворення інформації вимагають від студента здатність до пригадування необхідних відомостей і виконання значно складніших інформаційних завдань. При цьому в завданні відповідь на поставлене запитання в явному вигляді не міститься. Прикладом такого завдання може слугувати таке: *«Поясніть, що означає вимога «здійснити налагодження системи електроприводу?»*.

Типовим прикладом завдань, що передбачають визначення послідовності інженерного експерименту чи його окремих етапів, може вважатися таке: *«Вкажіть правильний порядок виконання операцій з налагодження системи «тиристорний перетворювач – двигун»*.

2. *Опитування у формі індивідуального анкетування* застосовувалося в ході педагогічного експерименту для:

- визначення самооцінки студентів щодо рівня власної підготовки до виконання експериментальних досліджень при вивченні технічних

- дисциплін;
- зіставлення результатів самооцінки з оцінкою викладача для підвищення достовірності отриманих результатів;
 - виявлення труднощів, що мають студенти при проведенні окремих етапів інженерного експерименту, а саме налагодження обладнання й випробування комплексів;
 - оцінки міри сформованості окремих складових підготовки (підготовленості) студентів до інженерного експериментування при вивченні технічних дисциплін.

Розроблені анкети (що наведені у додатках В та Г) дозволили стандартизувати отримання інформації щодо впливу інженерного експериментування на формування світогляду, обізнаності й практичних умінь майбутнього фахівця, скоротити час на анкетування й статистичну обробку результатів (шляхом застосування засобів Excel), збільшити кількість і систематичність зрізів у групах учасників експерименту.

Завчасно визначена бінарна («так–ні») чи тернарна («так–ні–важко відповісти») варіативність відповідей анкет обумовлена міркуваннями смислової однозначності у тлумаченнях запитань та максимальної інформативності результатів за анкетованими особистісними характеристиками і навчальними досягненнями учасників педагогічного експерименту.

3. *Спостереження* використовувалося як самостійний метод отримання й накопичення якісної інформації стосовно перебігу процесу опанування студентами змістом технічних дисциплін та його закріпленням при проведенні інженерного експерименту. В процесі спостереження відслідковувалися й оцінювалися окремі компоненти підготовки майбутніх фахівців до експериментальної діяльності з позицій освітньо-кваліфікаційних і освітньо-професійних вимог фахівців електромеханічного профілю.

Результати спостережень та відповідні кількісні характеристики педагогічного експерименту слугували основою для проектування

корегувальних заходів, спрямованих на вдосконалення розробленої методики навчання студентів експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін.

4. *Оцінювання рівнів* підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до виконання експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін.

Для цього було використано два показники: один комплексний, що розраховувався за формулою (3.1), та показник ефективності, що визначався як відношення кінцевого до початкового результату за формулою (3.2).

Коефіцієнт K_n повноти сформованості складових системи підготовки визначається за формулою:

$$K_n = \frac{\sum n_i}{n}, \quad (3.1)$$

де n_i – кількість ознак, засвоєних i -тим студентом (ознаками вважаються показники знань, різних видів навчально-професійної діяльності);
 n – максимальне число ознак, що підлягають засвоєнню.

Коефіцієнт $K_{E\Phi}$ ефективності навчання (критерій результативності розробленої методики підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до виконання експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін) визначався як відношення коефіцієнтів повноти засвоєння до і після впровадження розробленої методики:

$$K_{E\Phi} = \frac{K_{\text{ПІСЛЯ}}}{K_{\text{ДО}}}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{ПІСЛЯ}}$ і $K_{\text{ДО}}$ – коефіцієнти повноти відповідей після і до впровадження розробленої методики.

Ефективність підготовки студентів оцінювалася за чотириінтервальною шкалою, як це зазвичай практикують у педагогічній діагностиці:

- оптимальна, якщо $K_{\text{ПІСЛЯ}} > 0,85$,
- достатня, якщо $0,71 \leq K_{\text{ПІСЛЯ}} \leq 0,85$,

- низька, якщо $0,51 \leq K_{\text{Після}} \leq 0,70$ та
- відсутня, якщо $K_{\text{Після}} < 0,51$.

Відповідно до цієї шкали позначалися й досягнуті рівні підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю до виконання експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін: оптимальний, допустимий, критичний, не допустимий.

5. Статистичні методи обробки результатів педагогічного експерименту для оцінки ефективності розробленої методики підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до виконання експериментальних досліджень при вивченні технічних дисциплін.

6. Графічна інтерпретація результатів педагогічного експерименту для наочного представлення результатів дослідження й візуального порівняння показників.

3.2. Аналіз результатів педагогічного експерименту

На пошуковому етапі науково-педагогічного дослідження у процесі студіювання наукових праць й інших джерел, що можуть слугувати методологічною і змістовою основою дослідження, виявлялися суперечності між необхідністю інженерного експериментування при вивченні промислових об'єктів і недостатнім рівнем розробленості методики підготовки студентів електромеханічних спеціальностей до експериментальних досліджень.

Відповідно до цього здійснювалося проектування моделі дидактичної системи з різнорівневою компетентнісною структурою для забезпечення підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень у процесі опанування змістом технічних дисциплін за компетентнісно орієнтованою методикою (див. п. 2.3–2.4), розробленою в межах дослідження.

Для отримання початкових (вихідних) даних про рівень підготовки студентів електромеханічного профілю до інженерного експериментування в процесі опанування змістом технічних дисциплін і вирішення питання про доцільність розробки методики навчання експериментальних досліджень у вищому закладі освіти було проведено пошуковий експеримент. Потреба в початкових даних була зумовлена необхідністю відстеження й оцінки змін рівня підготовки студентів до інженерного експериментування. Пошуковий експеримент передбачав визначення ефективності впливу компетентісно зорієнтованої методики підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін.

Оскільки технічні дисципліни професійного спрямування в програмі підготовки фахівців електромеханічного профілю плануються до вивчення переважно на III-IV роках навчання, то цей період було обрано для початку педагогічного експерименту і дані отримані на ньому позиціонувалися як початкові.

Зважаючи на те, що стандартизовані (унормовані) показники рівня підготовки студентів спеціальностей електромеханічного профілю (в тому числі й інженерно-педагогічних) до інженерного експериментування у процесі опанування змістом технічних дисциплін відсутні, першочерговою задачею педагогічного експерименту було визначення дослідним шляхом обумовлених у часі й просторі показників такого роду в межах обраного експериментального освітнього середовища. Для цього було організоване й проведено діагностування, що засновувалося на суб'єктивному й об'єктивному оцінюванні навчальних досягнень в експериментальній діяльності.

До *суб'єктивного оцінювання* залучалися всі студенти, що брали участь у педагогічному експерименті. Учасникам треба було, виходячи з власних уявлень і досвіду виконання певних завдань (операцій), оцінити власні можливості стосовно різних аспектів експериментальних досліджень у процесі опанування змістом технічних дисциплін.

У суб'єктивному оцінюванні протягом 2009–2011 рр. загалом брали участь 480 осіб, з яких 210 осіб були залучені до оцінювання вторинно, але на розширеному рівні. Зміст, на якому здійснювалося таке оцінювання, охоплював коло ключових запитань, що відображають порядок заходів, які проводяться при інженерному експерименті та в обов'язковому порядку відпрацьовуються у процесі навчання. Таких запитань було виділено 16 (їх перелік наведено нижче) і відповіді на них у подальшому використовувалися при статистичній обробці даних.

За структурою пропоновані запитання склалися з двох частин, перша з яких містила основне запитання, а друга – його варіативну деталізацію:

«Чи можете ви визначити:

- 1) ... що означає «вивчити характеристики приводу»?
- 2) ... правильний порядок проведення інженерного експерименту?
- 3) ... які параметри приводу є початковими, а які розрахунковими?
- 4) ... порядок складання схем експериментів?
- 5) ... порядок пробного увімкнення установки після збірки?
- 6) ... порядок проведення операцій з налагодження системи електроприводу?
- 7) ... порядок аварійного вимкнення установки у разі виникнення аварійного режиму?
- 8) ... які параметри можна вимірювати в схемі експерименту?
- 9) ... які характеристики можна знімати в ході інженерного експерименту?
- 10) ... які режими роботи електроприводу можна отримати на експериментальній установці?
- 11) ... які види захисту здійснюються в даній схемі?
- 12) ... які види експериментів можуть використовуватися для зняття статичних характеристик двигуна?
- 13) ... який вид помилок наявний в системі при проведенні регресійного

експерименту?

- 14) ... якими методами можуть оброблятися результати експериментального дослідження?
- 15) ... на якому етапі проведення експерименту використовується експрес-обробка результатів експериментального дослідження?
- 16) ... чи можете ви проводити інженерний експеримент?

На кожне із запитань учасники педагогічного експерименту могли дати одну з трьох відповідей: «так» (2 бали), «швидше так, аніж ні» (1 бал), або «ні» (0 балів).

На масиві отриманих відповідей було розраховано *середні значення по кожному із запитань* за формулою:

$$m_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k n_j, \quad (3.3)$$

де m_i – середнє значення, розраховане для i -го запитання ($1 \leq i \leq 16$);

k – кількість учасників опитування;

n – одне зі значень $\{0; 1; 2\}$, що співставляється з обраним варіантом відповіді;

j – поточний номер учасника опитування,

та візуалізовано результати розрахунків у вигляді діаграми (рис. 3.2), з якої можна усвідомити тренд суб'єктивного оцінювання.

На горизонтальній осі діаграми позначено номери запитань (1–16) зі списку вище, а на вертикальній – середнє значення m_i ($0,0 \leq m_i \leq 2,0$), розраховане для кожного з цих запитань.

Об'єктивна оцінка розраховувалася за результатами виконання учасниками педагогічного експерименту серії спеціально розроблених завдань (додаток Б) деонтичної модальності, зокрема так, як це проілюстровано нижче.

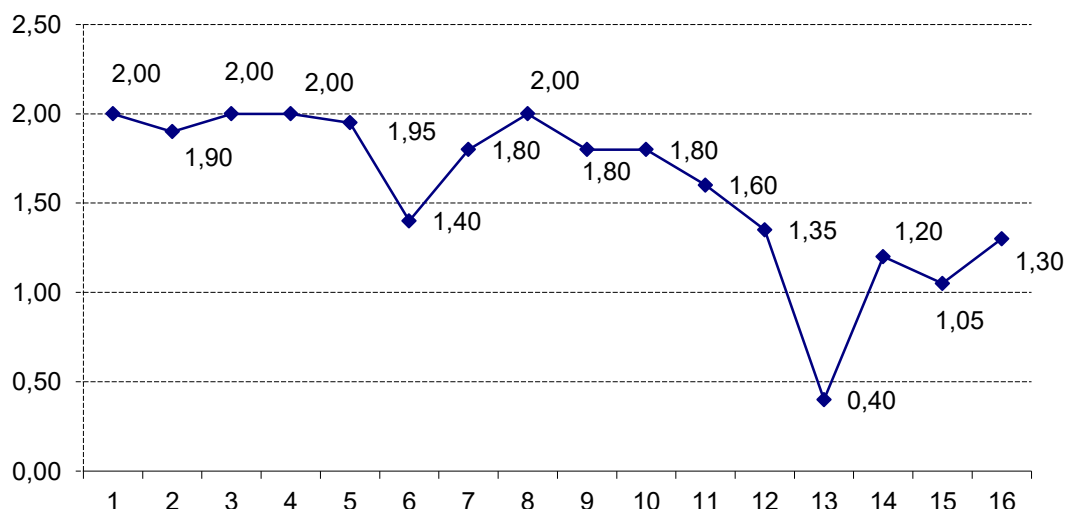


Рис. 3.2. Результати усередненої суб'єктивної оцінки рівня підготовки студентів за ключовими запитаннями відповідно до порядку заходів, що передбачаються в інженерному експерименті

Наприклад:

- 1) «Визначте порядок операцій при налагодженні системи електроприводу ... »,
- 2) «Оберіть необхідний варіант планування інженерного експерименту з визначення статичних характеристик двигуна постійного струму з незалежним збудженням ... »,
- 3) «Вкажіть, які параметри двигуна постійного струму з незалежним збудженням відносяться до початкових, а які розраховуються аналітичним шляхом ... » тощо.

Засновуючись на процедурі, описаній формулою 3.1, було розраховано об'єктивні оцінки рівня підготовки студентів-учасників до проведення інженерного експерименту.

Виявилося, що із загального числа випробуваних учасників оптимальний рівень при суб'єктивному оцінюванні зафіксовано у 65%, допустимий – у 30%, а критичний рівень – у 5%.

Але за результатами об'єктивного визначення такого ж показника допустимий рівень було зафіксовано у 6% відповідей, критичний – у 88% і

недопустимий у 6%. Жоден з випробуваних учасників не наважився дати такі відповіді, які дозволили б за підсумковим розрахунком віднести його до групи осіб з оптимальним рівнем підготовки до проведення інженерного експерименту.

Консолідуючи підсумкові дані суб'єктивного й об'єктивного оцінювання рівня підготовки випробуваних учасників до проведення експериментальних досліджень, можемо відобразити співвідношення між ними на наступній гістограмі (рис. 3.3):

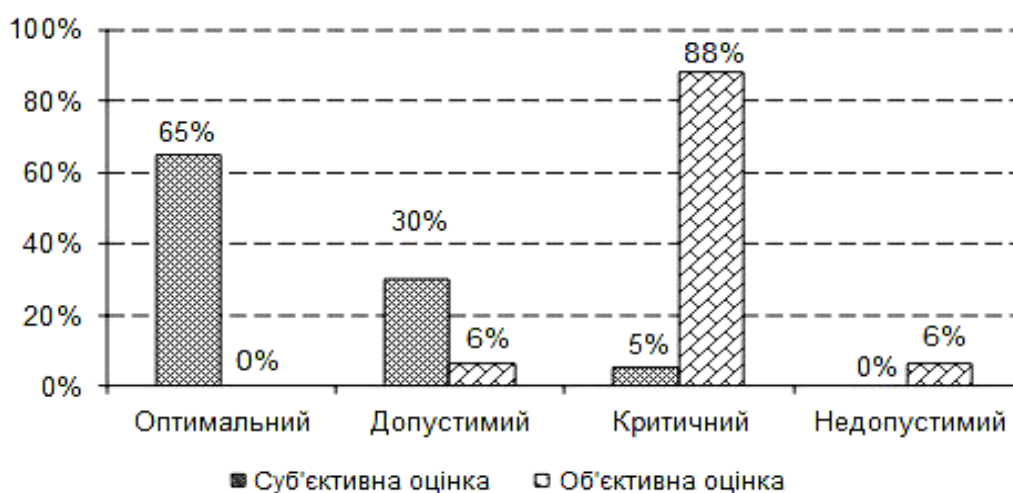


Рис. 3.3. Порівняльна гістограма рівнів підготовки студентів до проведення інженерного експерименту (суб'єктивна й об'єктивна оцінки)

Суттєва розбіжність між суб'єктивною й об'єктивною оцінками свідчить про те, що випробувані учасники неадекватно оцінюють рівень власної навчально-професійної підготовки до інженерного експериментування, суттєво завищуючи його.

Наступним кроком в педагогічному експерименті було виявлення труднощів, які виникають у студентів на етапі опанування змістом технічних дисциплін при підготовці до експериментальних досліджень. З цією метою було розроблено і запропоновано учасникам експерименту анкету із питанням: «Чи виникають у вас утруднення при налагодженні електроприводу постійного струму, а саме при ...» після якого давався

перелік регламентних заходів, що здійснюються при налагоджувальних роботах (додаток Г), і стосовно яких треба було вказати «так» чи «ні».

Наприклад, серед них вказувалися:

- 1) «Перевірка комплектності електроприводу, паспортних даних його складових частин»;
- 2) «Перевірка правильності монтажу»;
- 3) «Контроль опору ізоляції» тощо.

По кожній із зазначених 18 анкетних позицій (відповідно до переліку регламентних робіт) кожен учасник педагогічного експерименту мав дати одну з відповідей:

- «так», якщо він вважав, що відчуває труднощі при виконанні заходу (за таку відповідь фіксувалося 0 балів) або
- «ні», якщо він вважав, що при виконанні заходу труднощів не виникає (за таку відповідь фіксувався 1 бал).

Для розрахунку середніх значень, отриманих на масиві відповідей учасників по кожному із заходів, використовувалася (як і в попередньому аналогічному випадку) формула 3.3.

Візуалізація результатів обчислень у вигляді діаграми (рис. 3.4) дозволяє скласти уявлення про тренд суб'єктивного відчуття утруднень, що виникають при налагодженні електроприводу постійного струму.

На горизонтальній осі діаграми позначено номери запитань (1–18), повний перелік яких наведено у додатку Г, а на вертикальній – середнє значення m_i ($0,0 \leq m_i \leq 1,0$), розраховане для кожного з цих запитань.

Як свідчать відповіді, у жодного з учасників опитування не викликає утруднень при визначення електромеханічної постійної часу (позиція 13), а у більшості (близько 95%) – перевірка комплектності електроприводу (позиція 1), правильності монтажу (позиція 2), увімкнення живлення ланцюгів управління й ін. (позиція 6).

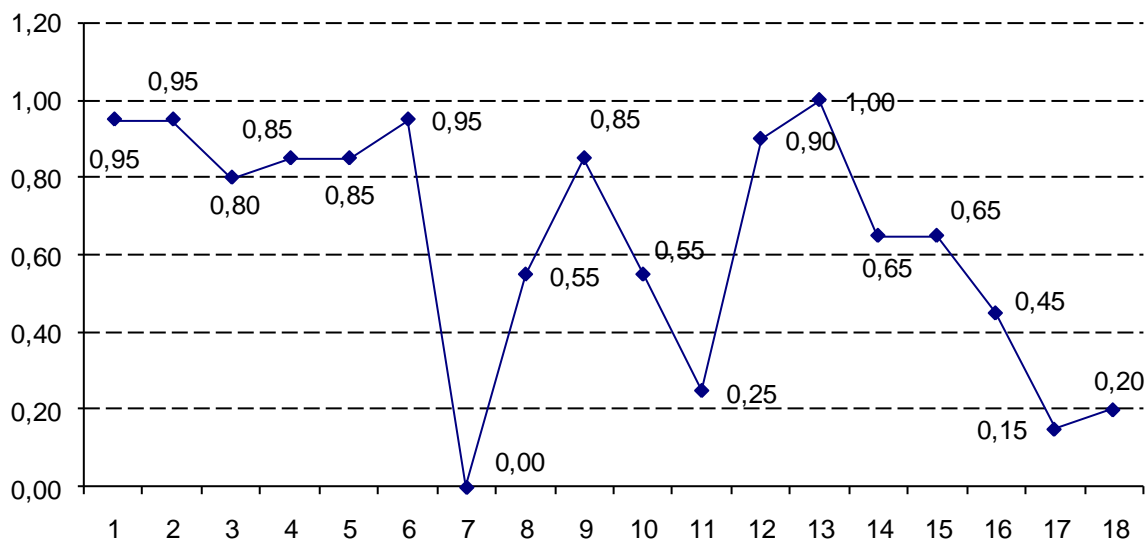


Рис. 3.4. Суб'єктивні оцінки утруднень, що виникають при налагодженні електроприводу постійного струму

Разом із тим, більшість студентів засвідчили, що мають труднощі при налаштуванні системи імпульсно-фазового управління, налагодженні ланцюгів збудження тахогенератора, увімкненні перетворювача на нерухомий двигун, налаштуванні регуляторів і пристроїв швидкості.

Підсумковий аналіз результатів, отриманих на констатувальному етапі педагогічного експерименту дозволив дійти таких висновків:

- система підготовки студентів електромеханічних спеціальностей потребує ефективної методики підготовки майбутніх фахівців до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін;
- підготовка майбутніх фахівців до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін має регулярно моніторитись з метою своєчасного виявлення й корекції утруднень студентів при виконанні заходів, передбачених в експерименті.

Відповідно до зазначеного, на формуальному етапі педагогічного експерименту було спроектовано і розроблено методику проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін, ефективність якої при впровадженні у початковий процес визначалася

відносно результатів, що досягалися студентами при застосуванні традиційних підходів до опанування уміннями інженерного експериментування.

Описана в роботі компетентісно орієнтована методика підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень (п.п. 2.3–2.4) перевірялася в умовах реального навчального процесу протягом двох навчальних років (2011–2012 рр.) для чого були сформовані контрольна (КГ – 120 осіб) та експериментальна (ЕГ – 102 особи) групи з практично однаковим рівнем успішності (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Рівень підготовленості студентів контрольних і експериментальних груп до проведення інженерних досліджень (констатувальний етап)

Групи	Рівні									
	оптимальний		допустимий		критичний		не допустимий		всього	
	осіб	%	осіб	%	осіб	%	осіб	%	осіб	%
КГ (120 осіб)	–		12	11	84	71	24	18	120	100
ЕГ (102 особи)	–		15	15	75	74	12	11	102	100

Якщо дані таблиці 3.4 подати у вигляді діаграми, то отримаємо гістограмну візуалізацію (рис. 3.5), з якої можна углядіти, що ілюстрований розподіл відповідає нормальному закону.

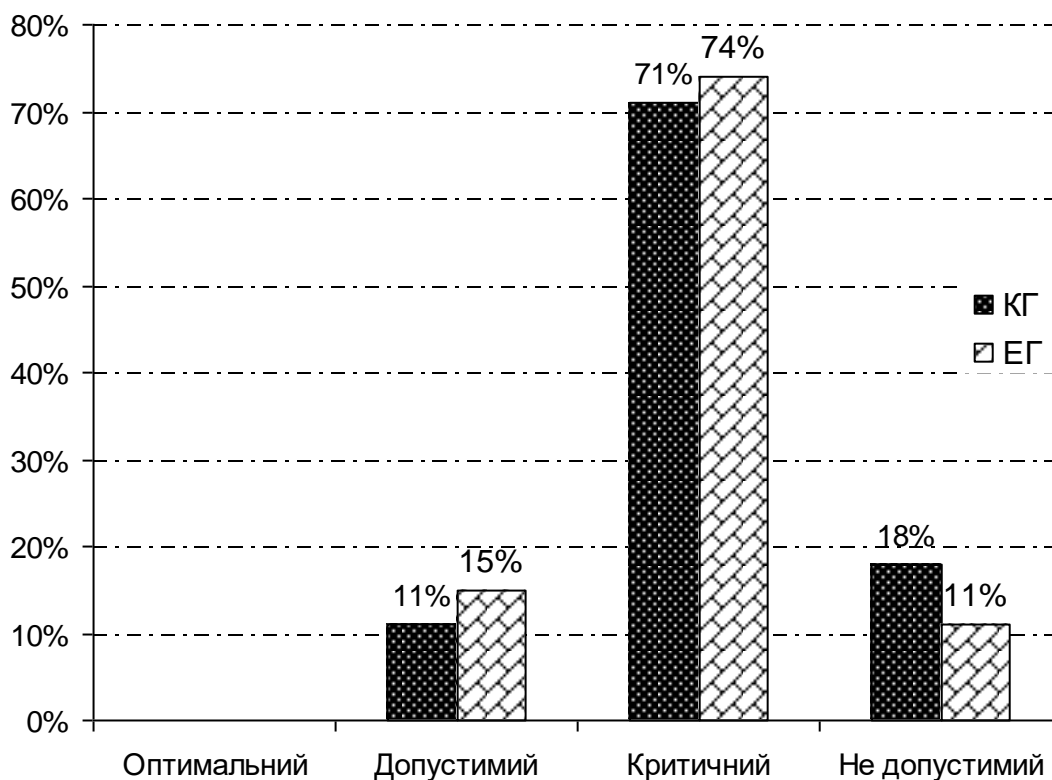


Рис. 3.5. Порівняння рівнів підготовки до проведення інженерного експериментування в КГ і ЕГ на констатувальному етапі експерименту

Спостережувані відмінності в категорії «Допустимий» ($\pm 4\%$), «Критичний» ($\pm 3\%$) не є значущими, оскільки за критерієм Стьюдента значущість різниці середніх вибірових експериментальної і контрольної груп зазвичай встановлюється на рівні $\alpha = 0,05$, який для педагогічних досліджень вважається достатнім для забезпечення достовірності висновків на рівні, не меншим за 95%.

Отже, стосовно ЕГ і КГ слід зробити висновок, що ці групи учасників педагогічного експерименту можуть скласти основу для відстеження динаміки змін у рівні підготовки до інженерного експериментування у процесі опанування змістом технічних дисциплін за традиційною і компетентнісно орієнтованою методикою.

Наступне питання, яке потрібно було з'ясувати на контрольному етапі педагогічного експерименту, саме й було пов'язане з впливом обраної методики підготовки студентів до інженерного експериментування.

Як відомо, традиційна методика підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень (яка використовувалася в КГ) характеризується тим, що:

- 1) у змісті дисципліни «Електричні машини та електропривод» не передбачено розділ «Експериментальні дослідження»;
- 2) до практикуму з цієї дисципліни не включаються завдання, пов'язані з плануванням і реалізацією інженерного експерименту, вибором структури експериментального комплексу.

При постановці лабораторних робіт зазвичай обмежуються підходом, запропонованим О. І. Осиповим та ін. [181; 182].

Аналогічна ситуація спостерігається й у змісті інших технічних дисциплін, що перешкоджає реалізації принципу наскрізного впровадження у процес навчання технічних дисциплін концептуально моністичної системи підготовки майбутніх фахівців до експериментальних досліджень. Виходячи з цих міркувань ми й обмежуємося дисципліною «Електричні машини та електропривод».

Запропонована в роботі компетентнісно орієнтована методика підготовки студентів до проведення експериментальних досліджень (п.п. 2.3–2.4) використовувалася в ЕГ. Результати, які були отримані на *контрольному етапі* педагогічного експерименту в порівнянні з аналогічними результатами для КГ, представлені у табл. 3.5 нижче.

Дані таблиці свідчать, що в ЕГ протягом навчання спостерігається зростання числа студентів, що мають допустимий (+11%) і оптимальний (+12%) рівень підготовки до проведення інженерного експерименту в основному за рахунок зменшення тих учасників експерименту, рівень підготовки яких був «не допустимий» (–5%) або критичний (–18%).

Таблиця 3.5

Рівень підготовленості студентів контрольних і експериментальних груп до проведення інженерних досліджень (контрольний етап)

Групи	Рівні									
	оптимальний		допустимий		критичний		не допустимий		всього	
	осіб	%	осіб	%	осіб	%	осіб	%	осіб	%
КГ (120 осіб)	2	3	24	20	72	60	21	17	120	100
ЕГ (102 особи)	12	12	27	26	57	56	6	6	102	100

Якщо порівнювати дані КГ на контрольному етапі експерименту, то можна також зазначити зростання рівня підготовки до проведення інженерного експерименту, але не в такій мірі, як для ЕГ.

Вибираючи з таблиць 3.4 та 3.5 послідовно ряди даних, що характеризують ЕГ та КГ і порівнюючи їх по окремість, отримаємо тренди (рис. 3.6–3.7) динаміки змін рівнів підготовки учасників педагогічного експерименту до проведення інженерного експериментування.

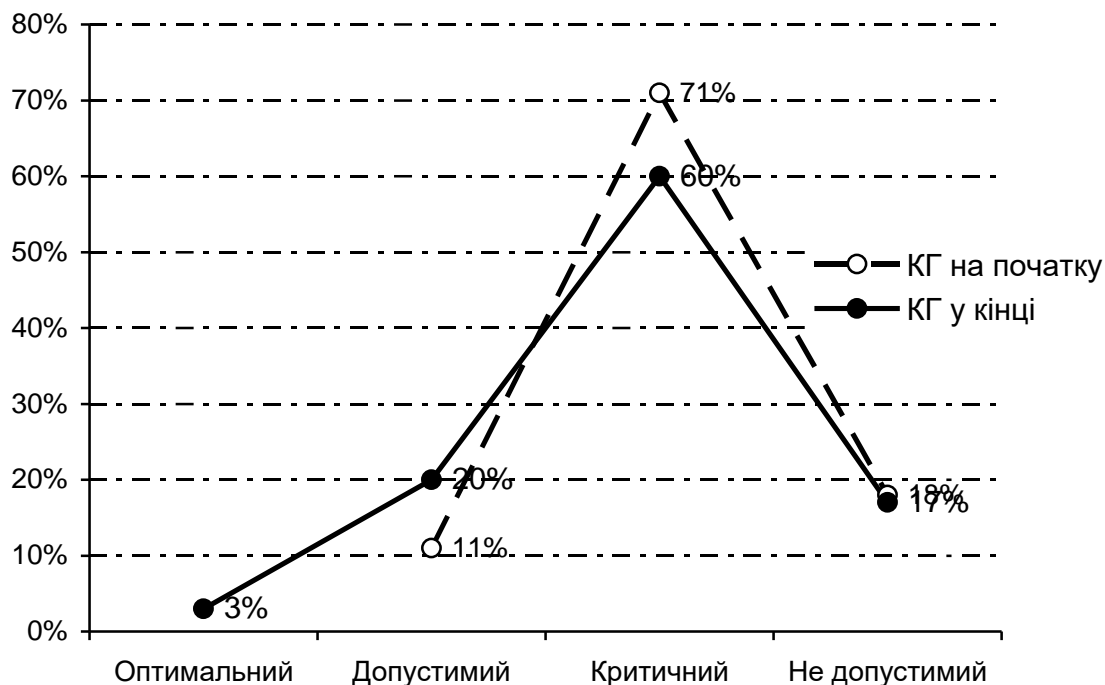


Рис. 3.6. Динаміка змін рівня підготовки КГ на контрольному етапі експерименту

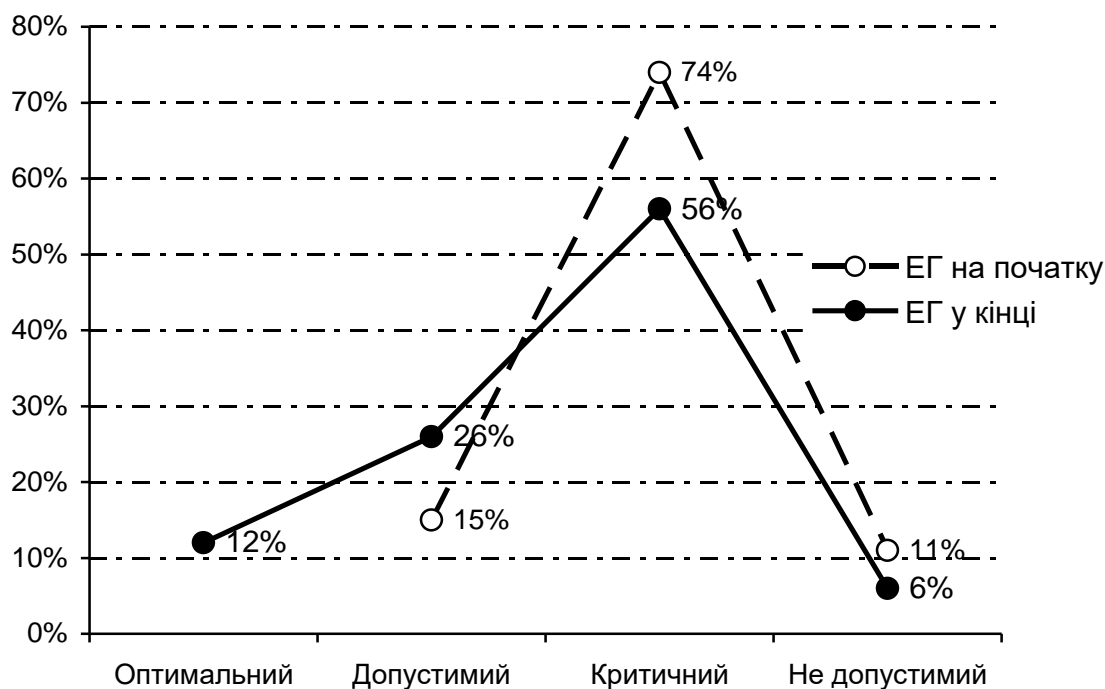


Рис. 3.7. Динаміка змін рівня підготовки ЕГ на контрольному етапі експерименту

Якщо дані таблиці 3.5 візуалізувати, то отримаємо гістограму (рис. 3.6), аналогічну вище наведеним, з якої також бачимо, що й цей розподіл відповідає нормальному закону.

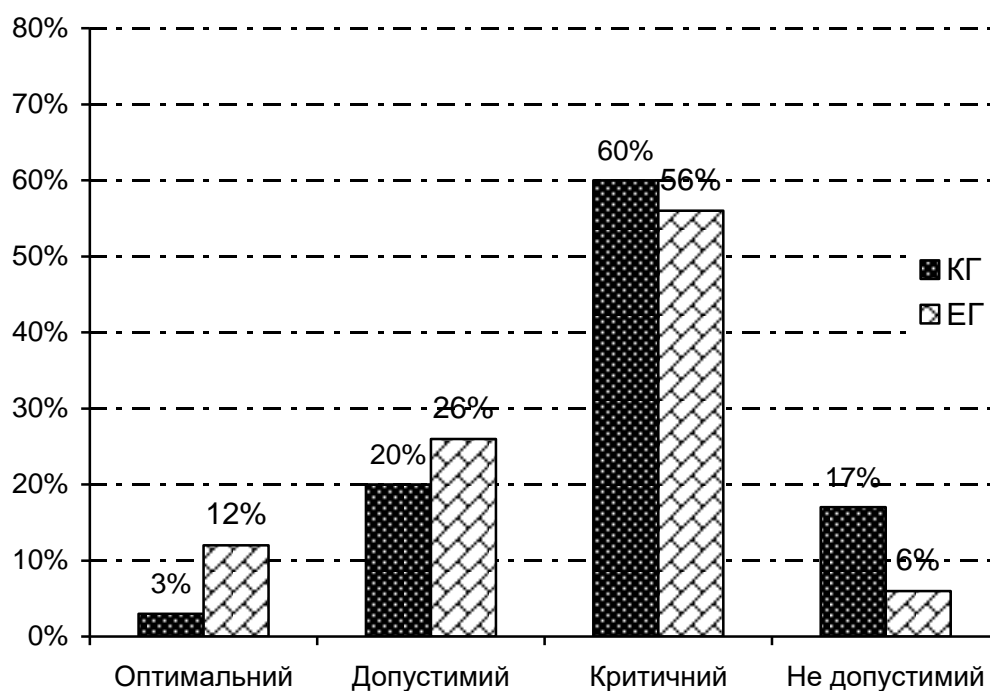


Рис. 3.6. Порівняння рівнів підготовки до проведення інженерного експериментування в КГ і ЕГ на контрольному етапі експерименту

Використовуючи показники розподілу складу контрольних і експериментальних груп за рівнями підготовки до проведення експериментальних досліджень на початковій і завершальній стадії формування етапу, подані у таблицях 3.4 та 3.5, можемо побудувати зведену таблицю (таб. 3.6) для комплексної оцінки змін в обсягах рівнів по завершенню експерименту.

Дані таблиці свідчать, що упродовж формувальної стадії експерименту в експериментальній групі ЕГ відбулося суттєве зростання якісних характеристик рівня підготовки до проведення експериментальних досліджень, на що вказує майже двократне зменшення у вибірці (з 11% до 5%) доли осіб з неприпустимим рівнем та зменшення майже на чверть (з 74% до 56%) осіб з критичним рівнем підготовленості при одночасному значному

зростанні долі осіб з допустимим (з 15% до 26%) і оптимальним (з 0% до 12%) рівнями підготовки до проведення експериментальних досліджень.

Таблиця 3.6

Рівень підготовленості студентів контрольних і експериментальних груп після проведення інженерних досліджень (у %)

Група	Етапи педагогічного експерименту	Рівні підготовленості до проведення експериментальних досліджень			
		Оптимальний	Допустимий	Критичний	Не допустимий
ЕГ(102)	Констатувальний		15	74	11
	Контрольний	12	26	56	6
	Результуючий показник	+12	+11	-18	-5
КГ(120)	Констатувальний		11	71	18
	Контрольний	3	20	60	17
	Результуючий показник	+3	+9	-11	-1
Зміна обсягів рівнів між ЕГ та КГ		+9	+2	-7	-4

У контрольній групі КГ також відбулося зростання рівня підготовки до проведення експериментальних досліджень, однак у дещо іншій «пропорції». Зокрема, доля осіб з неприпустимим рівнем практично не змінилася (з 18% до 17% відповідно), хоча доля осіб з критичним рівнем підготовленості зменшилася з 71% до 60%. При цьому зросли долі осіб з допустимим (з 11% до 20%) і оптимальним (з 0% до 3%) рівнями підготовки до проведення експериментальних досліджень.

Порівняння результируючих показників, обчислених для експериментальної та контрольної груп ЕГ та КГ, дає можливість зробити висновок про збільшення на 11% в експериментальній групі долі учасників з оптимальним і допустимим рівнем підготовки до проведення експериментальних досліджень при одночасному зменшенні (на 11%) долі учасників з критичним і неприпустимим рівнем підготовки (рис. 3.7).

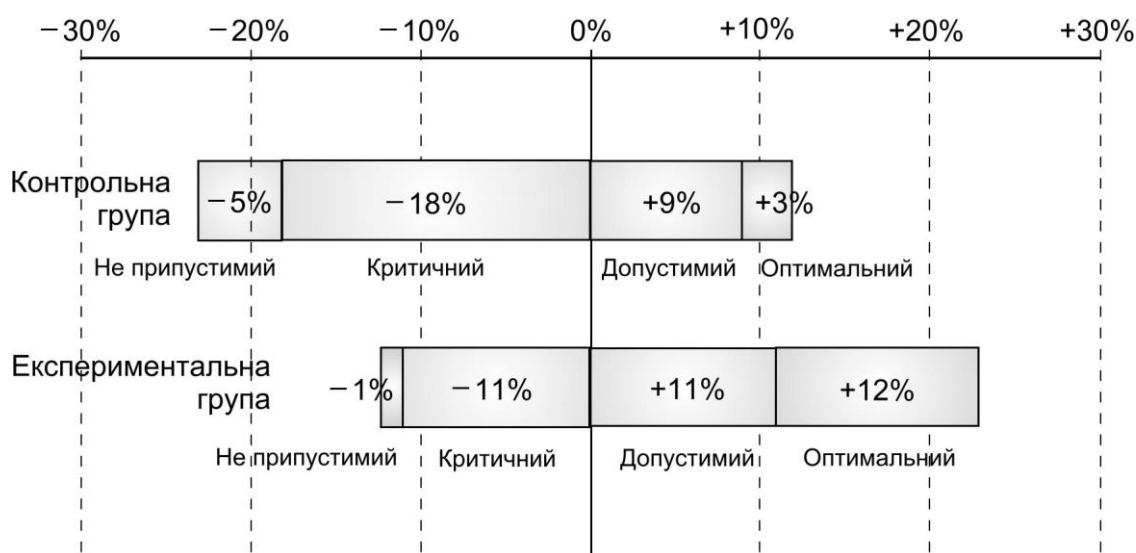


Рис. 3.7. Порівняння результируючих показників рівнів підготовки до проведення експериментальних досліджень в контрольній і експериментальній групах після проведення інженерних досліджень

Зафіксована величина змін (+10%) виявилася статистично значимою (на рівні $\alpha = 0,05$), що дає підставу для висновку про ефективність упровадження в навчальний процес розробленої методики підготовки до проведення експериментальних досліджень інженерів-педагогів електромеханічного профілю при опануванні змістом технічних дисциплін на компетентнісно зорієнтованій основі.

Відповідно до співвідношення 3.2, яке було введено вище для обчислення коефіцієнту K_{EF} ефективності навчання, побудуємо варіаційний ряд, зв'язаний з результатами, зведеними у таблицю 3.6.

Зважаючи на те, що на контрольному етапі педагогічного експерименту брали участь 222 особи (з яких 102 склали експериментальну групу, а 120 –

контрольну) і рівень підготовки, нижчий за 0,51 вважається не прийнятним (не припустимим), можна конкретизувати дані табл. 3.4–3.5 так, як це зроблено у табл. 3.7:

Таблиця 3.7

Розподіл учасників
педагогічного експерименту за рівневими інтервалами

Етапи педагогічного експерименту	Рівневі інтервали			
	не допустимий [0,00; 0,50]	критичний [0,51; 0,70]	допустимий [0,71; 0,85]	оптимальний [0,86; 1,00]
Контрольна група (120 осіб)				
Констатувальний	24	84	12	
Контрольний	21	72	24	3
Експериментальна група (102 особи)				
Констатувальний	15	75	12	
Контрольний	6	57	27	12

Розраховуючи за даними цієї таблиці середньозважені значення рівнів засвоєння для КГ та ЕГ на констатувальному та контрольному етапах експерименту, отримаємо:

$$K_{до}(КГ) = \frac{24 \cdot 0,25 + 84 \cdot 0,605 + 12 \cdot 0,78}{120} = 0,5515 ,$$

$$K_{після}(КГ) = \frac{21 \cdot 0,25 + 72 \cdot 0,605 + 24 \cdot 0,78 + 3 \cdot 0,93}{120} = 0,586 ,$$

$$K_{до}(ЕГ) = \frac{15 \cdot 0,25 + 75 \cdot 0,605 + 12 \cdot 0,78}{102} = 0,5734 ,$$

$$K_{після}(ЕГ) = \frac{6 \cdot 0,25 + 57 \cdot 0,605 + 27 \cdot 0,78 + 12 \cdot 0,93}{102} = 0,6687 .$$

Скориставшись формулою 3.2, можемо далі розрахувати ефективність формування в учасників педагогічного експерименту рівнів підготовки до

проведення експериментальних досліджень в контрольній і експериментальній групах на контрольному етапі експерименту (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Розрахунок ефективності формування рівнів

Найменування параметра	Групи			
	КГ		ЕГ	
	$K_{до}$	$K_{після}$	$K_{до}$	$K_{після}$
Середньозважене значення рівня	0,5515	0,5860	0,5734	0,6687
Коефіцієнт $K_{ЕФ}$ ефективності	1,06		1,17	

Ефективність підготовки студентів до проведення інженерного експерименту визначається за величиною $K_{ЕФ}$ і оскільки має місце співвідношення $1,17 > 1,06 > 1$, то можна стверджувати, що й при такій оцінці результатів запропоновану методику підготовки до проведення експериментальних досліджень також слід вважати ефективною.

Вище було відзначено, що на контрольному етапі педагогічного експерименту було зафіксовано збільшення на 11% в експериментальній групі долі учасників з оптимальним і допустимим рівнем підготовки до проведення експериментальних досліджень при одночасному зменшенні (на 11%) долі учасників з критичним і неприпустимим рівнем підготовки. Якщо виходити з отриманих коефіцієнтів ефективності навчання в ЕГ та КГ, можна оцінити величину

$$E = \frac{|K_{ЕФ}(ЕГ) - K_{ЕФ}(КГ)|}{\min\{K_{ЕФ}(ЕГ); K_{ЕФ}(КГ)\}} \cdot 100\% = \frac{1,17 - 1,06}{1,06} \cdot 100\% \approx 10\% ,$$

яка гарно узгоджується (корелює) з отриманим раніше «приростом якості» внаслідок застосування розробленої методики підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних

досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін на компетентісно зорієнтованій основі.

Зафіксована величина змін (+10%) є *статистично значимою* (на рівні $\alpha = 0,05$ або 95%), що дає підставу для висновку про ефективність впровадження в навчальний процес розробленої методики.

Висновки до розділу III

1. Відповідно до мети й змісту етапів педагогічного експерименту в умовах реального педагогічного процесу *здійснювалася апробація* розробленої методики підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін на компетентісно зорієнтованій основі.

2. На експериментальному етапі дослідження *забезпечено* навчально-методичний супровід процесу підготовки інженерів-електромеханіків до проведення експериментальних досліджень (інженерного експериментування) відповідно до методичних засад, що ґрунтуються на ідеях побудови системи підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю на основі фахово-компетентісної структури.

3. За результатами моніторингу було *розраховано* показники рівнів підготовки до проведення експериментальних досліджень на контрольному етапі педагогічного експерименту, а також розраховано зведений комплексний показник, що визначає ефективність розробленої методики.

Отримані результати підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін в умовах застосування методики, розробленої на компетентісно зорієнтованій основі, виявилися статистично достовірними.

Основні результати розділу відображені в таких публікаціях автора [68–70], [154], [158], [161], [164], [166], [173].

ВИСНОВКИ

У дисертації подано обґрунтування методичних засад підготовки інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі викладання технічних дисциплін та впливу експериментальної діяльності на якість професійної підготовки фахівців електромеханічного профілю. Розроблено компетентнісно зорієнтовану методику і експериментально перевірено ефективність її впровадження у навчальний процес вищого закладу освіти.

У ході опрацювання завдань дослідження отримано такі основні результати:

1. Проаналізовано стан проблеми підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень при опануванні змістом технічних дисциплін, що вможливило формування сучасних уявлень про комплекс питань, пов'язаних з навчанням цього виду діяльності в процесі викладання технічних дисциплін. Встановлено, що майбутні фахівці при доборі засобів проведення експериментальних досліджень керуються інтуїтивним уявленням про перебіг процесів, погано знають як обладнання, так і види, технологію організації й проведення досліджень, віддають перевагу репродуктивним видам діяльності, воліючи дотримуватись вказівок викладача та методичних рекомендацій, не розуміючи призначення певних дій теорії на практиці наукових досліджень. Також виявлено, що в них виникають труднощі при налаштуванні системи імпульсно-фазового управління, налагодженні ланцюгів збудження тахогенератора, увімкненні перетворювача на нерухомий двигун, налаштуванні регуляторів і пристроїв швидкості тощо.

2. На основі студіювання практики підготовки майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю встановлено, що опанування студентами експериментальними дослідженнями потребує розробки компетентнісно-зорієнтованої методики навчання та врахування комплексу

педагогічних умов її ефективного застосування. Такими умовами, що відповідають особистісно-орієнтованій парадигмі освіти, є врахування принципів детермінованості, систематичності, диференційованості, варіативності, інтегративності та інтерактивності навчального процесу.

Сутність компетентісно-зорієнтованої методики навчання майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю експериментальними дослідженнями полягає у такій організації навчального процесу, яка заснована на розробленій модельній структурі й передбачає створення єдиного експериментального середовища в межах комплексу технічних дисциплін шляхом уніфікації методологічного інструментарію (цільових орієнтирів, принципів і підходів), компонентних характеристик процесу навчання (суб'єктно-діяльнісних, функціонально-змістових, організаційно-діяльнісних), а також технологічних складників (методів, засобів, умов та ін.).

3. Обґрунтовано, що основою змісту в компетентісно зорієнтованих програмах підготовки майбутніх фахівців електромеханічного профілю доцільно позиціонувати експериментальні дослідження як універсальний, міжпредметний вид практико-орієнтованої діяльності, що дозволяє прилучати майбутніх фахівців до інженерного експериментування з метою формування нових знань і практичних умінь як необхідних результатів засвоєння змісту технічних дисциплін.

З'ясовано, що компетентісні вимоги до майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю стосовно формування у них здатності до інженерного експериментування, які визначають зміст навчання студентів, спрямовуються на:

- формування базових уявлень про електромеханічні пристрої (об'єкти), їх різноманітність, розуміння призначення та принципів роботи;
- опанування методами спостереження, опису, ідентифікації, виявлення особливостей функціонування електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- забезпечення дій і режимів роботи електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- набуття досвіду аналітичної, планувальної та організаційної діяльності у процесі експериментальних досліджень електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- застосування загальних, технологічних, аналітичних і спеціальних методів експериментальних досліджень для визначення статистичних і динамічних характеристик, режимів функціонування електромеханічних пристроїв (об'єктів);

- використання професійно профільованих знань у галузі електромеханіки для статистичної обробки експериментальних даних і математичного моделювання електромеханічних явищ і процесів;

- застосування математичного апарату в інженерному експериментуванні.

4. Розроблено компетентнісно зорієнтована методика підготовки студентів до проведення інженерного експериментування в процесі викладання технічних дисциплін, яка ґрунтується на загальних, технологічних, аналітичних й спеціальних *методах* навчання; вербальних, візуальних, інфографічних, інструментальних і комп'ютерних *засобах*; навчально-пізнавальних, практичних й нормативних чинниках, що утворюють організаційну *базу* навчання експериментальним дослідженням. Зміст технічних дисциплін, що передбачають проведення експериментальних досліджень, орієнтується в руслі розробленої методики на формування в майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю фахово значущих умінь, які лежать у основі дослідницької компетентності: аналізувати, планувати, збирати схеми й налагоджувати їх, здійснювати проби або досліди, розраховувати показники, робити висновки й узагальнення результатів.

Відповідно до компетентнісно зорієнтованої методики було розроблено модель методичної підготовки майбутніх інженерів-педагогів

електромеханічних спеціальностей до експериментальних досліджень у процесі опрацювання змісту технічних дисциплін.

5. Експериментально перевірено дієвість розробленої компетентісно зорієнтованої методики навчання майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю інженерним дослідженням при опануванні змістом технічних дисциплін. У результаті її застосування відбулося суттєве зростання якісних характеристик рівня підготовки до проведення експериментальних досліджень, що характеризувалося зменшенням у вибірці долі осіб з неприпустимим рівнем і зменшенням осіб з критичним рівнем підготовленості при одночасному значному зростанні долі осіб з допустимим і оптимальним рівнями підготовки до проведення експериментальних досліджень.

Отримані результати виявилися статистично значущими, що дало підстави зробити висновок про ефективність запропонованої методики та рекомендувати її до широкого застосування.

Дисертаційне дослідження не вичерпує повністю проблеми навчання майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю до проведення експериментальних досліджень у процесі опанування змістом технічних дисциплін. До можливих напрямів подальших досліджень можна віднести вивчення світоглядних, методологічних і ергономічних аспектів формування готовності й здатності до інженерного експериментування майбутніх інженерів-педагогів електромеханічного профілю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авершин А. А. Проблемы подготовки студентов-инженеров педагогических специальностей / Авершин Андрей Александрович, Терский Александр Валерьевич // Освіта. Наука. Виробництво : наук.-метод. альм. – Луганськ ; Стаханов, 2008. – № 3. – С. 142–145.
2. Авраменко О. Б. Науково-методологічні основи формування технічних знань / Олег Борисович Авраменко // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми : зб. наук. пр. / редкол. : І. А. Зязюн (голова) та ін. – Київ–Вінниця : Планер, 2012. – Вип. 33. – С. 196–202.
3. Авраменко О. Б. Теоретико-методичні засади проектування системи «техносвіт – технологічна освіта» у вищих навчальних закладах : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теорія і методика навчання (технічні дисципліни)»] / Олег Борисович Авраменко ; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – К., 2013. – 472 с.
4. Андреев И. Д. Теория как форма организации научного знания / Иван Дмитриевич Андреев. – М. : Наука, 1979 – 303 с.
5. Артюх С. Ф. Основы научных исследований / Станіслав Федорович Артюх, Ігор Ярославович Лізан, Ігор Вікторович Голопьяров, Наталя Анатоліївна Несторук. – Харків : УПА, 2006. – 278 с.
6. Архангельский С. И. Лекции по научной организации учебного процесса в высшей школе / Сергей Иванович Архангельский. – М. : Высшая школа, 1976. – 200 с.
7. Архангельский С. И. Лекции по теории обучения в высшей школе / Сергей Иванович Архангельский. – М. : Высшая школа, 1974. – 384 с.
8. Архангельский С. И. Учебный процесс в высшей школе, его закономерные основы и методы : уч.-метод. пособие / Сергей Иванович Архангельский. – М. : Высшая школа, 1980. – 368 с.

9. Атамалян Э. Г. Приборы и методы измерения электрических величин : учебное пособие для втузов / Эмма Гарегиновна Атамалян. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Дрофа, 2005. – 415 с.
10. Атаманчук П. С. Професійна компетентність майбутнього вчителя як основа педагогічного світогляду / Петро Сергійович Атаманчук, Олексій Михайлович Ніколаєв // Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т. Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки : зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 99. – С. 140–144.
11. Багдасарьян Н. Г. Профессиональная инженерная культура : структура, динамика, механизмы освоения : автореф. дис. ... д-ра филос. наук : 24.00.01 [спец. «Теория культуры»] / Надежда Гегамовна Багдасарьян ; Российский ин-т культурологии. – М., 1998. – 28 с.
12. Байденко В. И. Компетенции в профессиональном образовании (К освоению компетентностного подхода) / Валентин Иванович Байденко // Высшее образование в России. – 2004. – № 11. – С. 3–13.
13. Балл Г. А. Теория учебных задач : психол.-пед. аспект / Георгий Алексеевич Балл. – М. : Педагогика, 1990. – 183 с.
14. Бардус И. А. Усовершенствование методической подготовки будущих инженеров-педагогов в условиях компетентностного подхода / Ирина Александровна Бардус, Анна Петровна Чуприна // Сборник научных трудов SWorld : Материалы междунар. научно-практич. конференции «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании' 2012». – Вып. 4. – Т. 17. – Одесса : КУПРИЕНКО, 2012 – С. 40–44.
15. Баталова Л. Ю. Самоактуализация в профессиональной деятельности инженерно-технических работников : дисс. ... канд. психол. наук : 19.00.13 [спец. «Психология развития, акмеология»] / Лариса Юрьевна Баталова. – М., 2010. – 182 с.

16. Батыгин Г. С. Лекции по методологии социологических исследований : учеб. для студ. гуманит. вузов и аспирантов / Геннадий Семенович Батыгин. – М. : РУДН, 2008. – 368 с.
17. Бачієва Л. О. Методика навчання основ наукових досліджень майбутніх фахівців з машин та апаратів хімічних виробництв : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теорія методика навчання (технічні дисципліни)»] / Лариса Олександрівна Бачієва ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2010. – 20 с.
18. Башарин А. В. Примеры расчета автоматизированного электропривода на ЭВМ : [учеб. пособ. для вузов по спец. «Электропривод и автоматизация промышленных установок и технологических комплексов»] / Артемий Васильевич Башарин, Юрий Владимирович Постников. – 3-е изд., перераб. – Л. : Энергоатомиздат, 1990. – 512 с.
19. Башарин А. В. Примеры расчетов автоматизированного электропривода / Артемий Васильевич Башарин, Феодосий Николаевич Голубев, Василий Георгиевич Кепперман. – Л. : Энергия, 1971. – 440 с.
20. Белова Ю. Ю. Задачі інтеграції технічних дисциплін у професійній підготовці майбутніх інженерів-педагогів / Юлія Юріївна Белова // Модернизация научных исследований : XXI Междунар. науч.-практ. конференция по философ., филолог., юридич., педагогич., економіч., психологич., соціологич. и политич. наукам (Украина, г. Горловка, 17–18 мая 2012 г.). – Горловка : Пантюх Ю. Ф., 2012. – С. 171–172.
21. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади моделювання навчального середовища сучасних педагогічних систем / Валерій Юхимович Биков, Юрій Олексійович Жук // Проблеми та перспективи формування національного гуманітарно-технічної еліти : зб. наук. праць / За ред. Л. Л. Товажнянського та О. Г. Романовського. – Вип. 1(5). – Харків : НТУ «ХП», 2003. – С. 64–77.

22. Бібік Н. М. Компетентнісна освіта – від теорії до практики / Надія Михайлівна Бібік, Іван Гнатович Єрмаков, Оксана Василівна Овчарук та ін. – К. : Пляда, 2005. – 120 с.
23. Бордовская Н. В., Реан А. А. Педагогика : учебник для вузов / Нина Валентиновна Бордовская, Артур Александрович Реан. – СПб. : Питер, 2006, – 304 с.
24. Борисов В. В. Використання конструкторсько-технологічних задач на уроках трудового навчання / Вячеслав Вікторович Борисов // Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Вип. 93. – Серія : Педагогічні науки / гол ред. М. О. Носко. – Чернігів : ЧНПУ. – 2011. – № 93. – С. 19–22.
25. Борисов В. В. Культурологічний підхід до проектування змісту технологічної освіти / Вячеслав Вікторович Борисов, Яна Вячеславівна Бобильова // Проблеми трудової і професійної підготовки : наук.-метод. зб. / кол. авт. ; відп. ред. і укл. В. В. Стешенко. – Слов'янськ : СДПУ, 2010. – Вип.–15. – С.12–20.
26. Борисов В. В. Особливості діяльності вчителя технологічної освіти на сучасному етапі розвитку суспільства / Вячеслав Вікторович Борисов // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. – Серія 5. Педагогічні науки :реалії та перспективи. – Вип. 13 : зб. наук. праць / За ред. проф. М. С. Корця, проф. П. В. Дмитренка. – К. : НПУ імені М.П.Драгоманова, 2008. – С. 31–34.
27. Борисов В. В. Формування готовності вчителя до дослідницької педагогічної діяльності в умовах поетапної підготовки студентів педагогічного вузу : автореф. дис ... канд. пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теорія і методика навчання»] / Вячеслав Вікторович Борисов ; Український держ. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова. – К., 1997. – 22 с.
28. Борцов Ю. А. Экспериментальное определение параметров автоматизированных электроприводов / Юрий Анатольевич Борцов, Геннадий Васильевич Суворов, Юрий Степанович Шестаков. – Л. :

- Энергия, 1969. – 104 с.
29. Бояршинова А. К. Теория инженерного эксперимента : текст лекцій / Алла Константиновна Бояршинова, Алексей Сергеевич Фишер. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 85 с.
 30. Брюханова Н. О. Основи педагогічного проектування в інженерно-педагогічній освіті : монографія / Наталя Олександрівна Брюханова. – Х. : НТМТ, 2010. – 438 с.
 31. Васенин В. А. Информационные технологии в практике научных исследований и высшей школы : Автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. наук : 05.13.16 [спец. «Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами»] / Валерий Александрович Васенин ; Ин-т вычисл. матем. и математич. геофизики СО РАН. – Новосибирск, 1997. – 42 с.
 32. Васюченко П. В. Формування професійної компетентності з електротехніки у майбутніх викладачів електроенергетичних дисциплін : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Павло Вікторович Васюченко ; Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка. – Чернігів, 2011. – 230 с.
 33. Везетіу К. В. Науково-методична компетентність у сучасній педагогічній парадигмі : [Електронний ресурс] / Катерина Вікторівна Везетіу // НАУКОВІ КОНФЕРЕНЦІЇ. – Режим доступу : <http://intkonf.org/vezetiu-kv-naukovo-metodichna-kompetentnist-u-suchasniy-pedagogichniy-paradigmi/>.
 34. Веников В. А. Теория подобия и моделирования (применительно к задачам электроэнергетики) : учеб. пособ. для вузов / Валентин Андреевич Веников. – 2-е изд., доп. и перераб. – М. : Высшая школа, 1976. – 479 с.
 35. Вешеневский С. Н. Характеристики двигателя в электроприводе / Станислав Николаевич Вешеневский. – Изд. 6-е, испр. – М. : Энергия, 1977. – 432 с.

36. Галузьяк В. М. Педагогіка : навч. посіб. для студ. пед. вузів / Василь Михайлович Галузьяк, Микола Іванович Сметанський, Володимир Іванович Шахов. – 5-е вид., випр. і доп. – Вінниця : Планер, 2012. – 400 с.
37. Гмурман В. Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике : учеб. пос. для студ. ВТУЗов / Владимир Ефимович Гмурман. – Изд. 3-е перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1979. – 400 с.
38. Головенко А. Г. Обучение решению творческих задач в профессиональной подготовке инженера : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 [спец. «Общая педагогика»] / Александр Гаврилович Головенко. – М., 1993. – 16 с.
39. Гольдберг О. Д. Испытания электрических машин / Оскар Давидович Гольдберг. – М. : Высшая школа, 1990. – 255 с.
40. Гончаренко С. У. Інтеграція наукових знань і проблема змісту освіти / Семен Устимович Гончаренко // Постметодика. – 1994. – № 2. – С. 2–3.
41. Гончаренко С. У. Методологія як важливий складник наукового дослідження в педагогіці / Семен Устимович Гончаренко, Василь Андрійович Кушнір // Неперервна професійна освіта : теорія і практика : Наук.-метод. журнал. – 2002. – Вип. 4. – С. 15–22.
42. Горбатюк Р. М. Експериментальне дослідження компонентів професійної готовності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю / Роман Михайлович Горбатюк, Валерій Степанович Федорейко // Методика інженерної та інженерно-педагогічної освіти : Наукові записки. Серія : Педагогіка. – 2011. – № 3. – С. 346–352.
43. Горбатюк Р. М. Система професійної підготовки майбутніх фахівців інженерно-педагогічного профілю : [монографія] / Роман Михайлович Горбатюк ; Тернопіл. нац. пед. ун-т ім. Володимира Гнатюка. – Тернопіль : Підручники і посібники, 2009. – 400 с.

44. Горкуненко П. П. Підготовка студентів педагогічного коледжу до науково-дослідної роботи : дис. ... канд. пед наук : 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Петро Петрович Горкуненко ; Вінницький держ. педаг. ун-т ім. М. Коцюбинського. - Вінниця, 2007. – 20 с.
45. Горский В. Г. Планирование промышленных экспериментов (модели динамики) / Владимир Григорьевич Горский, Юрий Павлович Адлер, Александр Михайлович Талалай. – М. : Металлургия, 1978. – 112 с.
46. Грабарь М. И. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы / Мстислав Игоревич Грабарь, Клара Алексеевна Краснянская. – М. : Педагогика, 1977. – 136 с.
47. Гребенев И. В. Теоретические основания развития методической компетентности учителя / Игорь Васильевич Гребенев, Ольга Васильевна Лебедева // Вестник ННГУ им. Н.И. Лобачевского. – Серия «Инновации в образовании». – 2007. – № 4. – С. 21–25.
48. Гребенев И. В., Чупрунов Е. В. Моделирование как функция теории обучения предмету : [Электронный ресурс] / Игорь Васильевич Гребенев, Евгений Владимирович Чупрунов // Педагогічна наука: історія, теорія, практика, тенденції розвитку. – Вып. № 4 [2009]. – Режим доступа : http://intellect-invest.org.ua/ukr/pedagog_editions_e-magazine_pedagogical_science_arhiv_pn_n4_2009_st_10/
49. Гризун Л. Е. Визначення специфіки навчальних дисциплін різних типів як один з чинників формування змісту вищої професійної освіти / Людмила Едуардівна Гризун // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : Наук. журнал. – 2008. – № 8. – С. 51–56.
50. Грин В. М. Основы инженерного эксперимента : учеб. пособ. для студ. спец. 140502 – «Котло- и реакторостроение» / Виктор Михайлович

Грин ; Алтайский гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2007. – 44 с.

51. Губанов В. В. Пособие к лабораторным работам по теории электропривода : для энергет. вузов и фак. / Вадим Викторович Губанов, Вадим Илиодорович Торопов ; под ред. Е. В. Миллера – М. : Высшая школа, 1968. – 108 с.
52. Гультьяев А. К. Визуальное моделирование в среде MATLAB : учеб. курс / Алексей Константинович Гультьяев. – СПб. : Питер, 2000. – 432 с.
53. Гура О. І. Психолого-педагогічна компетентність викладача вищого навчального закладу. Теоретико-методологічний аспект : монографія / Олександр Іванович Гура. – Запоріжжя : ГУ «ЗІДМУ», 2006. – 332 с.
54. Гура С. О. Організаційно-педагогічні умови адаптації майбутніх інженерів-педагогів : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Світлана Олександрівна Гура ; Харк. держ. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди. – Х., 2004. – 20 с.
55. Гуревич Р. С. Теоретичні та методичні основи організації навчання у професійно-технічних закладах : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Роман Семенович Гуревич ; Ін-т педагогіки і психології проф. освіти АПН України. – К., 1999. – 33 с.
56. Гуржій А. М. Електричні і радіотехнічні вимірювання : посіб. для пед. працівників та учнів проф.-техн. навч. закл. / Андрій Миколайович Гуржій, Назар Іванович Поворознюк. – К. : Навчальна книга, 2002. – 267 с.
57. Давыдов Л. Д. Компетентностный подход в системе профессионального образования / Лев Дмитриевич Давыдов // Среднее профессиональное образование. – 2006. – № 9. – С. 67–70.
58. Давыдов Л. Д. Модернизация содержания среднего профессионального образования на основе компетентностной модели специалиста : дис. ...

- канд. пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Лев Дмитриевич Давыдов. – М., 2006. – 189 с.
59. Дворецкий С. И. Система подготовки инженера XXI века и дидактические условия ее реализации : [Электронный ресурс] / Станислав Иванович Дворецкий, Евгения Ивановна Муратова // II Российский семинар по инженерному образованию (к 300-летию Российского инженерного образования). – 7–9 сентября 2001 г. – Тамбов : ТГТУ, 2001. – С. 1–11. – Режим доступа : <http://www.tstu.ru/science/seminar/ingobr/pdf/dvorez.pdf>.
60. Дегтярева Т. П. Проектирование педагогической подсистемы дополнительной подготовки инженера как фактор расширения его профессиональной мобильности : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 [спец. «Общая педагогика»] / Татьяна Петровна Дегтярева. – Екатеринбург, 1996. – 23 с.
61. Денисова А. Л. Теория и методика профессиональной подготовки студентов на основе информационных технологий : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 [спец. «Общая педагогика, история педагогики и образования»] / Анна Леонидовна Денисова ; Моск. пед. гос. ун-т им. В.И. Ленина. – М., 1994. – 32 с.
62. Дивин А. Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля : учеб. пособ. В 5 ч. / Александр Георгиевич Дивин, Сергей Васильевич Пономарев. – Тамбов : ГОУ ВПО ТГТУ, 2011. – Ч. 1. – 104 с.
63. Дидактические аспекты преподавания инженерных дисциплин : [пособ. для преподавателя] / [Е. Э. Коваленко, Е. К. Белова, В. В. Беликова, И. В. Федоров]; под ред. В. М. Приходько и В. М. Жураковского. – М. : МАДИ (ГТУ); Х. : УИПА, 2006. – 149 с.
64. Домбинская М. Г. Творческая самореализация личности инженера в профессиональной деятельности (философско-социологический аспект) : автореф. дис. ... канд. филос. наук : 09.00.11 [спец. «Социальная философия»] / Мария Григорьевна Домбинская ;

- Новосибирский государственный университет. – Новосибирск, 1995. – 17 с.
65. ДСТУ «Системи управління якістю настанови щодо поліпшення діяльності» (ISO 9004:2000, IDT). – К. : Держстандарт України, 2001. – 70 с.
66. Евгенев Г. Б. Системология инженерных знаний : учеб. пособие / Григорий Борисович Евгенев. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 376 с.
67. Егоров А. Е. Исследование устройств и систем автоматики методом планирования эксперимента / Алексей Егорович Егоров, Геннадий Никифорович Азаров, Александр Викторович Коваль ; под ред. В. Г. Воронова. – Х. : Изд-во Вища школа при ХГУ, 1986. – 240 с.
68. Електричні машини. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи № 1. Дослідження однофазного двохобмотувального трансформатора : Для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.010104.29 «Професійна освіта. Електромеханіка» / Укл. : Несторук Н. А. – Артемівськ : ЕТФ УПА, 2009. – 30 с.
69. Електричні машини. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи № 4. Дослідження генератора постійного струму з незалежним збудженням : Для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.010104.29 «Професійна освіта. Електромеханіка» / Укл. : Несторук Н. А. – Артемівськ : ЕТФ УПА, 2010. – 30 с.
70. Електричні машини. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт. Розділ «Машини постійного струму» : Для студентів заочної форми навчання напряму підготовки 6.010104.29 «Професійна освіта. Електромеханіка» / Укл. : Несторук Н. А. – Артемівськ : ННПП УПА, 2013. – 30 с.
71. Епифанов А. П. Основы электропривода : учеб. пос. для вузов / Алексей Павлович Епифанов. – СПб. : Лань, 2008. – 192 с.

72. Есаков В.П. Сборник задач по теории электропривода / Василий Петрович Исаков, Вадим Илиодорович Торопов. – М. : Высшая школа, 1968. – 264 с.
73. Євсюков О. Ф. Вплив навчальної діяльності на формування професійної компетентності студентів інженерно-педагогічних вищих навчальних закладів / Олександр Феліксівич Євсюков // Теорія і практика управління соціальними системами: філософія, психологія, педагогіка, соціологія : щокварт. наук.-практ. журн. – 2011. – № 2. – С. 29–37.
74. Євсюков О. Ф. Сутність професійної компетентності інженера-педагога / Олександр Феліксівич Євсюков // Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія : зб. наук. Праць. – 2010. – Вип. № 30. – Ч. 1. – С. 43–50.
75. Заболотна М. Розвиток методичної компетентності педагога професійного навчання як складова методичної роботи : [Електронний ресурс] / Марина Заболотна // Теорія і методика професійної освіти : Електронне наукове видання. – 2011. – Вип. 1. – Режим доступу : <http://www.tmpe.gb7.ru/docs/1/Zabolotnaya.pdf>.
76. Загвязинский В. И. Теория обучения: современная интерпретация : учеб. пособие / Владимир Ильич Загвязинский. – М. : Академия, 2001. – 192 с.
77. Зарубінська І. Б. Формування соціальної компетентності студентів вищих навчальних закладів (теоретико-методичний аспект) : [монографія] / Ірина Борисівна Зарубінська. – К. : КНЕУ, 2010. – 348 с.
78. Зеер Э. Ф. Модернизация профессионального образования: компетентностный подход : [учеб. пособ.] / Эвальд Фридрихович Зеер, Анна Михайловна Павлова, Эльвира Эвальдовна Сыманюк. – М. : Московский психол.-социол. ин-т, 2005. – 216 с.
79. Зеер Э. Ф. Психология профессионального развития / Эвальд Фридрихович Зеер. – М. : Академия, 2006. – 240 с.
80. Земцова В. И. Содержание понятия «Методическая подготовка учителя» / Валентина Ивановна Земцова // Исследование приоритетных проблем

развития профобразования : сб. результатов науч. исслед. – М. : АПО, 2001. – С. 212–217.

81. Зимняя И. А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентного подхода в образовании. Авторская версия / Ирина Алексеевна Зимняя. – М. : Исслед. центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. – 20 с. // Методологический семинар «Россия в Болонском процессе : проблемы, задачи, перспективы» : [Электронный ресурс]. – Режим доступа : rc.edu.ru/rc/bologna/works/pdf/zimnaya_1.pdf.
82. Зуева Ф. А. Педагогические условия развития технического мышления у студентов инженерно-педагогических специальностей : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Флора Акрамовна Зуева ; . – Челябинск, 1998. – 182 с.
83. Ивоботенко Б.А. Планирование эксперимента в электромеханике / Борис Алексеевич Ивоботенко, Николай Федотович Ильинский, Игорь Петрович Копылов. – М. : Энергия, 1975. – 202 с.
84. Ильясов И. И. Проектирование курса обучения по учебной дисциплине : пос. для препод. / Ислам Имранович Ильясов, Николай Антонович Галатенко. – М. : Логос, 1994. – 205 с.
85. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика / Карлхайнц Ингенкамп. – [пер. с нем.]. – М. : Педагогика, 1991. – 240 с.
86. Иноземцева С. В. Учебный эксперимент как средство формирования профессиональных умений будущего учителя : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Светлана Васильевна Иноземцева. – Брянск, 1997. – 206 с.
87. Интегративный подход к обучению : [Электронный ресурс] // НЭС. Безрукова В. С. Основы духовной культуры (энциклопедический словарь педагога). – 2000. – Режим доступа : <http://didacts.ru/dictionary/1010/word/integrativnyi-podhod-k-obucheniyu>

88. Ігнатюк О. А. Формування компетентності з проектування методик навчання у магістрантів інженерно-технічного профілю / Ольга Анатоліївна Ігнатюк // Теорія і практика управління соціальними системами. – 2012. № 2. – С. 95–103.
89. Кагерманян В. С. Влияние развития науки, техники, экономики и культуры на содержание высшего профессионального образования / В. С. Кагерманян, М. Г. Гарунов, Л. Г. Семушкина // Содержание, формы и методы обучения в высшей школе. Обзорная информация. – М. : НИВО, 1996. – Вып. 4. – 43 с.
90. Каликинский Ю. А. Компетентностный подход к подготовке инженеров-педагогов / Юрий Алексеевич Каликинский, Василий Петрович Косырев // Профессиональное образование. – 2005. – № 6. – С. 25–26.
91. Касперський А. В. Електрика та магнетизм. Збірник задач, вправ і тестів. Практикум : навч.-метод. посіб. для самостійної роботи / Анатолій Володимирович Касперський, Ігор Тимофійович Богданов. – К. : Четверта хвиля, 2006. – 248 с.
92. Касперський А. В. Метод проектів у розвитку науково-технічної творчості молоді / Анатолій Володимирович Касперський, Наталія Іванівна Поліхун // Проектний підхід до компетентісно спрямованої освіти : У 2-х т. – Запоріжжя : Центріон, 2006. – Т. 1. – С. 100–107.
93. Касперський А. В. Розвиток інтелектуальних і творчих здібностей учнів / Анатолій Володимирович Касперський, Наталія Іванівна Поліхун // Збірник наукових праць. Педагогічні науки. – Херсон : ХДУ, 2005. – Вип. 38. – С. 80–84.
94. Касперський А. В. Система формування знань з радіоелектроніки в середній і вищій педагогічних школах : монографія / Анатолій Володимирович Касперський. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2002. – 235 с.
95. Кива А. А. Дидактическое проектирование на основе компетентностного подхода : монографія / Александр Алексеевич Кива, Василий Петрович

- Косырев, Алексей Николаевич Кузнецов. – М. : НОУ «ИСОМ», 2005. – 142 с.
96. Кларин М. В. Инновации в обучении : метафоры и модели / Михаил Владимирович Кларин. – М. : Наука, 1997. – 222 с.
97. Кларин М. В. Инновационные модели учебного процесса в современной зарубежной педагогике : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01. – [спец. «Теория и история педагогики»] / Михаил Владимирович Кларин ; Ин-т теоретич. педагогики и междунар. исследов. в образовании РАО. – М., 1994, – 47 с.
98. Ключев В. И. Теория электропривода : учеб. пос. для вузов / Владимир Иванович Ключев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2001. – 704 с.
99. Коваленко Е. Э. Методика профессионального обучения : учеб. для инженеров-педагогов, преподавателей спецдисциплин системы профессионально-технического и высшего образования / Елена Эдуардовна Коваленко. – Х. : Штрих, 2003. – 480 с.
100. Коваленко О. Е. Методичні основи технології навчання : теоретико-методичний та практичний аспекти викладання дисциплін електроенергетичного циклу / Олена Едуардівна Коваленко. – Х. : Основа, 1996. – 175 с.
101. Козыбай А. К. Формирование профессионализма инженера-педагога в системе университетской подготовки : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Анарбек Козыбайулы Козыбай ; Казахский нац. аграрный ун-т. – Алматы, 2005. – 486 с.
102. Компетентнісно зорієнтована програма курсу «Методика навчання математики в початковій школі» : для напряму підготовки 0101 «Педагогічна освіта» : освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр / С. О. Скворцова [укл.]. – Одеса : ПНПУ ім. К.Д.Ушинського, 2010. –

- 100 с. // Скворцова Світлана Олексіївна : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://skvor.info/students/metodika/info.html>.
103. Комплектные тиристорные электроприводы : справочник / Игорь Хононович Евзеров, Александр Степанович Горобец, Борис Йосифович Мошкович и др.; Под ред. В. М. Перельмутера. – М. : Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.
104. Концепція педагогічної компетентності майбутніх учителів у системі ступеневої підготовки спеціалістів початкової ланки освіти : [Електронний ресурс] / Лариса Василівна Банашко, Олена Михайлівна Севастьянова, Богдан Степанович Крищук, Світлана Ігорівна Тафінцева // Хмельницька гуманітарно-педагогічна академія. – Режим доступу: <http://www.kgra.km.ua/?q=node/233>. – Назва з екрану.
105. Корець М. С. Науково-технічна підготовка вчителів для освітньої галузі «Технології» : монографія / Микола Савич Корець. – К. : НПУ, 2002. – 258 с.
106. Корець М. С. Теорія і практика технічної підготовки вчителів трудового навчання : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Микола Савич Корець ; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – К., 2006. – 503 с.
107. Корольова Н. В. Формування у майбутніх інженерів-педагогів компетентності з проектування методик навчання електроенергетичних дисциплін : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теорія методика навчання (технічні дисципліни)»] / Наталія Валеріївна Корольова ; Укр. інж.-пед. акад. – Харків, 2010. – 20 с.
108. Корягіна Н. В. Сутність експерименту та особливості проведення експериментальних досліджень з природознавства / Наталія Віталіївна Корягіна // Вісник Чернігівського національного пед. ун-ту імені Т. Г. Шевченка. Серія «Педагогічні науки». – 2012. – Вип. 104. – Т. 1 – С. 221–225.

109. Косырев В. П. Система непрерывной методической подготовки педагогов профессионального обучения : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Василий Петрович Косырев ; ФГОУ ВПО «Московский гос. агроинженер. ун-т имени В. П. Горячкина. – М., 2007. – 469 с.
110. Косырев В. П. Теория и практика методической подготовки педагогов профессионального обучения / Василий Петрович Косырев // Проблемы инженерно-педагогічної освіти . – 2009. – № 24/25. – С. 36–48.
111. Краевский В. В. О культурологическом и компетентностном подходах к формированию содержания образования : [Электронный ресурс] / Володар Викторович Краевский // Центр дистанционного образования «Эйдос». – Режим доступа : <http://www.eidos.ru/conf/>.
112. Кратко о рефлексивности : [Электронный ресурс] // Рефлексивность.ру. – Режим доступа : <http://www.reflexivity.ru/files/pdf/shortly.pdf>.
113. Кремер Н. Ш. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. для вузов / Наум Шевелевич Кремер. – М. : ЮНИТИ–ДАНА, 2001. – 543 с.
114. Крокошенко О. Я. Складові професійно-педагогічної діяльності інженера-педагога у сучасній системі професійної освіти / Олена Яківна Крокошенко // Вісник Луган. нац. ун-ту ім. Тараса Шевченка. – 2010. – № 10 (197) : Пед. науки. – С. 5–12.
115. Крушельницька О. В. Методологія та організація наукових досліджень: навчальний посібник / Ольга Володимирівна Крушельницька. – К. : Кондор, 2003. – 192 с.
116. Кулешова Е. О. Теоретические основы электротехники в экспериментах и упражнениях. Практикум в среде Electronics Workbench : учебное пособие / Елена Олеговна Кулешова, Вероника Андреевна Колчанова, Владислав Дмитриевич Эськов, Серге Владимирович Пустынников ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2011. – 148 с.

117. Кулик Є. В. Теорія і практика підготовки майбутніх учителів трудового навчання до педагогічної дослідницької діяльності : автореф. дис ... д-ра пед. наук : 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Кулик Євген Володимирович ; Тернопільський національний педагогічний ун-т ім. Володимира Гнатюка. – Тернопіль, 2006. – 40 с.
118. Курлянд З. Н. Теорія і методика професійної освіти : навч. посіб. / З. Н. Курлянд, Т. Ю. Осипова, Р. С. Гурін, І. О. Бартенева, І. М. Богданова. – К. : Знання, 2012. – 390 с.
119. Кустов Л. М. Теоретические и практические основы послевузовской подготовки инженера-педагога (диагностическая, проектировочная, экспериментальная деятельность) : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Леонид Маркелович Кустов ; . – М., 1996. – 45 с.
120. Кушнір В. А. Системний аналіз педагогічного процесу : методологічний аспект : монографія / Василь Андрійович Кушнір. – Кіровоград : КДПУ, 2001. – 348 с.
121. Кьверялг А. А. Методы исследования в профессиональной педагогике / Антс Аугустович Кьверялг. – Таллин : Валгус, 1980. – 335 с.
122. Лазарєв М. І. Моделі представлення змісту предметних областей інженерних дисциплін / Микола Іванович Лазарєв // Нові технології навчання : наук. метод. зб. – К. : НМЦВО, 2002. – Вип. 32. – С. 38–49.
123. Лазарєв М. І. Полісистемне моделювання змісту технологій навчання загальноінженерних дисциплін : [монографія] / Микола Іванович Лазарєв. – Х. : НФаУ, 2003. – 356 с.
124. Лебедева О. В. Развитие методической компетентности учителя как средство повышения эффективности учебного процесса в общеобразовательной школе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 [спец. «Общая педагогика, история педагогики и образования»] / Ольга Васильевна Лебедева ; ГОУ ВПО «Нижегородский государственный ун-т им. Н. И. Лобачевского». – Нижний Новгород, 2007. – 24 с.

125. Левшин М. М. Принцип проектування педагогічних систем / Микола Миколайович Левшин // Психолого-педагогічні засади проектування інноваційних технологій викладання у вищій школі : монографія / [В. Луговий, М. Левшин, О. Бондаренко та ін.] ; За заг. ред. В. П. Андрущенко, В. І. Лугового. – К. : Педагогічна думка, 2011. – С. 35–41.
126. Лернер И. Я. Дидактические основы методов обучения / Исаак Яковлевич Лернер. – М. : Педагогика, 1981. – 186 с.
127. Лодатко Є. О. Кластеризація соціокультурного простору і когнітивні метафори в педагогічному моделюванні / Євген Олександрович Лодатко // Педагогіка вищої школи : методологія, теорія, технології // Вісник Черкаського університету. Серія : Педагогічні науки. – Вип. 6(259). 2013. – Черкаси : ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2013. – С. 53–58.
128. Лодатко Є. О. Моделювання педагогічних систем і процесів : [монографія] / Євген Олександрович Лодатко. – Слов'янськ: СДПУ, 2010. – 148 с.
129. Лотоцкий К. В. Электрические машины и основы электропривода : учеб. пос. для сельхоз. техникумов по спец. «Электрификация сельского хозяйства» / Константин Васильевич Лотоцкий. – М. : Колос, 1964. – 495 с.
130. Луговий В. І. Ідентифікація складу і структури компетентностей – ключова умова підвищення ефективності викладання у вищій школі / Володимир Іларіонович Луговий, Олена Миколаївна Слюсаренко, Жанна Василівна Таланова // Психолого-педагогічні засади проектування інноваційних технологій викладання у вищій школі : монографія / [В. Луговий, М. Левшин, О. Бондаренко та ін.] ; За заг. ред. В. П. Андрущенко, В. І. Лугового. – К. : Педагогічна думка, 2011. – С. 48–63.
131. Мажирина Р. Е. Формирование готовности студентов электротехнических специальностей к проведению инженерного

- експеримента : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 [спец. «Теория и методика профессионального образования»] / Раиса Евгеньевна Мажирина ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург, 2002. – 196 с.
132. Малафійк І. В. Дидактика : навчальний посібник / Іван Васильович Малафійк. – К. : Кондор, 2009. – 406 с.
133. Малыгин Е. Н. Инженерная педагогика : учеб. пособие / Евгений Николаевич Малыгин, Татьяна Анатольевна Фролова, Марина Сергеевна Чванова. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – Ч. I. – 112 с.; 2005. – Ч. II. – 80 с.
134. Марущак Я. Ю. Синтез електромеханічних систем з послідовним та паралельним коригуванням / Ярослав Юрійович Марущак. – Львів : ЛП, 2005. – 208 с.
135. Марцева Л. Розвиток професійної компетентності викладача коледжу шляхом запровадження інноваційних освітніх технологій : [Електронний ресурс] / Людмила Марцева // Теорія і методика професійної освіти : Електронне наукове видання. – 2012. – Вип. 3. – Режим доступу : <http://www.tmpe.gb7.ru/docs/3/12mariet.pdf>.
136. Махмутов М. И. Проблемное обучение : основные вопросы теории. / Мирза Исмаилович Махмутов. – М. : Педагогика, 1975. – 368 с.
137. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі : навч. посіб. для студентів, магістрів, аспірантів і викладачів вищих навч. закл. / [С. У. Гончаренко, П. М. Олійник, В. К. Федорченко та ін.] ; за ред. С. У. Гончаренка, П. М. Олійника. – К. : Вища школа, 2003. – 323 с.
138. Методика професійного навчання. Ч. 1 : Дидактичне проектування : навч. посібник для вищих навч. закладів інж.-пед. спец. для традиційної та дистанційної форм навчання / О. Е. Коваленко [та інші] ; Укр. інж.-пед. академія. – 2-ге вид., перероб. та доп. – Х. : Шевченко С. О., 2010. – 264 с.
139. Методика професійного навчання. Ч. 2 : Основні технології навчання : навч. посібник для вищих навч. закладів інж.-пед. спец. для традиційної

та дистанційної форм навчання / О. Е. Коваленко [та інші] ; Укр. інж.-пед. академія. – 2-ге вид., перероб. та доп. – Х. : Шевченко С. О., 2010. – 256 с.

140. Методические указания к проведению лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированный электропривод». Часть I. «Основы электропривода»: Для студ. всех форм обуч. спец.: 7.092501 – автоматизированное управление технологическими процессами; 7.091401 – системы управления и автоматики / Георгій Сергійович Якимчук, Сергій Олександрович Рожков. – Херсон : ХГТУ, 2004. – 33 с.
141. Методичні рекомендації щодо розробки складових стандартів вищої освіти Університету. – Львів : Вид-во ЛНУ, 2012. – 104 с.
142. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента : конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) / Николай Александрович Спирин, Владислав Васильевич Лавров ; под общ. ред. Н. А. Спирина. – Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. – 257 с.
143. Микитюк О. М. Становлення та розвиток науково-дослідної роботи у вищих педагогічних закладах України (історико-педагогічний аспект) / Олександр Миколайович Микитюк. – 2-е вид., випр. і доп. – Харків : ОВС, 2003. – 272 с.
144. Михнюк М. І. Розвиток методичної компетенції як складової професійно-педагогічної компетентності інженера-педагога / Марія Іванівна Михнюк // Професійна освіта. Проблеми і перспективи : зб. наук. праць. – 2010. – № 1. – С. 123–128.
145. Михнюк М. І. Шляхи формування методичної компетентності інженерів-педагогів професійно-технічних навчальних закладів / Марія Іванівна Михнюк // Проблеми сучасної педагогічної освіти : педагогіка і психологія. – 2010. – Вип. № 27. – Ч. 2. – С. 92–95.

146. Мойсеюк Н. Є. Педагогіка : навч. посіб [для студ. вищ. навч. закл.] / Неля Євтихіївна Мойсеюк. – [5-те вид., доп. і перероб.]. – К. : Кондор, 2007. – 656 с.
147. Мокін Б. І. Стратегія пошуку оптимального співвідношення лабораторного практикуму та наукових досліджень в навчальному процесі інженерних спеціальностей : монографія / Борис Іванович Мокін, Василь Олександрович Леонтєв, Олександр Борисович Мокін. – Вінниця : Універсум-Вінниця, 2002. – 143 с.
148. Муравьева Г. Е. Проектирование технологий обучения : учеб. пос. / Галина Евгеньевна Муравьева. – Иваново : ИПК и ППК, 2001. – 124 с.
149. Навчальна програма індивідуального маршруту підвищення методичної компетентності майстра виробничого навчання професійно-технічного навчального закладу / Уклад. Н. Ю. Самойленко. – Суми : НМЦ ПТО, 2009. – 13 с.
150. Науково-практичні аспекти організації навчальної і методичної роботи в університеті : монографія / Володимир Павлович Шевченко, Вадим Володимирович Христіановський, Олександр Борисович Ступін. – Донецьк : Донец. нац. ун-т, 2004. – 254 с.
151. Національна рамка кваліфікацій [Затв. постановою КМ України від 23 листопада 2011 р. № 1341] // Законодавство України : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1341-2011-п>.
152. Непрокина И. В. Формирование электротехнических знаний и умений в методической подготовке учителей физики : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 [спец. «Методика преподавания физики»] / Ирина Васильевна Непрокина ; Самар. гос. пед. ун-т им. В. В. Куйбышева. – Тольятти, 1995. – 17 с.
153. Несторук Н. А. Експериментальні дослідження в контексті формування електромеханічної компетентності майбутніх інженерів-педагогів : [Електронний ресурс] / Наталя Анатоліївна Несторук // Народна освіта :

Електронне наукове фахове видання. – 2013. – Вип. №3 (21). - Режим доступу : http://narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=1451.

154. Несторук Н. А. Алгоритм проведення експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Тези доповідей XLV науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії. – Артемівськ : ННПП УПА, 2012. – С. 40.
155. Несторук Н. А. Анализ государственной политики в области профессионального образования и требований заказчиков-работодателей электромеханической отрасли / Наталя Анатоліївна Несторук // Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми і перспективи працевлаштування випускників вищих навчальних закладів». – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. –С. 121–124.
156. Несторук Н. А. Аспекти навчання майбутніх інженерів-педагогів проведенню експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. – Запоріжжя, 2011. – Вип. № 13(66). – С. 136–141.
157. Несторук Н. А. Дослідження в області методики проведення експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Гуманізація навчально-виховного процесу : наук.-метод. зб. – Слов'янськ : СДПУ, 2009. – Вип. № 36. – С. 125–129.
158. Несторук Н. А. Застосування методів проблемного навчання при проведенні лабораторних робіт з дисциплін електронного циклу / Наталя Анатоліївна Несторук, Дмитро Анатолійович Семенець, Сергій Володимирович Астапов // Гуманізація навчально-виховного процесу : наук.-метод. зб. – Слов'янськ, 2006. – Вип. № 32. – С. 48–52.
159. Несторук Н. А. Зв'язок уявного та реального експериментального дослідження при вивченні технічних дисциплін / Наталя Анатоліївна Несторук // Проблеми трудової і професійної підготовки : наук.-метод. зб. – Слов'янськ : СДПУ, 2005. – Вип. № 10. – С. 53–57.

160. Несторук Н. А. Іноваційні розробки та тенденції розвитку інженерно-педагогічної освіти / Наталя Анатоліївна Несторук, Сергій Йосипович Татаринів // Наукова скарбниця освіти Донеччини : наук.-метод. журнал. – Донецьк, 2013. – Вип. № 1(14). – С. 36–38.
161. Несторук Н. А. Координація змісту підготовки студентів у області методики й техніки експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Тези доповідей ХЛІ науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії. – Артемівськ : УПА, 2008. – С. 67–68.
162. Несторук Н. А. Мета та зміст навчання студентів-електромеханіків проведенню експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького : Збірник наук. праць. – Вип. № 3(216). – Черкаси, 2012. – с. 79–82.
163. Несторук Н. А. Методична компетентність майбутніх інженерів-педагогів / Н. А. Несторук // Тези доповідей Міжнар. науково-практ. конференції «Мультинаукові дослідження як тренд розвитку сучасної науки». – К. : ЦНП, 2013. – С.47–49.
164. Несторук Н. А. Підходи до навчання студентів технічних спеціальностей до проведення експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Гуманізація навчально-виховного процесу : наук.-метод. зб. – Слов'янськ : СДПУ, 2008. – Вип. № 34. – С. 114–120.
165. Несторук Н. А. Повышение компетентности выпускника ВУЗа за счёт развития системы технического творчества студентов / Наталя Анатоліївна Несторук, Павло Вікторович Васюченко, Артем Михайлович Чернюк // Наукова скарбниця освіти Донеччини : наук.-метод. журнал – Донецьк : ДонНУ, 2013. – Вип. №1(14). – С. 9–14.
166. Несторук Н. А. Розробка механізму вибору та застосування способів формування у студентів електромеханічних спеціальностей навичок експериментальної діяльності / Наталя Анатоліївна Несторук // Тези

доповідей ХЛІІ науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, науковців, аспірантів та співробітників академії. – Артемівськ : УПА, 2009. – С. 65–66.

167. Несторук Н. А. Роль методичної підготовки інженерів-педагогів при проведенні експериментальних досліджень у процесі вивчення технічних дисциплін / Наталя Анатоліївна Несторук // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького : Збірник наук. праць. – Вип. № 6(259). – Черкаси, 2013. – С. 69–74.
168. Несторук Н. А. Структура діяльності інженерів-педагогів у процесі проведення експериментальних досліджень / Наталя Анатоліївна Несторук // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького : Збірник наук. праць. – Вип. № 15(268). – Черкаси, 2013. – С. 84–90.
169. Несторук Н. А. Техническое творчество студентов, как фактор повышения компетентности выпускника ВУЗа / Наталя Анатоліївна Несторук, Павло Вікторович Васюченко, Артем Михайлович Чернюк // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Теорія і практика». – Артемівськ : ННПП УПА, 2012. – С. 50–51.
170. Несторук Н. А. Технологии совершенствования обучения студентов электромеханических специальностей проведению экспериментальных исследований / Наталя Анатоліївна Несторук // Международный научно-методический симпозиум «Современные проблемы многоуровневого образования». – Ростов н/Д : ДГТУ, 2011. – С. 55–62.
171. Несторук Н. А. Формування змісту технічної творчості засобами експериментальної діяльності / Наталя Анатоліївна Несторук // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : наук.-метод. зб. – Харків : УПА, 2006. – Вип. № 13. – С. 65–71.
172. Несторук Н. А. Формування компетентності фахівців, за рахунок удосконалення експериментальних досліджень в процесі навчання /

- Н. А. Несторук // Тезисы докладов V Междунар. научно-практ. конференции «Качество технологий – качество жизни». – Софія (Болгария) – Х. : УИПА, 2012. – С. 87–89.
173. Несторук Н. А. Формування методичної компетентності у студентів інженерно-педагогічних спеціальностей засобами експериментальної діяльності / Наталя Анатоліївна Несторук // Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Вища школа : інтеграція і співробітництво освітніх систем». – Черкаси : ЧНУ ім. Богдана Хмельницького, 2013. – С. 81–83.
174. Несторук Н. А. Экспериментальные исследования в процессе изучения технических дисциплин – необходимое условие качественной подготовки будущих инженеров-педагогов электромеханического профиля / Наталья Анатольевна Несторук // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. Серия «Педагогика и психология». – 2013. – № 2(13). – С. 225–227.
175. Несторук Н. А. Экспериментальные исследования в системе подготовки студентов электромеханических специальностей [на англ.] : Nestoruk N. Experimental research in the preparation system of students majored in electromechanics / N. Nestoruk // Science and Education a New Dimension : Pedagogy and Psychology. – 2013. – Vol. 5. – S. 44–47.
176. Ничкало Н. Г. Трансформація професійно-технічної освіти України : [монографія] / Нелля Григорівна Ничкало ; АПН України, Ін-т педагогічної освіти і освіти дорослих. К. : Педагогічна думка, 2008. – 198 с.
177. Образцов П. И. Проектирование и конструирование профессионально-ориентированной технологии обучения : уч.-метод. пособ. / Павел Иванович Образцов, Анастасия Ивановна Ахулкова, Ольга Федоровна Черниченко. Под общ. ред. проф. П. И. Образцова – Орел : ОГУ, 2003. – 94 с.

178. Овакімян О. С. Науково-дослідна робота як ресурс розвитку творчого потенціалу особистості студента : автореф. дис. ... канд. соціол. наук : 22.00.04 [спец. «Соціальні та галузеві соціології»] / Ольга Сергіївна Овакімян ; Харк. націон. ун-т внутр. справ. – Харків, 2005. – 20 с.
179. Овчарук О. В. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти / Оксана Василівна Овчарук // Стратегія реформування освіти в Україні : рекомендації з освітньої політики. – К. : КІС, 2003. – С. 13–41.
180. Ожегов С. И. Толковый словарь русского языка / Сергей Иванович Ожегов, Наталия Юльевна Шведова ; РАН. Ин-т русского языка им. В. В. Виноградова. – 4-е изд., доп. – М. : Азбуковник, 1999. – 944 с.
181. Осипов О. И. Теория электропривода : учеб. пос. к лаборат. работам / Олег Иванович Осипов, Юрий Семенович Усынин, Геннадий Иванович Драчев. – Челябинск : ЧГТУ, 1993. – 96 с.
182. Осипов О. И. Электромеханические свойства замкнутых систем : Лабораторные работы № 9–12 : метод. пос. по курсу «Теория электропривода» для студ., обуч. по направл. «Электротехника, электромеханика и электротехнологии» / Олег Иванович Осипов, Юрий Михайлович Сафонов. – М. : МЭИ, 2003. – 32 с.
183. Основы метрологии и электрические измерения : учеб. для вузов / Борис Яковлевич Авдеев, Евгений Михайлович Антонюк, Евгений Михайлович Душин и др. ; Под ред. Е. М. Душина. – Л. : Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
184. Павленко Л. В. Дослідно-експериментальна перевірка розробленої методики навчання майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерних технологій статистичного опрацювання експериментальних даних / Лілія Василівна Павленко // Новітні комп'ютерні технології NOCOTE'2012 : матеріали 10-тої ювілейної Міжнародної науково-технічної конференції. – Севастополь : Принт, 2012. – С. 91–92.
185. Павленко Л. В. Методика навчання майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерних технологій статистичного опрацювання

- експериментальних даних : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теорія та методика навчання (технічні дисципліни)»] / Лілія Василівна Павленко ; Бердянський державний педагогічний університет. – Бердянськ, 2012. – 331 с.
186. Панасюк Н. Л. Електронний навчально-методичний комплекс із дисципліни «Методика професійного навчання : основні технології навчання» : [Електронний ресурс] / Наталія Леонідівна Панасюк, Василь Михайлович Мельник // Луцький національний технічний університет ; Кафедра комп'ютерних технологій професійного навчання. – Режим доступу : <http://lib.lntu.info/books/knit/ktpn/2011/11-37/>
187. Педагогічна спрямованість навчального процесу в інженерній педагогіці / О. Е. Коваленко, А. Т. Ашеро́в, Є. В. Громо́в та ін. ; Українська інженерно-педагогічна академія. – Х. : УПА, 2005. – 123 с.
188. Петрук В. А. Теоретико-методичні засади формування професійної компетентності майбутніх фахівців технічних спеціальностей у процесі вивчення фундаментальних дисциплін : монографія / Віра Андріївна Петрук. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 292 с.
189. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества / Александр Иванович Половинкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 368 с.
190. Пометун О. І. Дискусія українських педагогів навколо питань запровадження компетентісного підходу в українській освіті / Олена Іванівна Пометун // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : [б-ка з освітньої політики] ; під. заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – С. 66 – 72.
191. Пометун О. І. Теорія і практика послідовної реалізації компетентнісного підходу в досвіті зарубіжних країн / Олена Іванівна Пометун // Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи : [б-ка з освітньої політики] ; під. заг. ред. О. В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – С. 16–25.

192. Пригодій М. А. Моделювання педагогічної системи підготовки майбутніх учителів технологій до профільного навчання учнів / Микола Анатолійович Пригодій // Психолого-педагогічні засади проектування інноваційних технологій викладання у вищій школі : монографія / [В. Луговий, М. Левшин, О. Бондаренко та ін.] ; За заг. ред. В. П. Андрущенко, В. І. Лугового. – К. : Педагогічна думка, 2011. – С. 194–203.
193. Прігченко О. В. Експериментальні дослідження ефективності сучасних засобів проведення лабораторних занять / Олександр Володимирович Прігченко, Андрій Петрович Калінов // Електромеханічні і енергозберігаючі системи. – 2012. – Вип. 3 (19). – С. 585–588.
194. Профессиональная педагогика : учеб. для студ., обуч. по пед. спец. и направл. / Под ред. С. Я. Батышева, А. М. Новикова. – Изд. 3-е, перераб. – М. : ЭГВЕС, 2010. – 456 с.
195. Психология и педагогика : учеб. пособ. / Под ред. А. А. Бодалева, В. И. Жукова, Л. Г. Лаптева, В. А. Слостенина. – М. : Изд-во Института Психотерапии, 2002. – 585 с.
196. Раннев Г. Г. Методы и средства измерений : учеб. для вузов / Георгий Георгиевич Раннев, Анатолий Пантелеевич. – 2-е изд., стереотип. – М. : Аккадемия, 2004. – 336 с.
197. Рогальська Н. В. Педагогічний супровід наукової діяльності студентів / Надія Василівна Рогальська. – Умань : Софія, 2007. – 101 с.
198. Рогинский В. М. Азбука педагогического труда : (Пособие для начинающего преподавателя техн. вуза) / Вадим Матвеевич Рогинский. – М. : Высшая школа, 1990. – 112 с.
199. Романова А. М. Формирование профессионально-творческой направленности студентов технического вуза : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 [спец. «Общая педагогика, история педагогики и образования»] / Анна Михайловна Романова ; РУДН. – М., 2010. – 20 с.

200. Ромашихин Ю. В. Классификация методов определения электромагнитных параметров машин переменного тока / Юрий Владимирович Ромашихин // Електромеханічні системи, методи моделювання та оптимізації: Зб. наук. праць VII Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук. 2–4 квітня 2009 р. – Кременчук: КДПУ, 2009. – С. 287–289.
201. Рузавин Г. И. Методология научного познания: учеб. пособие для вузов / Георгий Иванович Рузавин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. – 287 с.
202. Самойленко Н. Педагогічні умови розвитку методичної компетентності майстрів виробничого навчання професійно-технічних навчальних закладів: [Електронний ресурс] / Наталія Юріївна Самойленко // Теорія і методика професійної освіти: Електронне наукове видання. – 2011. – Вип. 2. – Режим доступу: <http://www.tmpe.gb7.ru/docs/2/11samvtz.pdf>.
203. Самойленко Н. Ю. Вивчення проблеми розвитку методичної компетентності педагогів у дослідженнях науковців країн СНД / Наталія Юріївна Самойленко // Педагогічна теорія і практика: зб. наук. праць. – 2010. – № 1. – С. 266–277.
204. Самойленко Н. Ю. Розвиток методичної компетентності майстрів виробничого навчання професійно-технічних навчальних закладів: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04 [спец. «Теорія і методика професійної освіти»] / Наталія Юріївна Самойленко; Ін-т професійної освіти НАПН України. – Київ, 2012. – 22 с.
205. Сандлер А. С. Лабораторные работы по курсу «Основы электропривода» / Абрам Соломонович Сандлер. – М.: МЭИ, 1962. – 132 с.
206. Сердюкова О. Я. Основы инженерно-педагогической деятельности (Вступ до фаху): курс лекцій з дисципліни для студ. I курсу спец. «Проф. навчання» / Олена Яківна Сердюкова; Держ. закл. «Луган. нац. ун-т ім. Тараса Шевченка». – Луганськ: ЛНУ ім. Тараса Шевченка, 2010. – 143 с.

207. Сивоконь П. Е. Методологические проблемы научного эксперимента / Павел Елизарович Сивоконь. – М. : МГУ, 1968. – 372 с.
208. Сидоренко В. Сучасні характеристики професійної компетентності / Віктор Сидоренко // Трудова підготовка в закладах освіти : наук.-метод. журн. – 2010. – № 5. – С. 3–7.
209. Сидоренко В. К. Джерела і чинники формування технологічної культури учнів загальноосвітніх навчальних закладів / Віктор Костянтинович Сидоренко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. – Серія 5. Педагогічні науки :реалії та перспективи. – Вип. 31 : зб. наук. праць / За ред. проф. М. С. Корця, проф. П. В. Дмитренка. – К. : НПУ імені М.П.Драгоманова, 2012. – С. 238–245.
210. Сидоренко В. К. Проектна культура в структурі професійно-педагогічної підготовки вчителя / Віктор Костянтинович Сидоренко // Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т. Г. Шевченка. – Серія : Педагогічні науки : зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 80. – С. 3–8.
211. Сидорчук Л. А. Ергономічна культура як складова професійної компетентності майбутніх учителів технологій / Людмила Андріївна Сидорчук // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5 : Педагогічні науки : реалії та перспективи : Збірник наукових праць. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2011. – Вип. 30. – С. 186–193.
212. Сидорчук Л. А. Ергономічні основи методологічних підходів до аналізу взаємодії в системі «людина – техніка» / Людмила Андріївна Сидорчук // Вісник. Збірник наукових статей Київського міжнародного університету. (Серія : Психологічні науки). – К. : КиМУ, 2007. – Вип. 11. – С. 190–199.
213. Сидорчук Л. А. Теоретико-методологічний аналіз проблем взаємодії людини і техніки / Людмила Андріївна Сидорчук // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

- Серія 5 : Педагогічні науки : реалії та перспективи : Збірник наукових праць. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2013. – Вип. 38. – С. 197–204.
214. Сидорчук Л. А. Теоретичні і методичні засади навчання ергономіки майбутніх учителів технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теорія і методика навчання (технічні дисципліни)»] / Людмила Андріївна Сидорчук ; НПУ ім. М. П. Драгоманова. – К., 2011. – 510 с.
215. Силайчев П. А. Совершенствование методической подготовки инженеров-педагогов по организации урока : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 [спец. «Теория и история педагогики»] / Павел Александрович Силайчев ; НИИ Общего образования взрослых АПН СССР. – Л., 1988. – 16 с.
216. Сластенин В. А. Педагогика : учеб. пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений / Виталий Александрович Сластенин, Илья Федорович Исаев, Евгений Николаевич Шиянов ; Под ред. В. А. Сластенина. – М. : Академия, 2002. – 576 с.
217. Соколов В. Н. Педагогическая эвристика : Введение в теорию и методику эвристической деятельности : учеб. пособ. / Валерий Николаевич Соколов. – М. : Аспект Пресс, 1995. – 255 с.
218. Справочник по наладке электрооборудования промышленных предприятий / Под ред. М. Г. Зименкова, Г. В. Розенберга, Е. М. Феськова. – 3-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 480 с.
219. Степанова-Быкова А. С. Методика профессионального обучения : курс лекцій : [Электронный ресурс] / Алла Селиверстовна Степанова-Быкова, Татьяна Григорьевна Дулинец. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 299 с. // Сибирский федеральный университет. – Режим доступа : http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1513/u_lecture.pdf.
220. Стешенко В. В. Використання компетентнісного підходу при складанні галузевого стандарту освітньо-кваліфікаційної характеристики професійної підготовки вчителя технологій / Володимир Васильович

- Стешенко // Вісник Чернігівського нац. пед. ун-ту імені Т. Г. Шевченка. – Серія: Педагогічні науки : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 88. – С. 201–204.
221. Стешенко В. В. Система компетенцій в освітньо-професійній програмі підготовки вчителя технологій / Володимир Васильович Стешенко // Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П.Драгоманова. – Серія 5. Педагогічні науки :реалії та перспективи. – Вип. 30 : зб. наук. праць / За ред. проф. М. С. Корця, проф. П. В. Дмитренка. – К. : НПУ імені М.П.Драгоманова, 2011. – С. 193–197.
222. Стешенко В. В. Теоретико-методологічні засади фахової підготовки майбутнього вчителя технології в умовах ступеневої освіти : монографія / Володимир Васильович Стешенко. – Слов'янськ : СДПУ, 2004. – 188 с.
223. Сухорукова А. А. Комплексний підхід до формування професійної компетентності педагогів / А. А. Сухорукова // Педагогічна майстерня. – 2011. – № 2. – С. 14–19.
224. Талызина Н. Ф. Управление процессом усвоения знаний: психологические основы / Нина Федоровна Талызина. – М. : Изд-во МГУ, 1984. – 344 с.
225. Тархан Л. З. Дидактическая компетентность инженера-педагога: теоретические и методические аспекты : монографія / Ленуза Запаевна Тархан. – Симферополь : Крымучпедгиз, 2008. – 424 с
226. Тархан Л. З. Развитие современных требований к подготовке инженера-педагога / Ленуза Запаевна Тархан // Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. праць. – 2010. – Вип. 9. – С. 156–162.
227. Тверезовська Н. Т. Закономірності функціонування інформаційних технологій / Ніна Трохимівна Тверезовська // Педагогіка вищої та середньої школи. – 2012. – № 35(2012). – С. 301–310.
228. Тверезовська Н. Т. Осмислення поняття «система» в різних галузях наукових знань / Ніна Трохимівна Тверезовська, Тетяна Вердіївна

- Тарнавська // Педагогіка вищої та середньої школи. – 2012. – № 35(2012). – С. 320–331.
229. Теория планирования экспериментов в энергетике : курс лекций для высших техн. учеб. завед / Сергей Викторович Губин, Александр Иванович Яковлев. – К. : Миллениум, 2009. – 158 с.
230. Терехов В. М. Системы управления электроприводов : учеб. для вузов / Владимир Михайлович Терехов, Олег Иванович Осипов ; под ред. В. М. Терехова. – 2-е изд., стер. – М. : Академия, 2006. – 304 с. – (Серия : «Высшее профессиональное образование : Электротехника»)
231. Торубара О. М. Аналіз вимог (принципів) побудови структури навчального матеріалу / Олексій Миколайович Торубара // Инновационные образовательные технологии. – 2007. – № 4(12) – С. 46–50.
232. Торубара О. М. Методологічні підходи до побудови логічної структури навчального матеріалу / Олексій Миколайович Торубара. – Чернігів : ЧДПУ, 2007. – 320 с.
233. Утеулина А. С. Методологическая роль эксперимента в научном познании : автореф. дис. ... канд. филос. наук : 09.00.01 [спец. «Онтология и теория познания»] / Айжан Сеиловна Утеулина ; Каз. гос. ун-т им. С. М. Кирова. – Алма-Ата, 1988. – 16 с.
234. Фираго Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока / Бронислав Иосифович Фираго, Лешек Бенедиктович Павлячик. – Минск : Техноперспектива, 2006. – 363 с.
235. Фираго Б. И. Теория электропривода : учеб. пособие для вузов / Бронислав Иосифович Фираго, Лешек Бенедиктович Павлячик. – 2-е изд. – Минск : Техноперспектива, 2007. – 585 с.
236. Фіцула М. М. Педагогіка : навч. посіб. / Михайло Миколайович Фіцула. – 3-тє вид., стереотип. – К. : Академвидав, 2009. – 560 с.
237. Ходарченко О. Г. Зміст професійної компетентності викладача ВНЗ I–II рівнів акредитації, сутність та механізм її моніторингу /

- О. Г. Ходарченко // Студентський альманах : зб. магістерських робіт. – 2012. – № 1. – 11 с. – Режим доступу : <http://mp2.umo.edu.ua/wp-content/uploads/Ходарченко.pdf>.
238. Холлендер М. Непараметрические методы статистики / Майлс Холлендер, Дуглас Вульф ; [под ред. Ю. П. Адлера и Ю. Н. Тюрина] ; [пер. с англ. Д. С. Шмерлинга]. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 518 с.
239. Хоружа Л. Л. Етична компетентність майбутнього вчителя початкових класів: теорія і практика / Людмила Леонідівна Хоружа ; АПН України, Інститут педагогіки. – К. : [б.в.], 2003. – 319 с.
240. Черчик Л. М. Електронний посібник з дисципліни «Методологія наукових досліджень» : [Електронний ресурс] / Лариса Миколаївна Черчик ; Луцький національний технічний університет. – Луцьк, 2012. – Режим доступу : <http://lib.lntu.info/books/fb/pesp/2012/12-31/>.
241. Чиликин М. Г. Общий курс электропривода : учеб. для вузов / Михаил Григорьевич Чиликин, Абрам Соломонович Сандлер. – 6-е изд., доп. и перераб. – М. : Энергоиздат, 1981. – 576 с.
242. Шевель Б. О. Аналіз результатів формування фахових компетенцій майбутніх інженерів-педагогів засобами інформаційно-комунікаційних технологій / Борис Олександрович Шевель // Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка : зб. наук. праць. Вип. 18 / Глухівський НПУ ім. О. Довженка ; редкол : О. І. Курок (відп. ред.) [та ін.]. – Глухів : ГНПУ ім. О. Довженка, 2011.– С. 28–32. – (Серія : Педагогічні науки ; вип. 18).
243. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента / Хилберт Шенк. – : 1972. – М. : Мир, 381 с.
244. Электротехнический справочник : В 4-х т. – Т. 1. Общие вопросы. Электрические материалы / Под ред. В. Г. Герасимова [и др.]. – 9-е изд., испр. и доп. – М. : МЭИ, 2003. – 440 с.

245. Эрганова Н. Е. Методика профессионального обучения : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Наталья Евгеньевна Эрганова. – М. : Академия, 2007. – 160 с.
246. Эрганова Н. Е. Теоретические основы учебной дисциплины «Методика профессионального обучения» : автореф. дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 [спец. «Теория и методика обучения по специальным дисциплинам и производственному обучению»] / Наталья Евгеньевна Эрганова ; Урал. гос. проф.- пед. ун-т. – Екатеринбург, 1997. – 37 с.
247. Ягупов В. В. Оновлення дидактики професійно-технічної освіти за сучасних цивілізаційних змін : [Електронний ресурс] / Василь Васильович Ягупов // Теорія і методика професійної освіти : Електронне наукове видання. – 2011. – Вип. 1. – Режим доступу : <http://www.tmpe.gb7.ru/docs/1/Yagupov.pdf>.
248. Ягупов В. В. Педагогіка : навч. посібник / Василь Васильович Ягупов. – К. : Либідь, 2002. – 560 с.
249. Якунин В. А. Обучение как процесс управления. Психологические аспекты / Валерий Александрович Якунин. – Л. : Изд-во Ленинградского ун-та, 1988. – 159 с.
250. Ярошинська О. О. Педагогіка : навч. посіб. / Олена Олександрівна Ярошинська ; Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини. – Умань : [Жовтий О. О.], 2012. – 366 с.
251. Яшанов С. М. Особливості організації навчального процесу в умовах професійно-орієнтованого інформаційного середовища / Сергій Микитович Яшанов // Педагогічний дискурс : зб. наук. праць / гол. ред. І. М. Шоробура. – Хмельницький : ХГПА, 2010. – № 7. – С. 245–250.
252. Яшанов С. М. Формування у майбутніх учителів умінь і навичок самостійної навчальної роботи у процесі використання нових інформаційних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.09 [спец. «Теорія навчання»] / Сергій Микитович Яшанов ; НПУ ім. М. П. Драгоманова – К., 2003. – 251 с.

ДОДАТКИ

- Додаток А.** Робочий зошит для лабораторних робіт з курсів «Електричні машини та електропривод» «Електричні машини».
- Додаток Б.** Тест визначення рівня підготовленості студентів електромеханічних спеціальностей до проведення експериментальних досліджень.
- Додаток В.** Анкета на з'ясування загальної обізнаності щодо проведення інженерного експерименту.
- Додаток Г.** Анкета для з'ясування труднощів при налаштуванні електроприводу постійного струму.
- Додаток Д.** Робоча навчальна програма з дисципліни «Електричні машини» для спеціальності 6.050702 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод».
- Додаток Є.** Змістовий фрагмент робочої програми навчальної дисципліни «Силові перетворювачі АЕП» для напряму підготовки 6.050702 Електромеханіка.
- Додаток Ж.** Лабораторна робота 1. Дослідження електромеханічних властивостей двигуна постійного струму з незалежним збудженням.
- Додаток З.** Лабораторна робота 2. Моделювання електропривода з двигуном постійного струму з незалежним збудженням.
- Додаток І.** Лабораторна робота 1. Дослідження поперечної компенсації реактивної потужності.
- Додаток К.** Лабораторна робота 2. Дослідження впливу відхилення напруги на роботу асинхронного двигуна.

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

для лабораторних робіт з курсів
«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД»
«ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ»

Для студентів заочної форми навчання
Спеціальностей 6.010104. 01 «Професійне навчання. Електроенергетика»
6.090601 «Електричні станції»
6.090603 «Електротехнічні системи електроспоживання»

Виконав:

Студент гр. . _____
Підпис

_____ п.і.б.

Перевірив

_____ Підпис

_____ п.і.б.

Артемівськ 2013.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Дослідження трифазного силового трансформатора методами холостого ходу та лабораторного закорочення

Цілі: ознайомлення з конструкцією та характеристиками силових трансформаторів; експериментальне знаходження його характеристик та параметрів схеми заміщення при роботі під навантаженням (дослід лабораторного закорочення) та на холостому ходу.

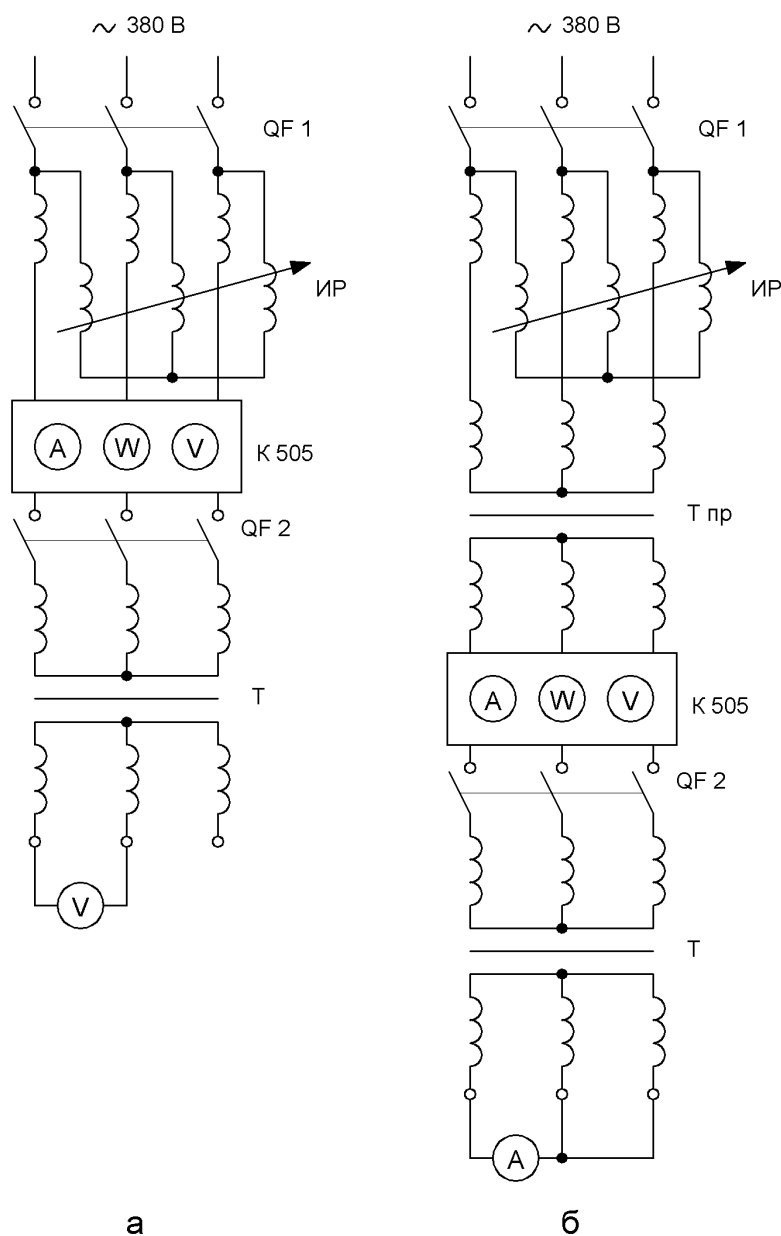


Рис. 1.1. Схема лабораторної установки для дослідження роботи трансформатора на а) холостому ходу і при б) лабораторному закороченні

Дослідження роботи трансформатора на холостому ході

Дані дослідження холостого ходу

Виміряно							Розраховано												
U_{A0}	U_{B0}	U_{C0}	I_A	I_B	I_C	P	U_{a0}	U_{b0}	U_{c0}	U_{10}	I_{10}	P_0	U_{20}	K	Z_0	R_0	X_0	$\cos\varphi$	
В	В	В	А	А	А	Вт	В	В	В	В	А	Вт	В	в.о.	Ом	Ом	Ом	в.о.	

Розрахункові формули:

$$U_{10} = \frac{U_{A0} + U_{B0} + U_{C0}}{3}; \quad U_{20} = \frac{U_{a0} + U_{b0} + U_{c0}}{3}; \quad I_{10} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3};$$

$$K = \frac{U_{10}}{U_{20}}; \quad \cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_{10} \cdot I_{10}};$$

$$Z_0 = \frac{U_{10}}{I_{10}}; \quad R_0 = R_1 + R_m = \frac{P_0}{I_{10}^2}; \quad X_0 = X_1 + X_m = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2};$$

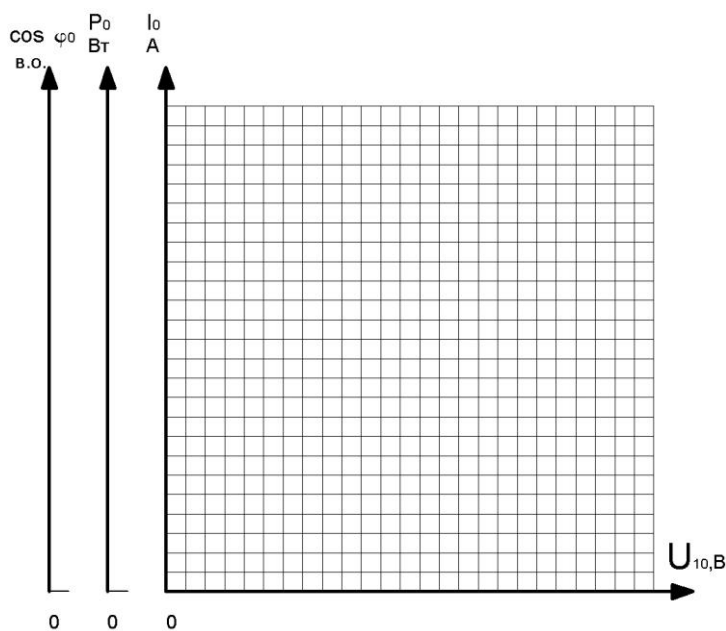


Рис. 1.2. Графічні характеристики холостого ходу
трансформатора

Рис. 1.3. Схема заміщення та векторна діаграма трансформатора в режимі холостого ходу

Дослід лабораторного закорочення

Дані дослідження лабораторного закорочення

Виміряно							Розраховано						
U_{A0}	U_{B0}	U_{C0}	I_A	I_B	I_C	P	U_{1K}	I_{1K}	P_K	Z_K	R_K	X_K	$\cos \varphi$
В	В	В	А	А	А	Вт	В	А	Вт	Ом	Ом	Ом	в.о.

Розрахункові формули:

$$U_{1K} = \frac{U_{A0} + U_{B0} + U_{C0}}{3}; \quad I_{1K} = \frac{I_A + I_B + I_C}{3}; \quad \cos \varphi_K = \frac{P_K}{U_{1K} \cdot I_{1K}};$$

$$Z_K = \frac{U_{1K}}{I_{1K}}; \quad R_K = R_1 + R_2' = \frac{P_K}{I_{1K}^2}; \quad X_K = X_1 + X_2' = \sqrt{Z_K^2 - R_K^2};$$

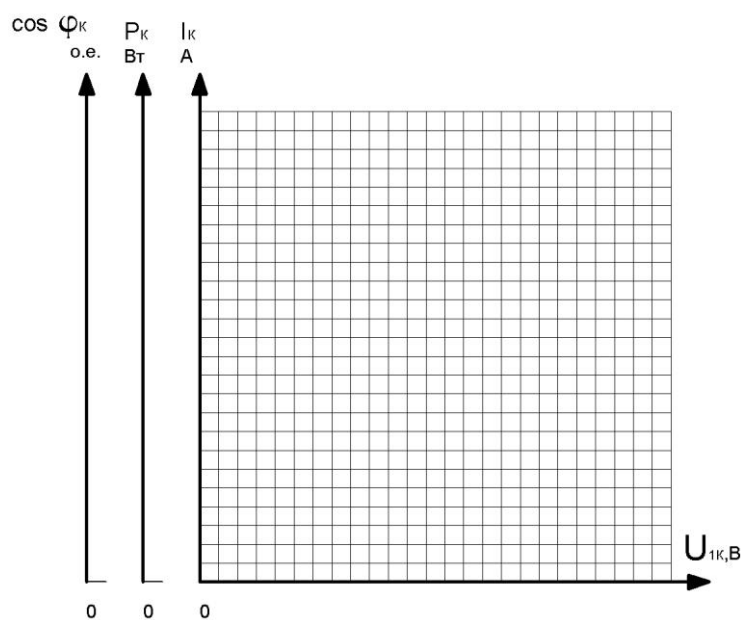


Рис. 1.4. Характеристики трансформатора в режимі лабораторного закорочення

Рис. 1.5 Схема заміщення та векторна діаграма трансформатора в режимі лабораторного закорочення

Висновки:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

Дослідження двигуна постійного струму паралельного збудження

Цілі: ознайомлення з методами дослідження двигуна постійного струму паралельного збудження та засобами регулювання частоти його обертання; закріплення теоретичних знань.

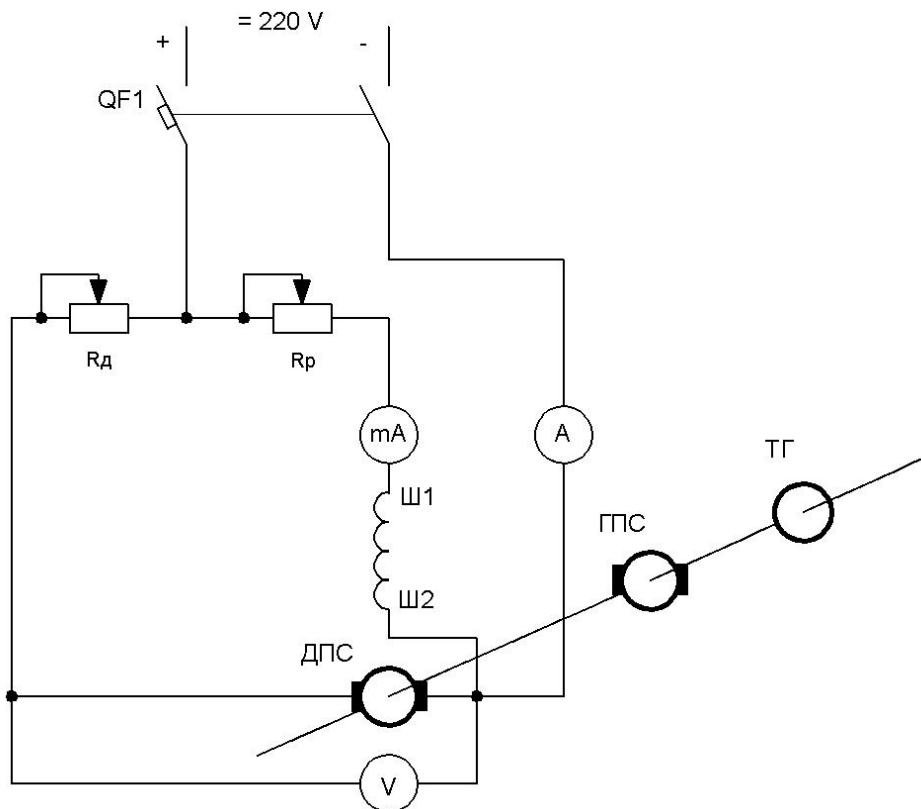


Рис. 2.1. Схема лабораторної установки

Побудова регульовальних характеристик двигуна постійного струму

Регулювання напругою

$$I_z = \text{const} = \quad \text{mA}$$

$U_a, \text{В}$							
$n, \text{об/хв.}$							

$$I_3 = \text{const} = \quad \text{mA}$$

$U_a, \text{В}$							
$n, \text{об/хв.}$							

Регулювання струмом збудження

$$U_a = \text{const} = \quad \text{В}$$

I_3, mA							
$n, \text{об/хв.}$							

$$U_a = \text{const} = \quad \text{В}$$

I_3, mA							
$n, \text{об/хв.}$							

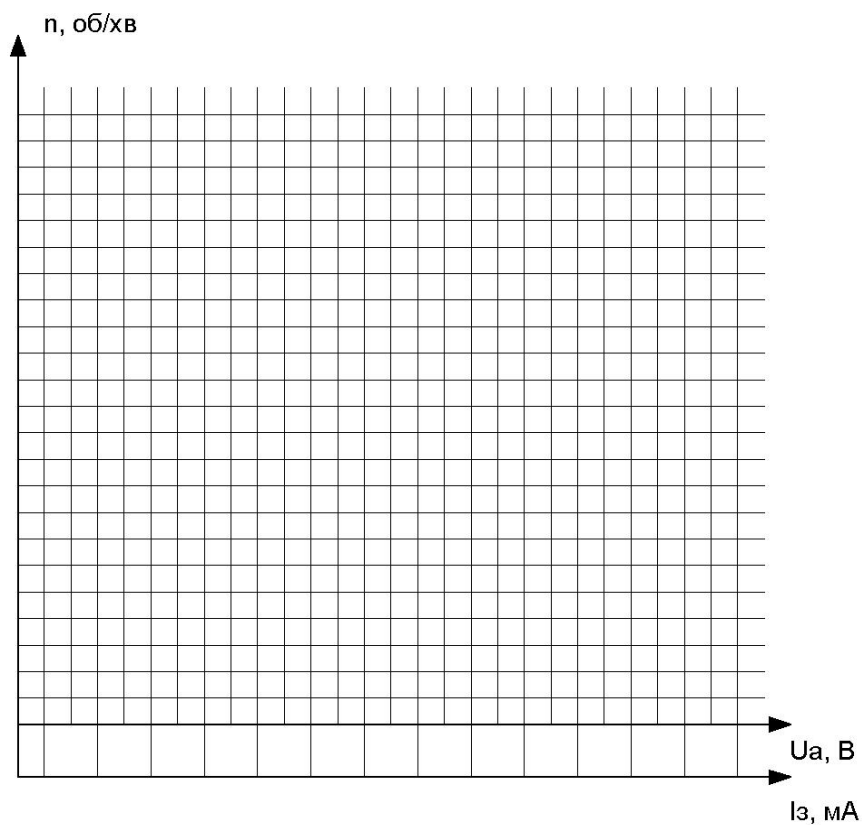


Рис. 2.2. Регулювальні характеристики двигуна постійного струму

Висновки:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

Дослідження характеристик трифазного синхронного генератора

Мета: ознайомлення з конструкцією синхронного генератора, експериментальне знаходження його характеристик під час роботи під навантаженням та на холостому ході.

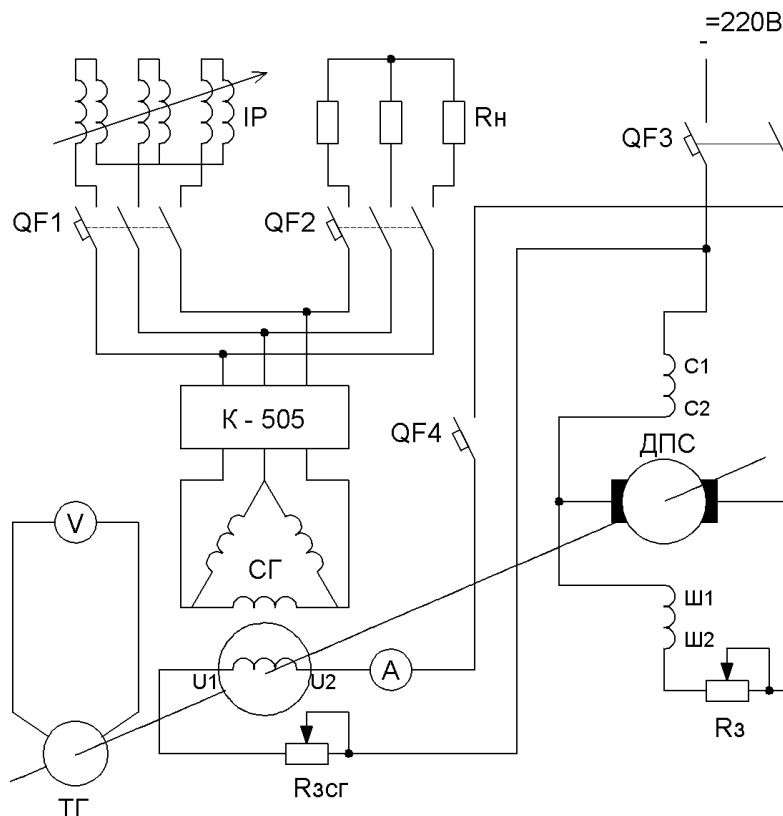


Рис. 3.1. Схема лабораторної установки

Дані дослідження холостого ходу

$$E_0 = f(I_3) \quad \text{при} \quad I_1 = 0, n = n_{\text{ном}} = \text{const}$$

	Намагнічування						Розмагнічування					
$I_3, \text{ A}$												
$E_0, \text{ B}$												

Дані для побудови індукційної навантажувальної характеристики

$$U = f(I_3) \quad \text{при} \quad I_1 = I_{1н} = \text{const}, \cos \varphi = 0, n = n_{ном} = \text{const}$$

$U_1, \text{В}$							
$I_3, \text{А}$							

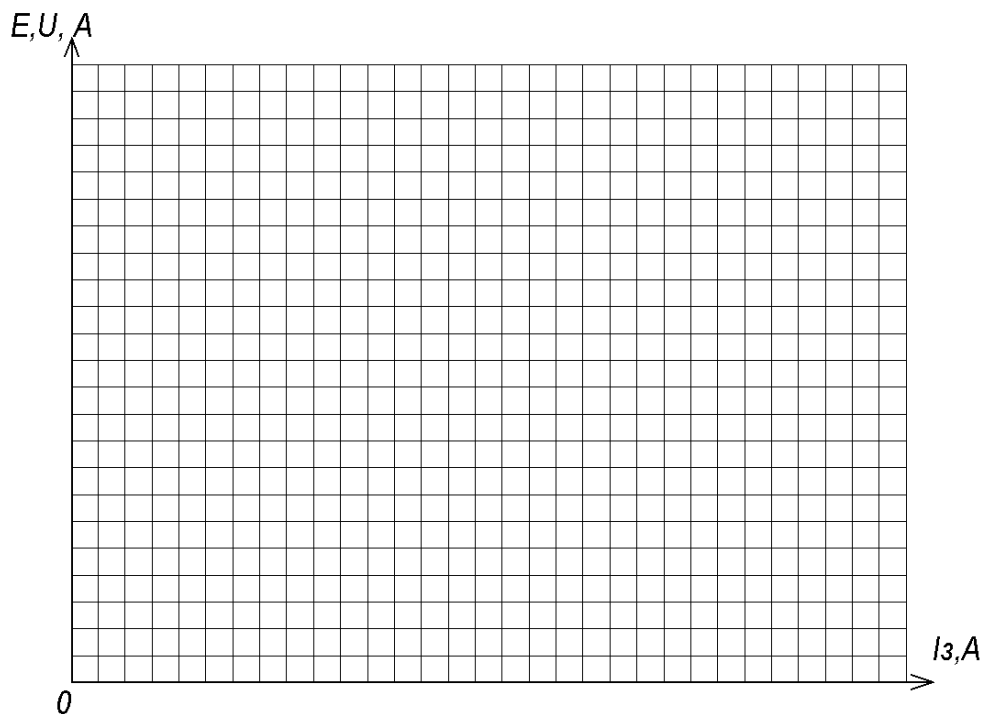


Рис. 3.2. Характеристика холостого ходу та навантажувальна характеристика синхронного генератора

Дані для побудови зовнішньої характеристики при індуктивному та активному характері навантаження

$$U = f(I_1) \quad \text{при} \quad I_B = \text{const}, n = n_{ном} = \text{const}, \cos \varphi = 1, 0,$$

Індуктивне навантаження

$U_1, \text{В}$							
$I_1, \text{А}$							

Активне навантаження

$U_1, \text{В}$							
$I_1, \text{А}$							

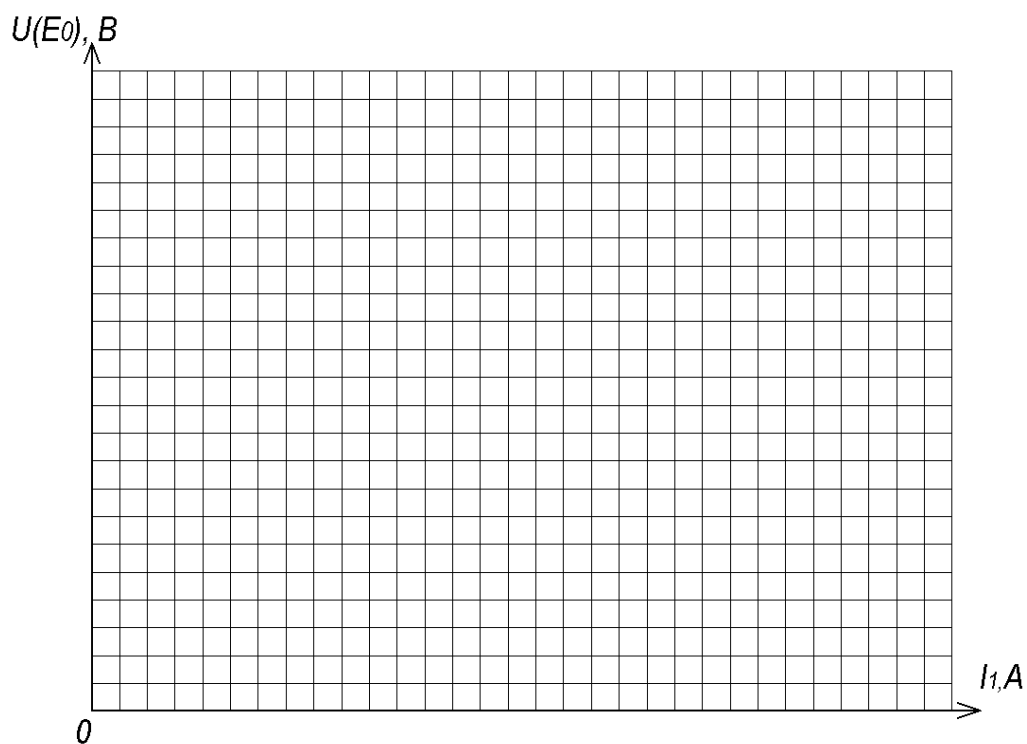


Рис. 3.3. Зовнішні характеристики синхронного генератора

Дані для побудови регульовальних характеристики при індуктивному та активному характері навантаження

$$I_3 = f(I_1) \quad \text{при} \quad U = U_H = \text{const}, \quad n = n_{\text{ном}} = \text{const}, \quad \cos \varphi = 1, 0,$$

Індуктивне навантаження

$I_3, \text{А}$							
$I_1, \text{А}$							

Активне навантаження

$I_3, \text{А}$							
$I_1, \text{А}$							

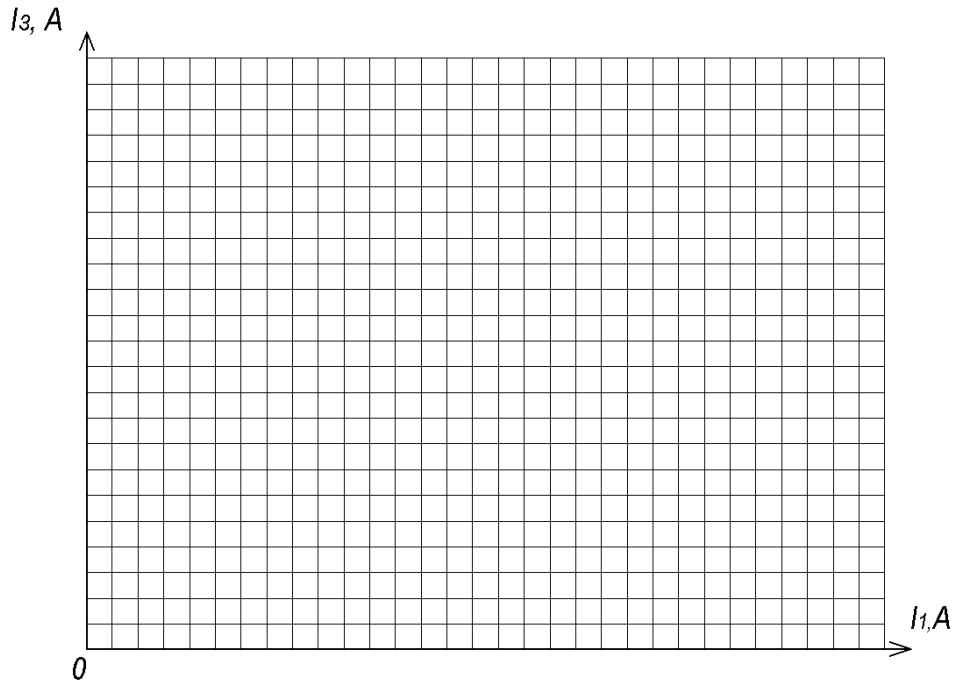


Рис. 3.4. Регулювальні характеристики синхронного генератора

Висновки:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Дослідження паралельної роботи синхронного генератора з мережею

Цілі: дослідження умов включення трифазної синхронної машини для паралельної роботи з мережею; дослідження впливу збудження на роботу машини в режимі двигуна та генератора.

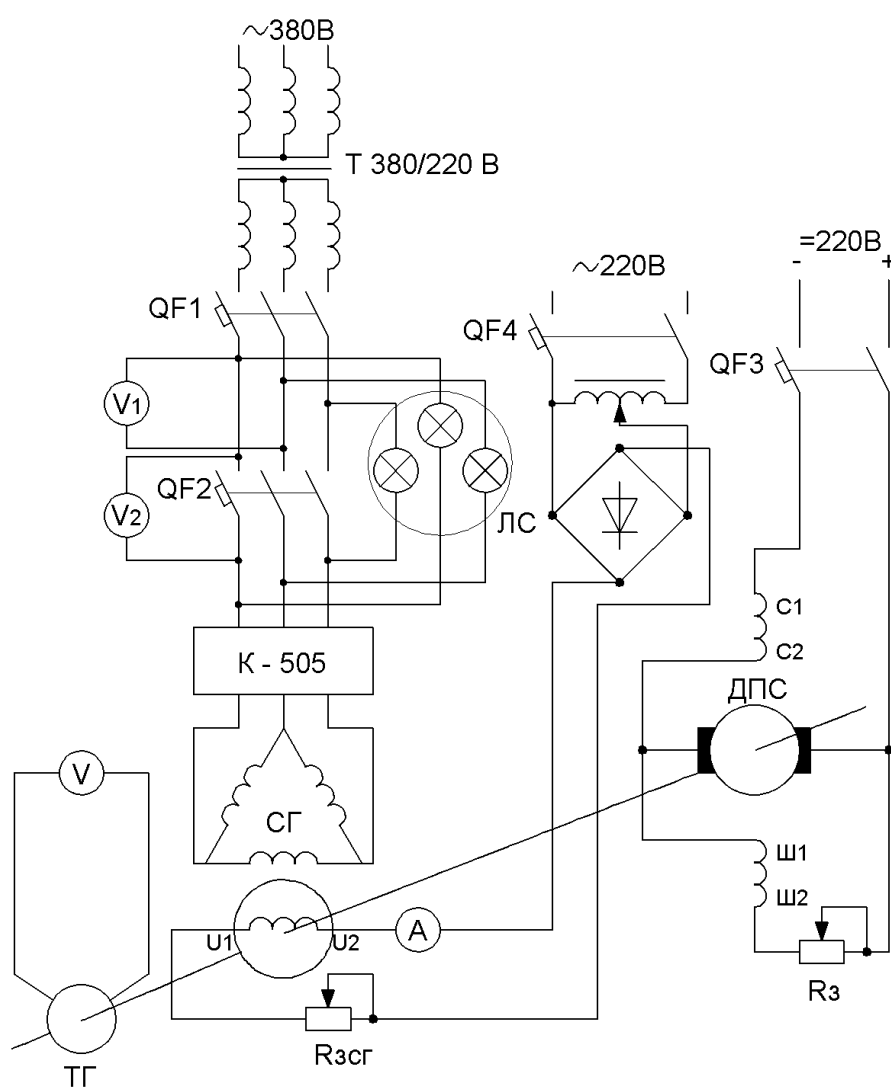


Рис. 4.1. Схема лабораторної установки

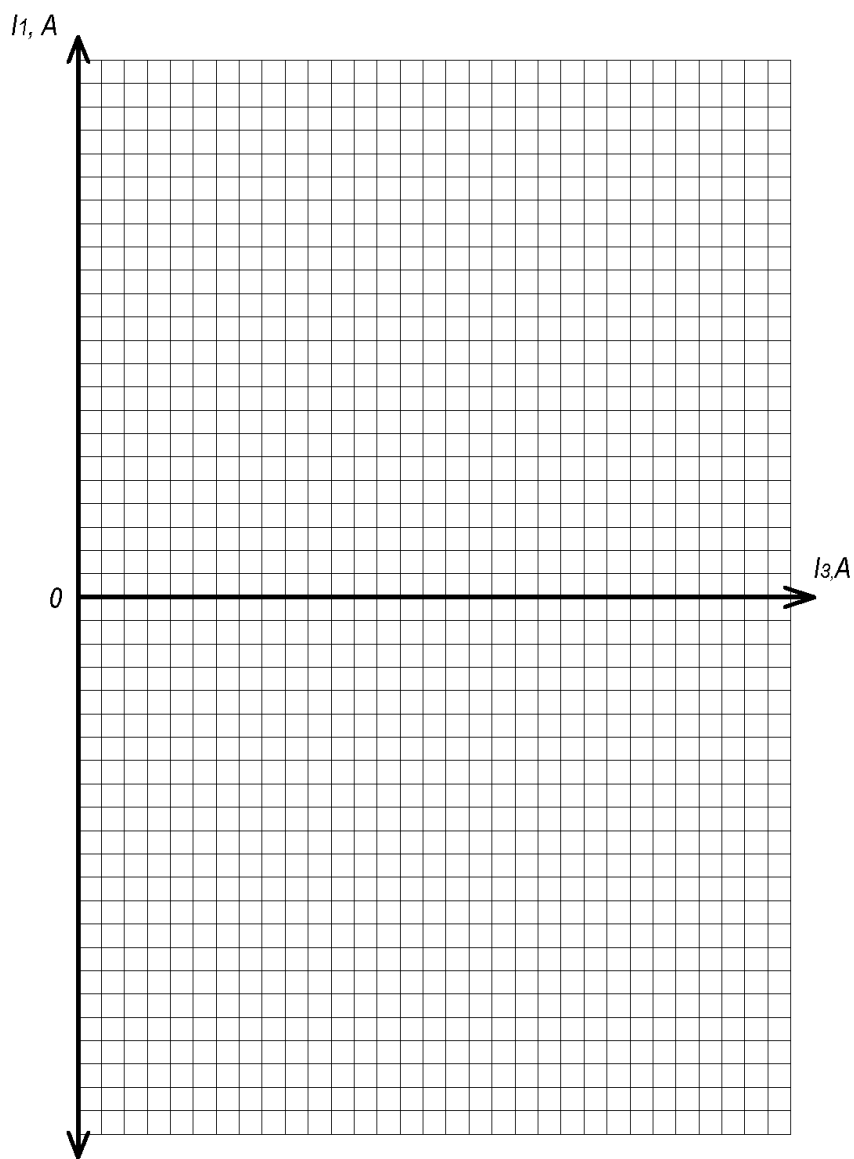


Рис. 2. *U*-образні криві

Висновки:

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Дослідження трифазного асинхронного двигуна

Цілі: ознайомлення з конструкцією трифазного асинхронного двигуна; дослідження режимів роботи та отримання його робочих характеристик, а також даних дослідів холостого ходу і закорочення.

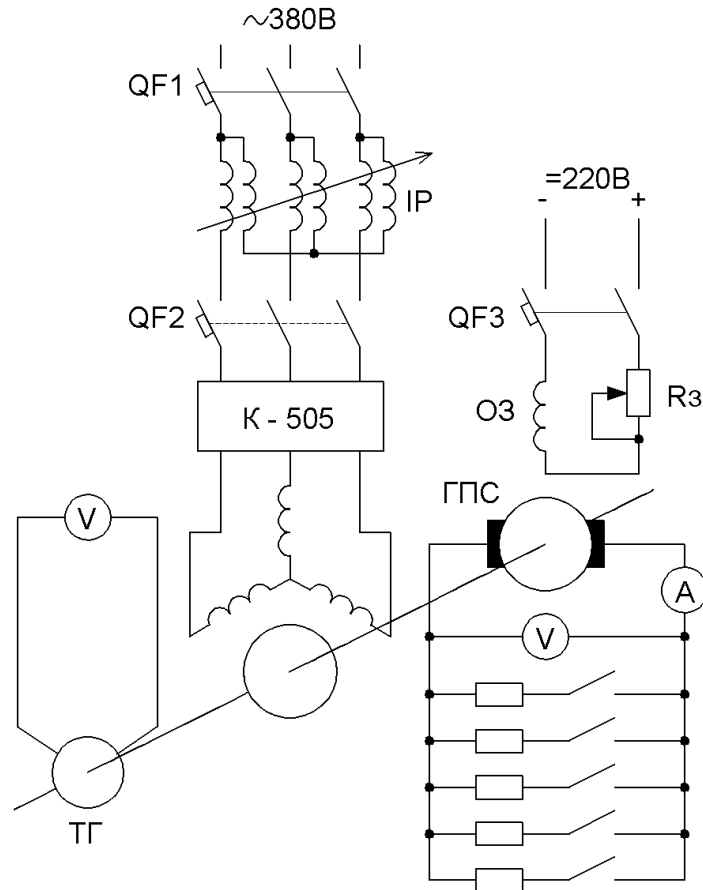


Рис. 5.1. Схема лабораторної установки

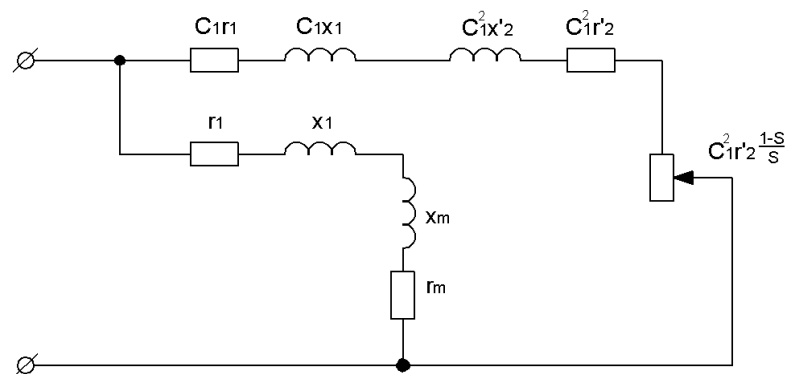


Рис. 5.2. Схема заміщення асинхронного двигуна

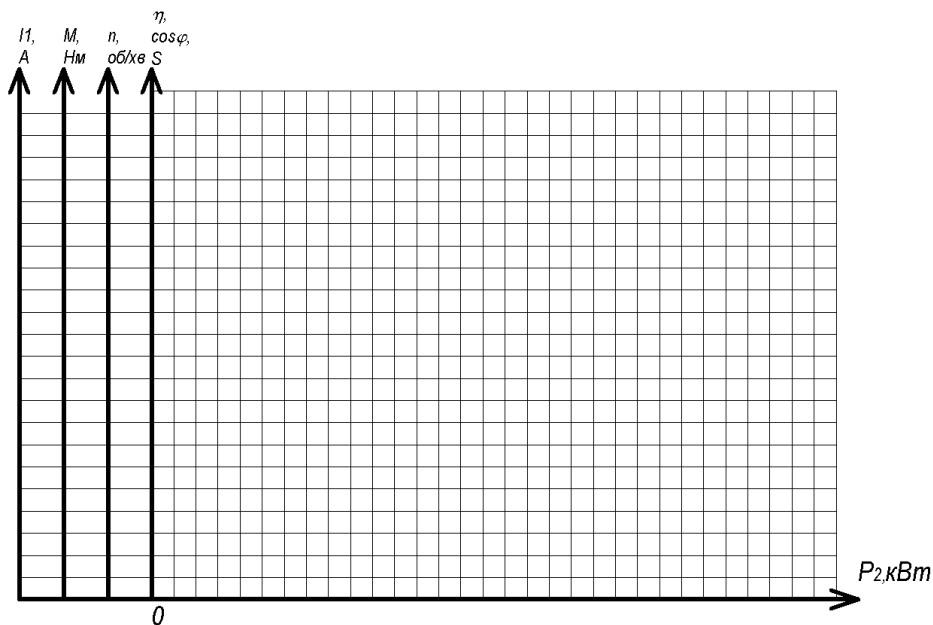


Рис. 5.3. Робочі характеристики асинхронного двигуна

Дані для побудови робочих характеристик

Результати вимірювання										Результати розрахунків												
для асинхронного двигуна										для ГПС		для асинхронного двигуна							для ГПС			
$U_{AO},$ В	$U_{BO},$ В	$U_{CO},$ В	$I_A,$ А	$I_B,$ А	$I_C,$ А	$P_A,$ Вт	$P_B,$ Вт	$P_C,$ Вт	$n,$ об/хв	$U_{\text{в}},$ В	$I_{\text{а}},$ А	$U_{\text{ф.ср.}},$ В	$I_{\text{ф.ср.}},$ В	$P_1,$ Вт	$P_2,$ Вт	$\cos\phi$	$M,$ Нм	$S,$ %	$\eta,$ %	$P_{1Г},$ Вт	$P_{2Г},$ Вт	

Висновки:

ТЕСТ
визначення рівня підготовленості студентів
електромеханічних спеціальностей до проведення
експериментальних досліджень

Обладнання: Установка для проведення інженерного експерименту – лабораторний стенд «Автоматизований електропривод постійного струму»

Об'єкт дослідження: двигун постійного струму з незалежним збудженням (ДПТ НЗ).

Мета дослідження: визначити статичні характеристики ДПТ НЗ.

Запитання і завдання

для визначення рівня підготовленості до проведення
інженерного експерименту.

1. Визначити статичні характеристики двигуна постійного струму з незалежним збудженням в ході експериментального дослідження означає:

- 1) вибрати необхідні дані з паспортних або довідкових характеристик двигуна;
- 2) розрахувати і побудувати шукані залежності;
- 3) зняти шукані залежності досвідченим шляхом;
- 4) порівняти залежності, побудовані аналітичним і експериментальним шляхом?

2. Оберіть необхідний варіант планування інженерного експеримента з визначення статичних характеристик двигуна постійного струму з незалежним збудженням:

Варіант 1	Варіант 2
1. Постановка завдання	1. Ознайомлення з об'єктом дослідження
2. Ознайомлення з об'єктом дослідження	2. Постановка завдання
3. Проведення попередніх розрахунків	3. Збірка схеми експерименту
4. Збірка схеми експерименту	4. Пробне включення
5. Пробне включення	5. Проведення експерименту
6. Проведення експерименту	6. Побудова експериментальних залежностей
7. Побудова експериментальних залежностей	7. Проведення попередніх розрахунків
8. Порівняння експериментальних даних з розрахунковими	8. Порівняння експериментальних даних з розрахунковими

3. Що означає визначити параметри двигуна постійного струму з незалежним збудженням:

- 1) визначити його паспортні дані;
- 2) визначити його номінальні параметри;
- 3) визначити його параметри при включенні за експериментальною схемою?

4. Вкажіть, які параметри двигуна постійного струму з незалежним збудженням відносяться до початкових, а які розраховуються аналітичним шляхом?

№ п/п	Параметри двигуна	Значення	
		початкові	розрахункові
1	Потужність номінальна		
2	Швидкість номінальна		
3	Швидкість холостого ходу		
4	Номінальна напруга живлення		
5	Опір якірному ланцюгу		
6	Номінальний струм якоря		
7	Номінальний опір якірному ланцюгу		
8	Струм короткого замикання		
9	Струм холостого ходу		

№ п/п	Параметри двигуна	Значення	
		початкові	розрахункові
10	Номінальний момент		
11	Кількість витків якірної обмотки		
12	Момент холостого ходу		
13	Номінальна напруга на обмотці збудження		
14	Номінальний струм обмотки збудження		
15	Опір обмотки збудження		
16	коефіцієнт корисної дії		
17	Конструктивний коефіцієнт		
18	Кількість пар полюсів		
19	Кількість паралельних гілок в якорі		

5. Визначте порядок складання електричної схеми з дослідження двигуна постійного струму з незалежним збудженням:

№ п/п	Операції зі складання схеми	Номер операції
1	Переконатися, що лабораторний стенд відключений	
2	Перевірити відсутність напруги між виводами джерела живлення	
3	Переконатися, що ротор електричної машини нерухомий	
4	Скласти схему на ділянці «джерело живлення – тиристорний перетворювач»	
5	Скласти схему на ділянці «перетворювач тиристора – обмотка збудження»	
6	Скласти схему на ділянці «перетворювач тиристора – якірної обмотки»	
7	Переконатися, що автомат в якірному ланцюзі відключений	
8	Скласти схему системи управління перетворювача тиристора	
10	Перевести перемикачі в системі управління в нульове положення	
11	Перевести задаючі потенціометри в крайні ліві положення	

Порядок яких операцій із зазначених не можна порушувати?

Які операції можна проводити, не зважаючи на порядок?

6. Визначите, хто має здійснювати перевірку зібраної схеми і пробне включення установки для дослідження:

- 1) експериментатор самостійно;
- 2) той, хто надає допуск до роботи;
- 3) той, хто надає допуск до роботи, а потім – експериментатор;
- 4) експериментатор під керівництвом того, хто надає допуск до роботи?

7. Що означає «здійснити налаштування в системі електроприводу»:

- 1) перевірити правильність зібраної схеми;
- 2) визначити номінальні значення системи;
- 3) експериментально визначити режим оптимальної роботи системи;
- 4) відрегулювати параметри схеми так, щоб забезпечувалася оптимальність роботи електроприводу?

8. Вкажіть необхідну послідовність операцій з налаштування в системі «тиристорний перетворювач – двигун»:

№ п/п	Операції з налаштування приводу	Номер операції при налаштуванні
1	Налаштування ланцюгів обмотки збудження двигуна	
2	Увімкнення перетворювача	
3	Увімкнення машини навантаження	
4	Встановлення завдання за швидкістю на максимум, завдання по моменту на мінімум	
5	Визначення знаку зворотного зв'язку напруги	
6	Налаштування системи управління перетворювачем тиристора в якорному ланцюзі	

№ п/п	Операції з налаштування приводу	Номер операції при налаштуванні
7	Підключення напруги на якірний ланцюг автоматом в якірному ланцюзі	
8	Створення навантаження на валу досліджуваного двигуна і визначення положення перемикача, відповідного руховому і гальмівному режимам роботи	
9	Подача напруги живлення на систему управління стенду	
10	Подача напруги живлення на стенд	
11	Перевірка справності вимірювальних приладів	

9. Яким чином можна вимкнути установку в разі виникнення аварійного режиму?

№ п/п	Найменування операції	Номер дії
1	Вимкнути живлення стенду за допомогою автоматичного вимикача	
2	Натиснути кнопку «Аварійний останов»	
3	Зняти напругу з перетворювача тиристора в якірному ланцюзі	
4	Вимкнути живлення обмотки збудження	
5	Вимкнути якір двигуна від тиристора перетворювача	

10. Які параметри можна визначити при дослідженні двигуна постійного струму з незалежним збудженням?

№ п/п	Параметр електроприводу	За допомогою	
		вимірювального приладу	осцилографа
1	Напруга мережі		
2	Споживаний струм з мережі		

№ п/п	Параметр електроприводу	За допомогою	
		вимірювального приладу	осцилографа
3	Напруга на якорі		
4	Струм якоря		
5	Струм в обмотці збудження		
6	Напруга на обмотці збудження		
7	Швидкість обертання двигуна		
8	Момент на валу машини		
9	Електромагнітний момент двигуна		
10	Опір якірному ланцюгу		
11	Температура обмоток машини		
12	Напруга завдання перетворювачів		
13	Напруга управління перетворювачів		
14	Активна потужність, споживана з мережі		

11. Які режими роботи двигуна можуть бути отримані на стенді при номінальній напрузі і номінальному потоці за відсутності опорів у якірному ланцюгу?

№ п/п	Найменування режиму	«+» або «-»
1	Руховий режим	
2	Режим холостого ходу	
3	Режим рекуперативного гальмування	
4	Режим динамічного гальмування	
5	Режим противмикання	
6	Режим противмикання при зміні полярності напруги, що підводиться до якоря	
7	Режим противмикання при зміні полярності напруги, що підводиться до обмотки збудження	
8	Режим закорочення	

12. Які види захисту двигуна здійснюються в експериментальній схемі?

№ п/п	Найменування захисту	«+» або «-»
1	Від струмів закорочення	
2	Від короткочасного перевантаження	
3	Від тривалого перевантаження	
4	Від обриву поля	
5	Від зникнення напруги живлення	
6	Від неправильно зібраної схеми	
7	Від неправильного порядку увімкнення	

13. Які види експериментів можуть використовуватися для зняття статичних характеристик двигуна?

№ п/п	Вид експерименту	«+» або «-»
1	Інтервальний	
2	Регресійний	
3	Екстремальний	
4	Порівняльний	
5	Оптимальний	
6	Автоматизований	
7	Наглядний	

14. Який вид помилок може бути в системі при проведенні регресійного експерименту?

№ п/п	Найменування видів помилок	«+» або «-»
1	Випадкова з нульовим середнім	
2	Пов'язана з невизначеністю	
3	Методична	
4	Стала	

№ п/п	Найменування видів помилок	«+» або «-»
5	Дійсна	
6	Інструментальна	

15. Якими методами можуть оброблятися результати експериментального дослідження?

№ п/п	Метод обробки результатів	«+» або «-»
1	Дисперсійного аналізу	
2	Інтерполяції	
3	Усереднювання	
4	Виключення випадкових похибок	
5	Виключення систематичної похибки	
6	Статистичні	
7	Апроксимація результатів дослідження	

16. На якому етапі проведення експерименту використовується експрес-обробка результатів експериментального дослідження?

№ п/п	Найменування етапу	«+» або «-»
1	Налаштування системи	
2	Зняття експериментальних залежностей	
3	Випробування системи	
4	Завершення дослідження	

АНКЕТА
на з'ясування загальної обізнаності щодо проведення
інженерного експерименту

№ п/п	Чи можете ви визначити:	Відповідь		
		так	ні	важко відповісти
1	що означає «вивчити характеристики приводу»?			
2	правильний порядок проведення інженерного експерименту?			
3	які параметри приводу є початковими, а які розрахунковими?			
4	порядок складання схем експериментів?			
5	порядок пробного увімкнення установки після складання?			
6	порядок проведення операцій з налаштування системи електроприводу?			
7	порядок аварійного вимкнення установки у разі виникнення нештатного режиму?			
8	які параметри можна вимірювати в схемі експерименту?			
9	які характеристики можна знімати в процесі інженерного експерименту?			
10	які режими роботи електроприводу можна отримати на експериментальній установці?			
11	які види захисту здійснюються в даній схемі?			

№ п\п	Чи можете ви визначити:	Відповідь		
		так	ні	важко відповісти
12	які види експериментів можуть використовуватися для зняття статичних характеристик двигуна?			
13	який вид помилок характерний для системи при проведенні регресійного експерименту?			
14	якими методами можуть оброблятися результати експериментального дослідження?			
15	на якому етапі проведення експерименту використовується експрес-обробка результатів? експериментального дослідження?			

АНКЕТА
для з'ясування труднощів при налаштуванні
електроприводу постійного струму

Чи виникають у вас утруднення при налагодженні електроприводу постійного струму?

Якщо так, то чи можете ви вказати причину утруднень?

№ п/п	Здійснювані заходи	«Так» чи «Ні»	Якщо так, то вкажіть причину затруднення
1	Перевірка комплектності електроприводу, паспортних даних його складових частин		
2	Перевірка правильності монтажу		
3	Контроль опору ізоляції		
4	Перевірка електричної міцності ізоляції		
5	Фазування трансформатора опорної напруги		
6	Увімкнення живлення ланцюгів управління, перевірка рівнів напруги і значень пульсацій на виходах випрямлячів		
7	Налаштування системи імпульсно-фазового управління		
8	Перевірка функціонування схем захисту і сигналізації		
9	Перевірка та налаштування перетворювача тиристора в ланцюзі якоря		
10	Перевірка та налаштування збудника тиристора ТПЗ		
11	Налаштування збудника тахогенератора		

№ п/п	Здійснювані заходи	«Так» чи «Ні»	Якщо так, то вкажіть причину затруднення
12	Перевірка діапазону зміни напруги тиристорного перетворювача		
13	Визначення електромеханічної постійної часу		
14	Установка розрахункових параметрів регулятора струму, перевірка проходження сигналів в регуляторі		
15	Включення тиристорного перетворювача на нерухомий незбуджений двигун при зібраному регуляторі струму		
15	Налаштування регулятора швидкості		
17	Наладка системи управління полем двигуна		
18	Налаштування пристроїв завдання швидкості		

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Керівник навчально-наукового
професійно-педагогічного інституту

(підпис)

(прізвище)

« _____ » _____ 201__ р.

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

з дисципліни Електричні машини

Для спеціальності 6.050702 – Електромеханічні системи автоматизації та
(номер і назва спеціальності)

електропривод

Денна форма: курс 3 семестр 5, 6 групи _____

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

кафедра Електромеханічних систем

Робоча програма розроблена на основі

освітньо-професійної програми бакалавра інженерного напрямку

(типів програми, освітньо-професійні програми бакалавра, спеціаліста, магістра відповідного напрямку, профілю)

затвердженої Методичною радою УПА « _____ » 201__ р., протокол №

Робочу програму розробив _____

(посада, учений ступінь, прізвище, підпис)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри
« _____ » 2012 р., протокол № _____

Завідувач кафедри

(дата затвердження, № протоколу, прізвище і підпис зав. кафедрою)

Робочу програму схвалено Вченою Радою навчально-наукового професійно-педагогічного інституту « _____ » серпня 201__ р., протокол № 1.

1. Кваліфікаційні вимоги до випускників в області даної дисципліни

1.1. Необхідна навчальна база перед вивченням даної дисципліни

Вища математика: диференціальне обчислювання; дії з комплексними числами в алгебраїчній формі, зображення комплексних чисел у комплексній площині; дослідження функцій та побудова їх графіків; тригонометричні функції; ряди Фур'є, тригонометричні і логарифмічні функції, перші похідні.

Фізика: (розділи механіка, електростатика, електродинаміка) поняття струмів, напруги, електрорушійної сили, закони зберігання енергії, Ома, Кірхгофа, Ленца, Фарадея (електромагнітної індукції), поняття енергії та потужності електромагнітного поля, розповсюдження електромагнітних хвиль, принцип Лоренца, закон повного струму, закон постійності поточкозціплення.

Електротехнічні матеріали: провідники, ізоляційні матеріали, електротехнічні і конструкційні сталі, напівпровідникові матеріали, вимірювання електричних величин (типи приборів, шкали, класи точності приборів).

Теоретичні основи електротехніки: основні закони електричних, магнітних і електромагнітних кіл, явища і розрахунки у послідовному і паралельному контурах, багатофазні кола та методи їх аналізу; теорія та методи аналізу кіл синусоїдного і несинусоїдного струму; теорія та методи аналізу перехідних процесів електричних кіл зі зосередженими параметрами.

Опір матеріалів (стійкість різних профілів, види деформацій і опір різним навантаженням, методи розрахунку навантажень). Види деформацій, ізгиб, зріз, дотичні та нормальні навантаження.

1.2. Узагальнені кваліфікаційні вимоги до випускника по даній дисципліні

Дисципліна «Електричні машини» є базовою дисципліною для вивчення наступних електротехнічних дисциплін. Випускник повинен знати призначення, типи, класифікацію, області використання трансформаторів і електричних машин (ЕМ). Мати фундаментальні теоретичні та практичні знання і уміння в галузі електричних машин і електроприводу. Випускник повинен вміти проводити експериментальні дослідження ЕМ і трансформаторів, формувати та аналізувати отримані експериментальні данні, представляти їх в графічному, табличному та інших видах, робити висновки що до їх параметрів і характеристик.

Випускник повинен вміти продіагностувати режим і якість роботи ЕМ і трансформатора, сформулювати причини їх поганої роботи і запропонувати засоби наладки. Випускник повинен вміти підбирати електроустаткування, працююче поруч одне з іншим: ЕМ з урахування типу електроприводу для генераторів і системи живлення для двигунів, а також підбор висот осей обертання при з'єднанні різних машин; трансформатори, які планується включати на паралельну роботу один з другими.

1.3. Перелік вмінь та навичок, які мають бути сформовані у випускників в процесі вивчення даної дисципліни

Вивчення дисципліни повинне формувати наступні вміння та навички:

1) вміти обчислювати відповідні параметри та координати усталених режимів електричних кіл на підставі різних методів аналізу, електромагнітну енергію та її потужність в таких об'єктах;

2) знати типи, конструкції, принципи дії, характеристики, особливості пуску, регулювання частоти обертання та гальмування ЕМ; вміти аргументовано вибрати потужність, тип трансформатора і ЕМ; по зовнішньому вигляду вміти встановити тип електрообладнання, пояснити,

чому для приводу або живлення конкретної установки використали саме цю ЕМ або трансформатор.

3) при виборі ЕМ та трансформаторів для конкретного промислового підприємства вміти розраховувати технічні і економічні вимоги, знаходити найкраще рішення з угодою всіх міркувань, знати основні характеристики ЕМ і трансформаторів, вміти на них вдіяти у потрібному напрямку при зміні зовнішніх умов.

4) вміти продіагностувати якість роботи ЕМ і трансформатора, зробити технічну оцінку їх праці, запропонувати, в разі необхідності, засоби ремонту, знати основне технологічне обладнання для виготовлення і випробовування ЕМ і трансформаторів.

2. Розподіл кредитів та навчального часу за видами занять

2.1. Денна форма (не планується)

2.2. Заочна форма

№ з/п	Кредитні модулі	Загальний обсяг, годин/кредитів	Аудиторні заняття, годин	Самостійна робота, годин
1	Модуль №1 (семестр 5)	108,0	18,0	90,0
	Лекційні заняття	40,0	10,0	30,0
	Практичні заняття (КР №1)	52,0	-	52,0
	Лабораторні заняття	16,0	8,0	8,0
2	Модуль №2 (семестр 6)	135,0	18,0	117,0
	Лекційні заняття	40,0	10,0	30,0
	Практичні заняття (КР № 2)	79,0	-	79,0
	Лабораторні заняття	16,0	8,0	8,0
	Всього	243,0 / 6,75	36,0	207,0

3. Список навчальної літератури

№ з/п	Найменування навчальної літератури	№№ модулів	Рік видання	Автори
1	Электрические машины. - М.: Энергоатомиздат, 416 с.	1 - 2	1996	Токарев Б.В.
2	Электрические машины. - М.: Высшая школа, 398 с.	1 - 2	1990	Копылов И.П.
3	Электрические машины. - М.: Высшая школа, 432 с.	1 - 2	2006	Кацман М.М.
4	Электрические машины. - М.: Энергия, 544 с. Часть 1	1 - 2	1972	Костенко М.П. Пиотровский Л.М.
5	Электрические машины. - М.: Энергия, 612 с. Часть 2	1 - 2	1973	Костенко М.П. Пиотровский Л.М.
6	Электрические машины. - М.: Энергия, 1988, 824 с.	1 - 2	1988	Иванов-Смоленский В.В.
7	Электрические машины. - Л.: Энергия, 1979, - 639 с	1 - 2	1979	Вольдек А.И.

4. Перелік технічних засобів та наочних посібників, які використовуються при викладанні дисципліни

№ з/п	Найменування	№№ модулів	№№ тем
1	<u>Наглядні матеріали</u> : частини, збіркові одиниці, заготовки, цілі одиниці електрообладнання (машини та трансформатори малих габаритів, електрообладнання лабораторії)	1 - 2	1-5
2	Фільми на ПЕОМ по технологічним процесам виготовлення електричних машин та експлуатації машин і трансформаторів	1 - 2	1-5
3	Кодозаставки та плакати з курсу	1 - 2	1-5

5. Зміст дисципліни

5.1. Лекційні заняття, їх зміст та обсяг, обсяг самостійної роботи

№№ тем	Зміст	Обсяг лекційних занять (год.)		Обсяг самостійної роботи (год.)	
		Денна форма	Заочна форма	Денна форма	Заочна форма
Модуль 1. Трансформатори					
	Вступ. Коротка історична довідка по розвитку ЕМ та трансформаторів (Т). Роль і значення ЕМ і Т в сучасній електроенергетиці. ЕМ як електромеханічний перетворювач енергії. Класифікація ЕМ і Т, принцип дії.	-	0,50	-	2,0
1.1	Призначення і області використання, принцип дії Т. Конструкція та призначення складових елементів Т, матеріали сердечників, провідників, ізоляційні.	-	0,50	-	2,0
1.2	Основні рівняння Т. Приведений Т. Схеми заміщення і векторні діаграми приведенного Т.	-	0,50	-	2,0
1.3	Досліди х.х і лабораторного к.з. Т: експериментальні схеми, призначення досліду, коефіцієнт трансформації Т, характеристики, схеми заміщення, векторна діаграма.	-	0,50	-	2,0
1.4	Номінальний режим роботи Т: експериментальна схема, характеристики, схема заміщення, векторна діаграма. Розрахунок номінальних параметрів Т по даним дослідів х.х. і лабораторного к.з. Зовнішня характеристика Т. Втрати та ККД Т. Вплив насичення сердечника Т на його характеристики.	-	1,0	-	3,0
1.5	Трифазний Т. Конструкції сердечників, схеми та групи з'єднання обмоток. Вимоги до паралельного включення трифазних потужних Т в єдину мережу.	-	0,50	-	1,0
1.6	Перехідні процеси в Т. Перенапруження в Т та захист їх від перенапруження.	-	0,50	-	1,0
Всього (по 1-му модулю)		-	4,0	-	13,0

№№ тем	Зміст	Обсяг лекційних занять (год.)		Обсяг самостійної роботи (год.)	
		Денна форма	Заочна форма	Денна форма	Заочна форма
Модуль 2. Колекторні машини постійного струму (МПС)					
2.1	Області використання, достоїнства і недоліки МПС. Конструкція і принцип дії МПС. Призначення конструктивних елементів МПС.	-	0,5	-	1,0
2.2	Основні поняття про якірні обмотки МПС, типи, принцип вибору. Зрівняльні з'єднання.	-	0,5	-	1,0
2.3	ЕДС та МДС в МПС, електромагнітний момент і потужність. Втрати і ККД МПС.	-	0,25	-	1,0
2.4.	Магнітні поля в МПС. Реакція якорю, її дія на роботу машини, засоби боротьби з реакцією якоря. Схеми включення обмоток додаткових полюсів та компенсаційної обмотки.	-	0,5	-	1,0
2.5	Комутація в МПС. Поняття, засоби поліпшення комутації. Причини і засоби боротьби з іскрінням на колекторі МПС.	-	0,5	-	0,5
2.6	Схеми включення обмоток збудження в МПС.	-	0,25	-	0,5
2.7	Генератори постійного струму (ГПС), основні рівняння. Робочі характеристики ГПС.	-	0,25	-	0,5
2.8	Двигуни постійного струму (ДПС). Схеми включення обмоток збудження, основні рівняння. Робочі характеристики, проблеми пуску, реверс, регулювання частоти обертання ДПС.	-	0,25	-	0,5
2.9	МПС спеціального призначення.	-	-	-	1,0
Всього (по 2-му модулю)		-	3,0	-	7,0
Модуль 3. Загальні питання машин змінного струму					
3.1	Класифікація, конструкції і принцип дії машин змінного струму. Призначення основних конструктивних елементів.	-	0,5	-	2,0
3.2	Конструкції, ЕДС і МДС обмоток статора машин змінного струму. Витворення електромагнітних полів	-	2,0	-	2,0

№№ тем	Зміст	Обсяг лекційних занять (год.)		Обсяг самостійної роботи (год.)	
		Денна форма	Заочна форма	Денна форма	Заочна форма
	три-, дво- та однофазними системами змінних синусоїдальних струмів.				
3.3	Формування кількості полюсів статора в машинах змінного струму. Зв'язок між кількістю полюсів та частотою обертання поля, створеного струмом в обмотці статора.	-	0,5	-	2,0
3.4	Створення високочастотних гармонік струму і напруги в обмотці статора машини змінного струму. Засоби боротьби з цими гармоніками. Обмоточний коефіцієнт, його вплив на величину ЕДС. Побудова схеми обмотки статора.	-	1,0	-	4,0
Всього (по 3-му модулю)		-	3,0	-	10,0
Всього по 5-му семестру		-	10,0	-	30,0
Модуль 4 . Асинхронні машини					
4.1	Режими роботи АМ. Серії АМ. Особливості конструкції роторів АМ. Технологія виготовлення короткозамкненого ротора. Области використання АМ.	-	0,5	-	2,0
4.2	Основні рівняння АМ. Принцип дії в режимі двигуна. Ковзання в АМ, область призначення.	-	0,5	-	2,0
4.3	Приведення параметрів обмоток ротора до параметрів обмоток статора. Схема заміщення і векторні діаграми АМ.	-	0,5	-	2,0
4.4	Втрати і ККД, енергетична діаграма асинхронного двигуна (АД). Робочі характеристики АД.	-	0,5	-	2,0
4.5	Електромагнітний момент та механічна характеристика АД. Проблеми пуску та регулювання частоти обертання АД. Вплив конструкції ротора на поліпшення характеристик АД.	-	1,0	-	4,0
4.6	Генераторний режим АМ. Використання асинхронних генераторів для вітроенергетичних установок.	-	0,5	-	2,0

№№ тем	Зміст	Обсяг лекційних занять (год.)		Обсяг самостійної роботи (год.)	
		Денна форма	Заочна форма	Денна форма	Заочна форма
4.7	Особливості пуску та експлуатації однофазних АД. Засоби пуску та поліпшення робочих характеристик однофазних АД. АМ спеціального призначення: індукційні регулятори, фазорегулятори, сельсини, виконавчі двигуни, лінійні АД та інш.	-	0,5	-	2,0
Всього (по 4-му модулю)		-	4,0	-	16,0
Модуль 5 . Синхронні машини					
5.1	Типи СМ, конструкції роторів СМ. Засоби збудження СМ. Режим роботи: генератор, двигун, компенсатор.	-	0,25	-	1,0
5.2	Магнітні поля в СМ. Поняття “реакція якоря в СМ”. Вплив характеру навантаження на реакцію якоря СГ. Метод двох реакцій Blondеля, осі q і d , індуктивні опори x_q і x_d . Векторна діаграма СГ з заліком характеру навантаження. Кут навантаження (вилиту) СГ.	-	0,25	-	1,0
5.3	Кутові, U - подібні та робочі характеристики СГ з урахуванням характеру навантаження.	-	0,5	-	1,0
5.4	Вимоги до включення СГ на паралельну роботу з електромережею. Синхроноскопи.	-	0,25	-	1,0
5.5	Коливання СГ. Засоби для прискорення успокоювання коливань СГ, демпферна обмотка.	-	0,5	-	1,0
5.6	Втрати і ККД СГ.	-	0,25	-	1,0
5.7	Синхронний двигун (СД) і синхронний компенсатор (СК). Особливості конструкцій, призначення, режими використання на промислових підприємствах.	-	2,0	-	2,0
5.8	Робочі, кутові та U - подібні характеристики СД і СК.	-	1,0	-	1,0
5.9	Проблеми та засоби пуску СД. Регулювання частоти обертання, реверс СД. Перехід СМ із генераторного режиму в режим двигуна.	-	0,5	-	2,0

№№ тем	Зміст	Обсяг лекційних занять (год.)		Обсяг самостійної роботи (год.)	
		Денна форма	Заочна форма	Денна форма	Заочна форма
5.10	Синхронні машини спеціального призначення: індукторні СМ, СМ з кігтеподібним ротором, гістерезисні і шагові СД та інші.	-	0,5	-	1,0
Всього (по 5-му модулю)		-	6,0	-	14,0
Всього (по 8-му семестру)			10,0	-	30,0
Всього (по курсу)		-	20,0	-	60,0

**5.2. Практичні (семінарські) заняття,
їх зміст та обсяг**

№№ тем	Зміст	Обсяг занять (год.)	
		Денна форма	Заочна форма
Не планується			

**5.3. Лабораторні заняття,
їх зміст та обсяг**

№№ тем	Зміст	Обсяг занять (год)	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль №1. Трансформатори			
1.2.- - 1.4.	Лабораторна робота № 1. Дослідження трифазного двухобмоткового трансформатора методом х.х. та лабораторного к.з.	-	4
1.5	Лабораторна робота № 2. Визначення груп з'єднань обмоток трифазних двухобмоткових трансформаторів.	-	4

№№ тем	Зміст	Обсяг занять (год)	
		Денна форма	Заочна форма
Модуль № 4. Асинхронні машини			
4.2. - 4.5	Лабораторна робота № 3. Дослідження трифазного АД з фазним ротором		4
Модуль № 5. Синхронні машини.			
5.3	Лабораторна робота № 4. Дослідження характеристик трифазного СГ.	-	4
5.4	Лабораторна робота № 5. Дослідження паралельної роботи трифазного СГ з електромережею.	-	-
Всього		-	16,0

6. Інформація про об'єкти та етапи виконання обов'язкових розрахункових, розрахунково-графічних, курсових проектів (робіт), інших самостійних робіт

6.1. Денна форма навчання

№ модулі в	Найменування робіт	Етапи (тижні, семестр)	Обсяг роботи (год.)
Не планується			

6.2. Заочна форма навчання

№ контр. робіт	Короткий зміст контрольних робіт і курсових проектів (робіт)	Обсяг роботи (год.)
1.	Контрольна робота № 1. Розв'язати задачі та відповісти на питання по темам «Трансформатори», «Машини постійного струму», «Загальні питання машин змінного струму».	52,0
2.	Контрольна робота № 2. Розв'язати задачі та відповісти на питання по темам «Асинхронні двигуни», «Синхронні машини»	79,0

**7. Інформація про розподіл викладачів
за навчальними групами**

№ п/п	Навчальний рік	Прізвище, ініціали, вчене звання, науковий ступінь викладачів	Вид занять	№№ навчальних груп
1	2011/12		Лекції, консультації, КР	АЗЕТ-П9-1
			Лабораторні роботи	
2	2012/13		Лекції, консультації, КР	
			Лабораторні роботи	
3			Лекції, консультації, КР	
			Лабораторні роботи	
4			Лекції, консультації, КР	
			Лабораторні роботи	

8. Контрольні запитання

№ п/п	Найменування
Модуль № 1. Трансформатори(ТТ)	
1	Що таке електричне та магнітне коло?
2	По яких параметрах класифікують ТТ ?
3	З яких матеріалів виконують сердечники ТТ?:
4	Опишіть, як і навіщо проводять лабораторний дослід к.з.? Що встановлюють в цьому досліді?
5	Опишіть, як і навіщо проводять дослід х.х? Що встановлюють в цьому досліді?
6	По яким схемам з'єднують обмотки трифазних ТТ ?
7	Що таке „групи з'єднань обмоток трифазних ТТ”, які з них випускає промисловість?

№ п/п	Найменування
8	Які втрати є у трансформатора, як розраховують його ККД?
9	Записати вирази для миттєвої потужності і енергії в ідеалізованих елементах електричного кола.
10	Як визначається еквівалентний опір при послідовному з'єднанні резистивних, індуктивних і ємкісних елементів ?
11	Як визначається еквівалентний опір при паралельному з'єднанні резистивних, індуктивних і ємкісних елементів ?
12	Які системи охолодження ТТ бувають?
13	Що таке „приведений трансформатор”? Чому дорівнює його коефіцієнт трансформації?
14	При яких умовах ККД трансформатора досягає максимального значення?
15	Чому при роботі Т чути гул? Навіщо сердечник шихтують?
16	Як і навіщо розраховують коефіцієнт трансформації Т?
17	Що таке „напруга лабораторного досліду короткого замикання”? Як і навіщо її розраховують? В яких одиницях вона вимірюється?
18	З якого матеріалу виконують обмотки потужних трансформаторів?
19	Який зв'язок між діючим і амплітудним значенням для струмів, напруг, ЕРС, СРС?
20	Назвіть умови, які повинні бути виконані при паралельному включенню трансформаторів.
Модуль 2. Колекторні машини постійного струму (МПС)	
1	В яких режимах може працювати МПС ? Назвіть основні елементи МПС.
2	Які схеми включення обмотки збудження використовують для ГПС?
3	Як регулювати частоту обертання ДПС з урахуванням схеми збудження?
4	Що таке комутація в МПС? Що можна зробити на робочому місці для поліпшення комутації в МПС?
5	Для яких приводів встановлюють двигуни постійного струму (ДПС) з незалежним збудження?
6	Яку роль відіграє колектор в генераторному режимі і режимі двигуна?

№ п/п	Найменування
7	Які схеми включення обмотки збудження використовують для двигунів постійного струму?
8	Що таке реакція якоря в МПС, як потік реакції якоря діє на роботу машини?
9	Як в МПС знижують вплив потоку реакції якоря на роботу машини?
10	Як поліпшувати комутацію в МПС?
11	Для яких приводів встановлюють ДПС з паралельним збудженням?
12	Для яких приводів встановлюють двигуни постійного струму зі змішаним збудженням?
13	Назвіть умови самозбудження генераторів постійного току з паралельним та змішаним збудженням.
14	Для яких приводів встановлюють ДПС з послідовним збудженням?
15	Як регулювати частоту обертання ДПС з послідовним збудженням?
16	Як регулювати частоту обертання ДПС з незалежним збудженням?
17	При яких умовах ККД в двигуні постійного струму досягає максимального значення?
18	Назвіть основні ділянки магнітного ланцюга МПС.
19	Напишіть основні рівняння генератора і двигуна постійного струму. Проаналізуйте їх.
20	Що є недопустимим для ДПС з послідовним збудженням, з іншими схемами включення обмоток збудження?
21	Як реверсувати ДПС
Модуль 3. Загальні питання машин змінного струму (МЗС)	
1	З якого матеріалу виконують станини МЗС ?
2	Які по формі бувають пази статора в МЗС ? Як розлічують пази синхронних та асинхронних машин?
3	Яке магнітне поле формує симетрична трифазна система змінних струмів? З якою частотою воно обертається?
4	Які бувають по конструкції ротори АМ? Опишіть технологію виготовлення короткозамкненого ротора АД?

№ п/п	Найменування
5	Дайте визначення режимів роботи МЗС. Що означає «режим синхронного компенсатора»?
6	Які бувають типи обмоток статора в обмотках МЗС? Як їх кріплять в пазах осереддя статора?
7	Чому дорівнює частота перемагнічування сердечника статора у різних режимах роботи машини?
8	Чому дорівнює частота перемагнічування сердечника ротора у різних режимах роботи синхронних та асинхронних машин?
9	Навіщо шихтують сердечники статорів МЗС?
10	Яке магнітне поле формує симетрична двохфазна та однофазна система змінних струмів?
11	Які гармоніки формуються в повітряному зазорі МЗС від трьохфазних струмів?
12	Яка гармоніка є робочою? Що треба з нею робити?
13	Що треба застосовувати для боротьби з вищими гармоніками в спектрі напруги і струму, які формуються в обмотці статора МЗС ?
14	Що застосовують для боротьби з парними гармоніками струму і напруги?
15	Що застосовують для боротьби з 5-й і 7-й гармоніками струму і напруги в обмотці статора?
16	Як знищити 3-ю і кратні 3 гармоніки зі спектру гармонік струмів і напруги?
17	Що треба зробити для боротьби з гармоніками №11; 13; 17; 19 і т.д.?
18	Від яких параметрів залежить частота обертання кругового магнітного поля статора машини змінного струму?
19	Від чого залежить кількість полюсів статора в машині змінного струму?
20	Назвіть типи обмоток статора. Які вони бувають по конструкції?
Модуль 4. Асинхронні машини	
1	Які по конструкції бувають ротори АМ?
2	Коли ККД АД набуває максимального значення?
3	Що таке ковзання в асинхронних машинах? В яких межах воно змінюється?

№ п/п	Найменування
4	Чому дорівнює ковзання АД при пуску ?
5	Що треба робити для поліпшення пускових характеристик АД з к.з. ротором?
6	Які проблеми є і як вони вирішуються при пуску асинхронних двигунів (АД) з урахуванням конструкції ротора?
7	Коли і навіщо треба використовувати АД з фазними роторами?
8	Якщо ротор АД обертається з частотою 950 хв^{-1} , то скільки полюсів у МЗС?
9	Що треба робити для поліпшення пускових характеристик АД у момент пуску, якщо ротор має к.з. або фазну конструкцію?
10	Номінальна частота обертання ротора АД рівна 960 хв^{-1} . Чому дорівнює номінальне ковзання АД?
11	Як визначити перевантажувальну здатність АД? Наведіть приклади, в яких приводах використовують АД?
12	Навіщо АД з фазним ротором потрібні кільця ? Скільки їх, з якого матеріалу їх роблять?
13	Чому АМ не може працювати з ковзанням, яке дорівнює нулю?
14	Як для асинхронних двигунів використовують скін-ефект?
15	Як вирішують проблему пуску АД від однофазної мережі?
16	Що таке „критичне ковзання”? Як воно змінюється, коли змінюється активний опір обмотки ротора?
17	Навіщо використовують приведення параметрів обмотки ротора к параметрам обмотки статора?
18	Як реверсують асинхронні двигуни?
19	Як можна регулювати частоту обертання асинхронного двигуна?
20	Як момент на валу асинхронного двигуна залежить від напруги живлення?
Модуль 5. Синхронні машини, (СМ).	
1	Чому у СМ частота обертання ротора дорівнює частоті обертання поля статора, а у АМ це було неможливо?
2	Назвіть основні елементи СМ. Чому статор СМ має ще одну назву - „якір”?
3	Назвіть які бувають конструкції роторів СМ. Коли вибирають неявнополюсну

№ п/п	Найменування
	конструкцію?
4	Встановить, які по конструкції ротори у турбо- і гідрогенераторів? Пояснить.
5	Що треба робити, якщо на СГ різко наростає навантаження, але при цьому треба зберегти перевантажувальну здібність?
6	Що таке кут навантаження (вильоту)? Вкажіть, між якими векторами він є.
7	Що таке кутова характеристика СГ? Чому дорівнює номінальне значення кута навантаження?
8	Скільки і навіщо на роторі СМ кілець? З якого матеріалу вони зроблені?
9	Від чого залежить частота напруги, яку віддає в мережу СГ?
10	З яких матеріалів і як виконують ротор синхронних турбогенераторів?
11	Яка максимальна потужність досягнута для СГ?
12	Що таке реакція якоря, від чого залежить напрямок потоку реакції якоря?
13	У дво полюсній СМ частота обертання ротора дорівнює 3600 хв^{-1} . Встановить частоту напруги в мережі.
14	Яка реакція якоря виникає в СГ, якщо навантаження тільки активне?
15	При постійному значенні яких величин експериментально будують регульовальну характеристику СГ?
16	Коли використовують і навіщо метод двох реакцій Blondеля?
17	Який максимальний наріжний діаметр ротора турбогенератора може бути?
18	Як відносяться у неявно полюсної СМ величини подовжнього і поперечного реактансів? Пояснить це рішення.
19	Як відносяться у явнополюсній СМ величини подовжнього і поперечного реактансів? Пояснить це рішення.
20	Яка реакція якоря виникає в СГ, якщо навантаження тільки індуктивне, ємкісне?
21	Які по конструкції бувають ротори СД?
22	Пояснить, чому для пуску СД необхідно приймати допоміжні рішення.
23	Опишіть конструкцію обмотки ротора СМ. Чому вона має назву „обмотка збудження”?

№ п/п	Найменування
24	Опішіть, як виконують частотний пуск синхронного двигуна.
25	Опішіть, як виконують пуск СД від розгінного двигуна, вкажіть недоліки цього пуску.
26	Опішіть, як виконують асинхронний пуск синхронного двигуна?
27	Де і навіщо встановлюється демпферна обмотка СМ?
28	Що треба робити при з обмоткою збудження СД при виконанні асинхронного пуску?
29	Які бувають схеми включення обмотки збудження сучасного турбогенератора, гідрогенератора?
30	Поясніть (на U-подібних характеристиках) що трапиться, якщо в процесі роботи СД вийти за межу стійкої роботи.
31	Назвіть конструктивні особливості синхронного компенсатора. Навіщо він потрібен?
32	Що таке коливання ротору СД? Як можна заспокоїти коливальні процеси в СМ?
33	Які втрати ϵ в синхронних двигунах, які з них постійні, які змінні?
34	Як встановлюється число полюсів статора СМ?
35	Чому у синхронного двигуна немає прямого пуску?
36	Що таке режим перезбудження та недозбудження для синхронного двигуна? В якому режимі він працює частіше?
37	Що треба робити для реверса синхронного двигуна?
38	Яку функцію в номінальному режимі виконує для СД пускова обмотка?

9. Методичне забезпечення навчального процесу з дисципліни
(у відповідності до нормативного переліку, затвердженого
Науково-методичною радою академії 21.03.09 року, протокол № 6)

№ п/п	Найменування методичних матеріалів	Рік видання	Автори
1.	Електричні машини. Робоча програма, методичні вказівки і контрольні роботи по курсу для студентів заочної форми навчання спеціальності 6.0902203.	2004	Шевченко В.В.
2.	Електричні машини. Методичні вказівки до лабораторних робіт “Трансформатори” для студентів денної і заочної форм навчання.	2006	Шевченко В.В.
3.	Електричні машини. Методичні вказівки до лабораторних робіт “Синхронні машини” для студентів денної і заочної форм навчання.	2006	Шевченко В.В.
4	Електричні машини. Методичні вказівки до лабораторних робіт “Машини постійного струму” для студентів ден. і заоч. форм навч.	2008	Шевченко В.В.
5	Електричні машини. Методичні вказівки до лабораторних робіт “Асинхронні машини” для студентів денної і заочної форм навчання.	2009	Шевченко В.В.

Доповнення і зміни до робочої програми, узгоджені з завідуючими забезпечуючих кафедр, узгоджені завідуючим даної кафедри і є невід’ємною частиною програми.

ЗМІСТОВИЙ ФРАГМЕНТ РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«Силові перетворювачі АЕП»

для напряму підготовки 6.050702 Електромеханіка

Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: Формування загальнотеоретичної бази електротехнічної освіти майбутніх інженерів.

Завдання: Забезпечити комплексну електротехнічну підготовку студентів шляхом засвоєння ними сучасних методів побудови електромагнітних процесів, методів аналізу, синтезу і розрахунку електричних і магнітних кіл. Вивчити способи регулювання швидкості електроприводів, розглянути системи керування, що забезпечують автоматичне регулювання швидкості та моменту електропривода. Розглянути перехідні процеси у електромеханічних системах, методи формування оптимальних перехідних процесів. Надати методику розрахунку потужності електроприводів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати*:

- визначення та сутність понять і категорій електротехніки;
- основні закони електричних, магнітних і електромагнітних кіл;
- структурні елементи та фізичні величини;
- основні принципи побудови силових перетворювачів енергії;
- застосування автоматизованого електропривода;
- номенклатуру існуючих перетворювачів;

- знати статичні та динамічні навантаження електроприводів
- теорію електромагнітної енергії та її потужності;
- явище резонансу у послідовному і паралельному контурах;
- багатофазні кола та методи їх аналізу;
- теорію та методи аналізу кіл несинусоїдного струму;
- теорію та методи аналізу перехідних процесів електричних кіл зі зосередженими параметрами;
- основи теорії та методології нелінійних електромагнітних апаратів, явище ферорезонансу та його використання в електромагнітних пристроях для стабілізації напруг і струмів,

вміти:

- вміти вибрати комплектний електропривод для конкретного застосування; грамотно сформулювати на нього заявку у виробника комплектного електропривода;
- правильно оцінити повноту необхідної комплектності електроприводу, формувати схеми заміщення й топологічні структури електротехнічних об'єктів;
- обчислювати відповідні параметри та координати ustalених режимів в об'єкті;
- методами математичного аналізу та фізичного експерименту досліджувати явище резонансу, перехідних процесів; формувати схеми заміщення;
- обчислювати відповідні параметри та координати ustalених режимів і деяких перехідних процесів, їх електромагнітну енергію та її потужність; підбирати стандартний силовий перетворювач для заданого двигуна при розробці (проектванні) автоматизованого електроприводу з урахуванням необхідних параметрів їх сполучення.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1

Вступ. Поняття про АЕП

- Тема 1.** Визначення комплектного електроприводу (КЕ)
- Тема 2.** Основні особливості КЕ. Цілі, що стоять перед виробництвом. Використання електроприводів.

Змістовий модуль 2

Комплектні електроприводи постійного струму

- Тема 3.** Область та особливості їх використання електроприводи постійного струму.
- Тема 4.** Виконання та маркування КЕ.
- Тема 5.** Значення комплектності пристрою. Промислові прилади.

Змістовий модуль 3

Електроприводи змінного струму

- Тема 6.** Електроприводи постійного струму каналового та цифрового типу.
- Тема 7.** Основні технічні рішення. Підвищення економічності електроприводів.
- Тема 8.** Прилади реалізації електроприводи змінного струму. Область використання. Вітчизняний частотний електропривод. Приклади.

Змістовий модуль 4

Силкові перетворювачі енергії АЕП

- Тема 9.** Електромеханічні силкові перетворювачі енергії у автоматизованому електроприводі. Основні особливості.
- Тема 10.** Статичні силкові перетворювачі енергії у автоматизованому електроприводі. Основні особливості

Змістовий модуль 5

Силові перетворювачі енергії у автоматизованому електроприводі постійного струму

Тема 11. Основні параметри і властивості

Тема 12. Перехідні процеси. Часові характеристики.

Змістовий модуль 6

Силові перетворювачі енергії у АЕП змінного струму

Тема 13. Основні параметри і властивості.

Тема 14. Застосування перетворення для розрахунку.

Тема 15. Перспективи розвитку силових перетворювачів у галузі електроприводів.

Рекомендована література

Базова

1. Зеленов А. Б. Синтез та цифрове моделювання систем управління електроприводів, постійного струму з вентильними перетворювачами : навч. посіб. / А. Б. Зеленов, І. С. Шевченко, Н. І. Андрєєва. – Алчевськ : ДГМІ, 2002. – 400 с.
2. Казачковський М. М. Комплектні електроприводи : навч. посібник за напрямом 0922 Електромеханіка / М. М. Казачковський. – Дніпропетровськ : НГУ, 2003. – 226 с.
3. Комплектные тиристорные электроприводы : справочник / И. Х. Евзеров, А. С. Горобец, Б. И. Мошкович и др. ; Под ред. канд. техн. наук В. М. Перельмутера. — М.: Энергоатомиздат, 1988. – 319 с.
4. Основи технічної електроніки. У 2 кн. Кн. 1. Теорія електронних кіл / М. Б. Гумен, А. М. Гуржій, В. М. Співак. – К. : Вища школа, 2007. – 428 с.

5. Синтез та цифрове моделювання систем управління електроприводів постійного струму з електромашинними, електромагнітними та імпульсними перетворювачами : навч. посіб. / А. Б. Зеленов, І. С. Шевченко, В. П. Яблонь, Н. Г. Нікітін ; Донецьк : ДонДТУ, 2007. – 373 с.
6. Справочник по автоматизированному електроприводу / В. А. Елисеєв, А. В. Шинянський. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 616 с.
7. Худяєв О. А. Комплектний електропривод : навч.-метод. посібник для заоч. форми навчання спец. 7.092203 / О. А. Худяєв, Т. Ю. Василюк, О. О. Тіщенко ; Укр. інж.-пед. академія. – Х. : Б.в., 2003. – 40 с.
8. Чебовський Д. Г. Силовые полупроводниковые приборы : справочник / Д. Г. Чебовський, Л. Г. Моїсєєв, Р. П. Недошивин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 400 с.

Лабораторна робота 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З НЕЗАЛЕЖНИМ ЗБУДЖЕННЯМ

Мета роботи: вивчити механічні характеристики електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням та способи регулювання його частоти обертання.

Основні теоретичні положення

Електромеханічною характеристикою двигуна постійного струму з незалежним збудженням вважається величина $\omega(I)$, що визначає залежність частоти ω обертання якоря двигуна від струму I якоря та описується співвідношенням:

$$\omega(I) = \frac{U - IR_a}{k\Phi}. \quad (1.1)$$

Залежно від струму I якоря та магнітного потоку Φ збудження двигуна визначається його електромагнітний момент M :

$$M = k\Phi I. \quad (1.2)$$

Механічною характеристикою двигуна вважається величина $\omega(M)$, що визначає залежність частоти ω обертання якоря двигуна від електромагнітного моменту M , який розвивається двигуном, та описується співвідношенням:

$$\omega(M) = \frac{U}{k\Phi} - M \frac{R_a}{(k\Phi)^2}, \quad (1.3)$$

де ω – кутова швидкість якоря двигуна, рад/с;

U – напруга мережі живлення, В;

k – конструктивна постійна двигуна;

Φ – магнітний потік збудження двигуна, Вб;

$R_{\text{я}}$ – опір обмотки якоря ланцюга двигуна, Ом;

I – струм якоря двигуна, А;

M – електромагнітний момент двигуна, Н·м.

Механічна характеристика $\omega(M)$ досліджуваного двигуна є основою для додаткових розрахунків і дослідів, оскільки електромагнітний момент M двигуна залежить від швидкості n обертання якоря та електромагнітної потужності P , що підводиться до якоря:

$$M = 9550 \frac{P}{n}, \quad (1.4)$$

де P – електромагнітна потужність, що підводиться до якоря, кВт;

n – швидкість обертання, відповідна потужності P , об/хв.

Електромагнітна потужність P , що підводиться до якоря, визначається залежно від напруги U і струму I на якорі двигуна та опору $R_{\text{я}}$ його обмотки:

$$P = \frac{UI - I^2 R_{\text{я}}}{1000}, \quad (1.5)$$

де U – напруга на якорі двигуна, В;

I – струм якоря, А;

$R_{\text{я}}$ – опір обмотки якоря, Ом.

Відповідно, момент обертання M_0 двигуна визначається залежно від моменту втрат:

$$M_0 = M - \Delta M, \quad (1.6)$$

де ΔM – момент втрат обертання досліджуваного двигуна, знайдений шляхом розрахунків.

За відсутності заводських або дослідних даних можна вважати $\Delta M = \text{const}$ і наближено визначити його за паспортними даними досліджуваного двигуна, Н·м:

$$\Delta M = 9550 \frac{\Delta P_{\text{е}}}{n_{\text{н}}}, \quad (1.7)$$

де $\Delta P_{\text{е}}$ – величина втрати електромагнітної потужності, кВт;

$n_{\text{н}}$ – номінальна швидкість обертання, об/хв.

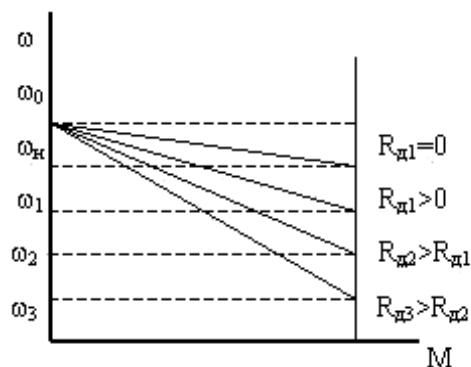


Рис. 1.1. Механічні характеристики двигуна постійного струму з незалежним збудженням при введенні додаткового опору в ланцюг якоря

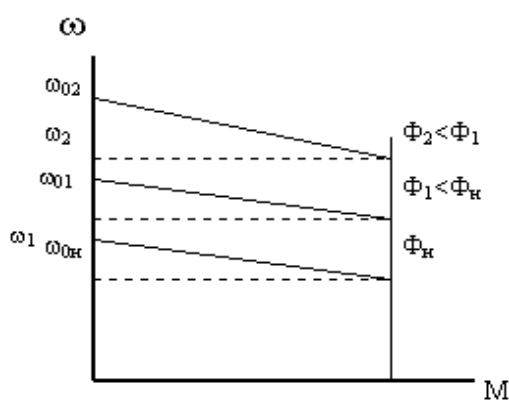


Рис.1.2. Механічні характеристики двигуна постійного струму з незалежним збудженням при зміні магнітного потоку обмотки збудження

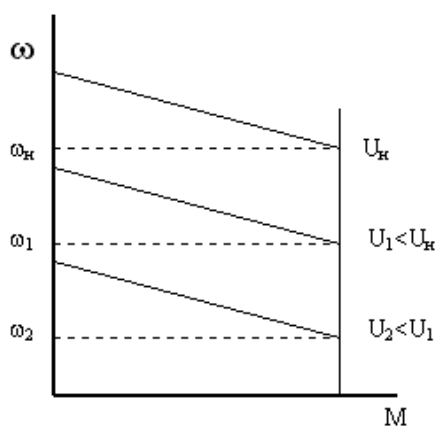


Рис.1.3. Механічні характеристики двигуна постійного струму з незалежним збудженням при різних напругах з втратами обертання, Н·м

Для оцінки втрат обертання використовується залежність:

$$\Delta P_B = \frac{U_n I_n - P_n - I_n^2 R_a}{n_n}, \quad (1.8)$$

Наприклад, для вихідних даних $U_H=380\text{В}$; $I_H=18,5\text{А}$; $P_H=3,2\text{кВт}$; $R_{\text{я}}=3,7\text{ Ом}$; $n_H=1000\text{ об/хв}$. втрати обертання складуть:

$$\Delta P_B = (380 \cdot 18,5 - 3,2 - (18,5)^2 - 3,7) : 1000 = 6,68085.$$

Порядок виконання роботи

1. Ознайомитися з технічною характеристикою машин, приладів і засобів управління лабораторної установки (занотувати технічні характеристики названих елементів у табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Технічні характеристики приладів і машин

Позначення	Найменування	Тип	Система	Клас точності	Границя виміру	Ціна ділення

2. Зібрати схему згідно рис. 1.4.

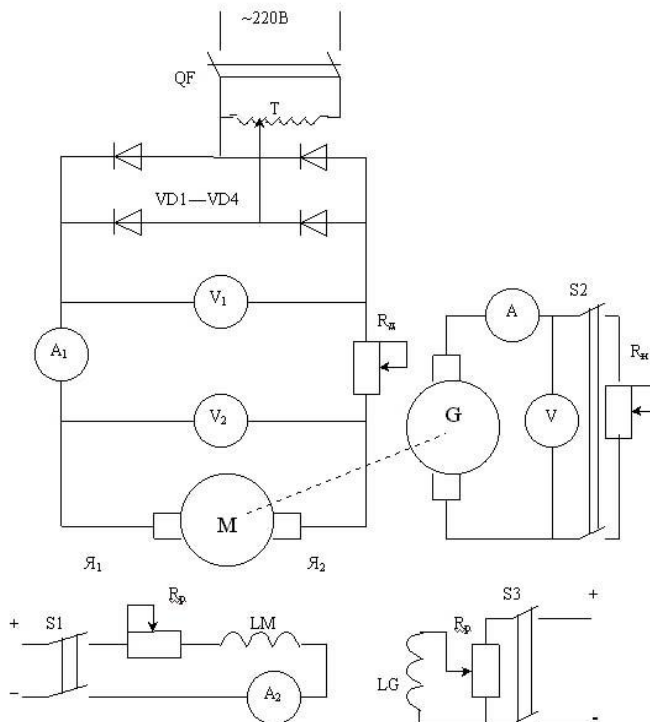


Рис. 1.4. Схема лабораторної установки

Характеристика	Точки	Експериментальні дані							Розрахункові дані						
		U , В	I , А	I_B , А	n , об/хв	U_r , В	I_r , А	I_{BG} , А	P , кВт	ω , 1/с	P_B , кВт	M , Н·м	ΔM , Н·м	M_B , Н·м	P_G , кВт
4. Штучна при $U=U_n$, $\Phi < \Phi_n$, $R_{ядод}=0$	1 . .8														
$\Phi_2 < \Phi_1$, (для двох значень $U=U_n$, $R_{ядод}=0$)	1 . .8														

8. За даними табл. 1.2 побудувати механічні характеристики досліджуваного двигуна, зробити висновки й узагальнення.

$$I_e = \frac{U_e}{R_{об} + R_p}; \quad M = C\Phi I_a; \quad M_c = C\Phi_p I_p; \quad \Phi = f(I_e).$$

Зміст звіту

1. Назва і мета роботи
2. Схема лабораторної установки
3. Паспортні дані машин, приладів, апаратів, що застосовуються в лабораторній установці.
4. Порядок виконання роботи і потрібні розрахункові формули.
5. Таблиці з дослідними і розрахунковими даними.
6. Графічне зображення (візуалізація) механічних характеристик.
7. Висновки по роботі.

Лабораторна робота 2

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА З ДВИГУНОМ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ З НЕЗАЛЕЖНИМ ЗБУДЖЕННЯМ

Мета роботи: вивчення методів моделювання електропривода з двигуном постійного струму з незалежним збудженням і дослідження впливу параметрів двигуна на статичні і динамічні характеристики електроприводу.

Для двигуна постійного струму незалежного збудження (рис. 2.1) при незмінній індуктивності ланцюга якоря і відсутності реакції якоря, потоків

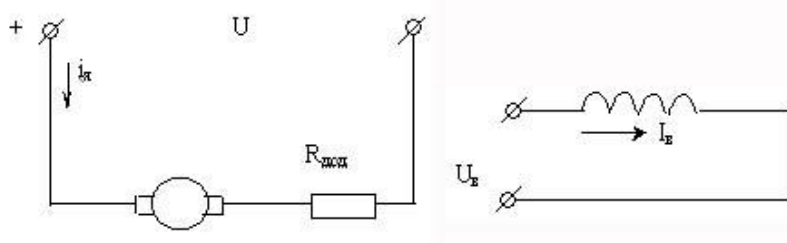


Рис. 2.1

розсіювання та вихрових струмів справедлива наступна система диференціальних рівнянь:

$$U = k\Phi\omega + (R_{я} + R_{доо})i_{я} + L_{з} \frac{di_{я}}{dt}; \quad (2.1)$$

$$U_{з} = R_{з}i_{з} + 2p\sigma\omega_{з} \frac{d\Phi}{dt}; \quad (2.2)$$

$$M - M_c = k\Phi i_{я} - M_c = J \frac{d\omega}{dt}. \quad (2.3)$$

Струм збудження $i_з$ і магнітний потік Φ двигуна в загальному випадку пов'язані між собою нелінійною залежністю $i_з(\Phi)$ – кривою намагнічування.

Зазвичай пуск двигуна постійного струму незалежного збудження здійснюється при номінальному магнітному потоці. При цьому двигун розганяється до основної швидкості. У разі необхідності подальшого

збільшення швидкості здійснюється ослаблення магнітного потоку шляхом зниження струму збудження.

В першому випадку – за умови $\Phi = \Phi_n = \text{const}$ – рівняння 2.1–2.3 являють собою систему лінійних диференціальних рівнянь, де рівняння 2.2 вироджується в алгебраїчне рівняння виду:

$$U_z = R_z i_z \quad (2.4)$$

У другому випадку – коли $\Phi = \text{var}$ – мова йде про систему нелінійних диференціальних рівнянь, що містять добутки залежних змінних виду $\Phi \cdot \omega$ та $\Phi \cdot i_a$.

Лабораторна робота складається з двох частин, на виконання кожної з яких планується 4 години.

Частина 1. Моделювання електроприводу з двигуном постійного струму при $\Phi = \Phi_n = \text{const}$.

На моделі двигуна постійного струму незалежного збудження досліджуються перехідні процеси пуску до основної швидкості, динамічного гальмування, реверсу і зміни навантаження, а також вплив параметрів двигуна (L, R, J) на характер зазначених процесів.

При пуску двигуна від джерела з постійною напругою стрибки струму якоря обмежуються за допомогою додаткового опору, який виводиться ступенями (див. рис. 2.2,а) зі збільшенням швидкості.

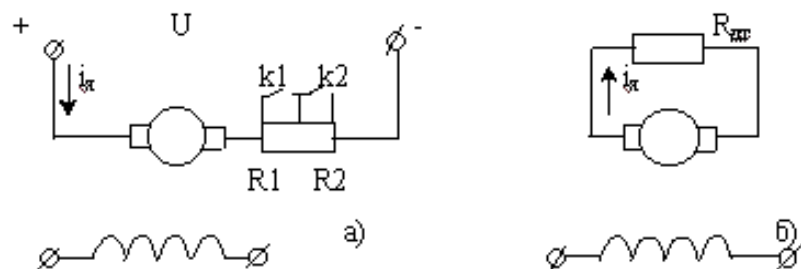


Рис. 2.2

Перетворюючи рівняння 2.1 і 2.3 до виду, зручного для моделювання, можна записати для розглянутого випадку:

$$L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} = U - k\Phi_{\text{н}} \omega - (R_{\text{я}} + R_1 + R_2)i_{\text{я}}; \quad (2.4)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = k\Phi_{\text{н}} i_{\text{я}} - M_{\text{с}} \quad (2.5)$$

Схема моделі двигуна постійного струму з незалежним збудженням, що відтворює процес пуску, показана на рис. 2.3.

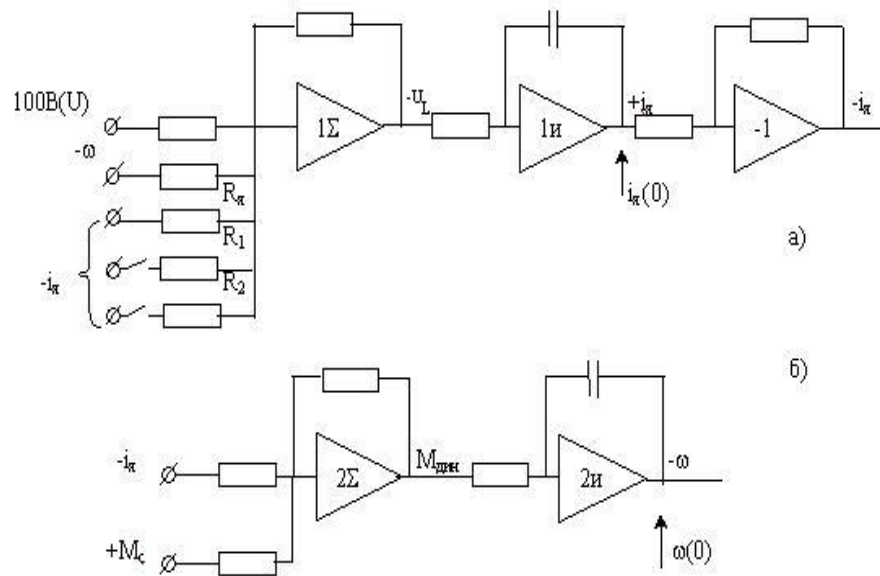


Рис. 2.3

У цій схемі процеси сумування та інтегрування не поєднуються, що дозволяє, по-перше, виділити похідні струму та швидкості i , по-друге, спростити дослідження впливу L і J на характер перехідних процесів, оскільки в цьому випадку досить лише змінити коефіцієнти підсилення інтеграторів $1_{\text{и}}$ і $2_{\text{и}}$.

При моделюванні ступінчатого пуску двигуна необхідно зі зростанням швидкості виводити ступені опору. На практиці закорочення ступенів пускового реостата здійснюється за допомогою контакторів K_1 і K_2 (рис. 2.2,а) автоматично у функції часу, струму або швидкості. На моделювальній установці (рис. 2.3) закорочення опорів R_1 і R_2 веде до відключення від струму $I_{\text{я}}$ двох останніх входів суматора 1Σ , але в даний роботі це здійснюється вручну. Тому при підготовці завдання до виконання треба належним чином розрахувати масштаб часу.

Процесу динамічного гальмування відповідає схема, подана на рис. 2.2,б. Якір двигуна замикається на опір динамічного гальмування $R_{\text{дт}}$, величина якого визначається з умови $U/(R_{\text{я}}+R_{\text{дт}})=I_{\text{я max}}$. Рівняння (2.4) в цьому випадку набуває вигляду:

$$L_{\text{я}} \frac{di_{\text{я}}}{dt} = -k\Phi_{\text{н}} \omega - (R_{\text{я}} + R_{\text{дт}})i_{\text{я}}. \quad (2.6)$$

Моделювання процесу динамічного гальмування здійснюється наступним чином. По закінченні процесу «пуску» натискається кнопка «зупинення» і при цьому за допомогою наявних на машині вольтметрів вимірюються напруги на виходах інтеграторів 1_н та 2_н, тобто $i_{\text{я уст.дв}}$ и $\omega_{\text{уст.дв}}$. Після завершення вимірювань натискається кнопка «вихідне положення». Вочевидь, величини $i_{\text{я уст.дв}}$ и $\omega_{\text{уст.дв}}$ є початковими умовами для процесу гальмування або реверсу, тобто $i_{\text{я}}(0)=i_{\text{я уст.дв}}$ та $\omega(0)=\omega_{\text{уст.дв}}$.

Знімається напруга з першого входу суматора $1\Sigma(U=0)$, а для третього його входу встановлюється коефіцієнт, що відповідає $R_{\text{я}}+R_{\text{дт}}$ (два останніх входи 1Σ відключені). На підсилювачах 1_н и 2_н встановлюються початкові умови $i_{\text{я}}(0)$ та $\omega(0)$.

При моделюванні реверсу необхідно також зафіксувати початкові умови $i_{\text{я}}(0)$ та $\omega(0)$, а потім змінити полярність напруги на першому вході 1Σ (тобто, подати 100В) і встановити на третьому його вході коефіцієнт, що відповідає умові $R_{\text{я}}+R_{\text{дод.р}}=2U/I_{\text{я max}}$. На підсилювачах 1_н и 2_н встановлюються початкові умови $i_{\text{я}}(0)$ та $\omega(0)$.

Процес зміни навантаження, зокрема накид і скидання, моделюються шляхом зміни величини напруги на другому вході суматора $2\Sigma-M_c=t_M M_c$.

З цією метою зручно скористатися або джерелом еталонної напруги, або одним з вільних потенціометрів «початкові умови». У разі моделювання процесу зміни навантаження працюючого двигуна необхідно попередньо ввести інтегратори та ненульові початкові умови.

Рекомендації з вибору масштабів змінних:

$$m_i = \frac{100}{i_{я\max}} = \frac{100}{\lambda I_{ян}}; \quad u_L = L \frac{di_{я}}{dt}; \quad U_{L\max} = U_n \quad \text{– при пуску і динамічному}$$

гальмуванні;

$$U_{L\max} = 2U_n \quad \text{– при реверсі};$$

$$m_\omega = \frac{100}{\omega_{\max}} \approx \frac{100}{2\omega_0}; \quad M_{дин} = J \frac{d\omega}{dt}; \quad m_{M_{дин}} = \frac{100}{k\Phi_n \lambda I_{ян}}.$$

При виборі масштабу часу слід виходити з того, що перехідний процес пуску моделі повинен тривати 8–10 с. Час пуску в реальній установці орієнтовно може бути визначено за формулою:

$$t_{пуск} = \frac{J\omega_0}{k\Phi_n I_{я\max}},$$

тобто

$$m_t = \frac{8...10}{t_{пуск}} = \frac{(8...10)k\Phi_n I_{я\max}}{J\omega_0}.$$

Частина 2. Моделювання двигуна постійного струму при $\Phi = \text{var}$.

В этой части лабораторной работы рассматриваются переходные процессы, связанные с изменением магнитного потока двигателя.

Враховуючи, що потік двигуна може змінюватися лише в межах $\Phi_{\min} \leq \Phi \leq \Phi_n$, його можна подати у вигляді:

$$\Phi = \Phi_{нач} - \Delta\Phi. \quad (2.7)$$

Приросту $-\Delta\Phi$ відповідає й приріст струму збудження $-\Delta i_3$ (див. рис. 2.4), що спричиняється відповідною зміною напруги живлення обмотки збудження $-\Delta U_3$. Тоді з формули 2.2 випливає:

$$\Delta U_3 = R_3 \Delta i_3 + 2p\sigma\omega_3 \frac{d\Delta\Phi}{dt}. \quad (2.8)$$

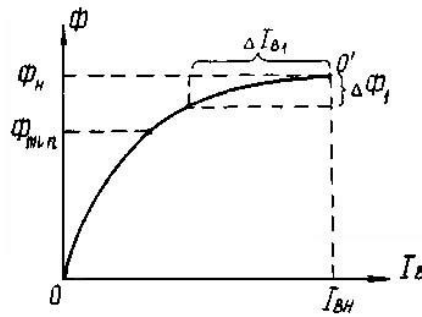


Рис. 2.4

Якщо лінеаризувати ділянку характеристики намагнічування двигуна в околі номінальної точки (I_{3n}, Φ_n) , то можна записати:

$$\Delta i_3 = \frac{\Delta I_{31}}{\Delta \Phi_1} \Delta \Phi.$$

Якщо цей вираз підставити у формулу 2.8, то отримаємо

$$\Delta U_3 = R_3 \frac{\Delta i_{31}}{\Delta \Phi_1} \left(\Delta \Phi + T_{3n} \frac{d\Delta \Phi}{dt} \right),$$

де $T_{3n} = \frac{\omega_3 \Delta \Phi_1}{R_3 \Delta I_{31}}$ – стала обмотки збудження двигуна в околі номінальної точки, с.

Звідки отримуємо

$$\frac{d\Delta \Phi}{dt} = \frac{\Delta \Phi_1}{T_{3n} R_3 \Delta I_{31}} \Delta U_3 - \frac{1}{T_{3n}} \Delta \Phi. \quad (2.9)$$

Підставляючи 2.7 у 2.4 та 2.5, будемо мати таке:

$$L_\pi \frac{di_3}{dt} = U - (R_\pi + R_1 + R_2) i_\pi - k\omega (\Phi_{noc} - \Delta \Phi); \quad (2.10)$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = k i_\pi (\Phi_{noc} - \Delta \Phi) - M_c. \quad (2.11)$$

Зіставлення останніх двох формул з формулами 2.4 і 2.5 свідчить, що перші відрізняються від останніх наявністю в них добутків змінних: $-k\omega\Phi$ у формулі 2.10 та $-k i_\pi \Phi$ у формулі 2.11. Відповідні відмінності у схемі моделі

проілюстровані на рис. 2.5, а схема включення блоків – на рис. 2.6.

При моделюванні процесу пуску спочатку відбувається пуск при $\Phi = \Phi_{п}$, тобто при $\Delta U_3 = 0$; фіксуються значення при $\tilde{i}_{нвст}$, $\tilde{\omega}_{вст}$, а потім після введення початкових значень на інтегратори 1_н і 2_н аналізується перехідний процес при подачі ΔU_3 , тобто при ослабленні потоку. Якщо необхідно розглянути процес зниження швидкості, то потрібно, вводячи початкові умови $\tilde{i}_n(0)$, $\tilde{\omega}(0)$, $\Delta\tilde{\Phi}(0)$ – подати на перший вхід інтегратора 3_н напругу протилежного знаку.

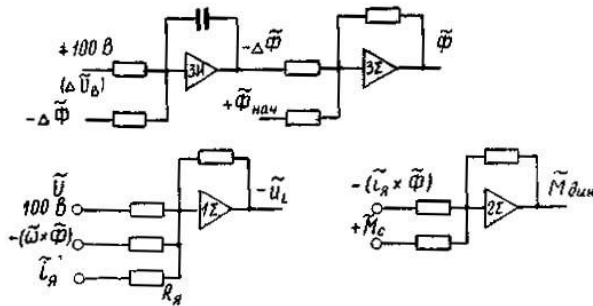


Рис. 2.5

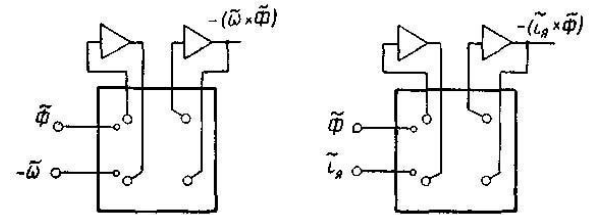


Рис. 2.6

Рекомендації з вибору масштабу змінних. Масштаби ω , $i_{п}$, u_1 , $M_{дин}$, t обираються так само, як і в частині 1 роботи. Масштаб приросту потоку обирається з умови максимальної швидкості двигуна

$$\omega_{max} = \frac{U}{k(\Phi_{поч} - \Delta\Phi_{max})}$$

Звідки

$$k\Delta\Phi_{max} = k\Phi_{поч} - \frac{U}{\omega_{max}}$$

Зауваження. Слід також пам'ятати, що блок добутку змінних видає напругу в 100 разів меншу, ніж реальний добуток моделі, тобто масштаб добутку змінних X і Y:

$$m_{XY} = 0.01m_X m_Y$$

Рекомендована домашня підготовка

1. Скласти повну схему моделі.
2. Розрахувати масштаби змінних.
3. Розрахувати коефіцієнти моделі.

Порядок виконання роботи

Частина 1

1. Зібрати і налагодити схему моделі двигуна постійного струму незалежної напруги, відповідну режиму пуску.
2. Відтворити процес, відповідний ступінчастому пуску двигуна вхолосту, зафіксувавши $i_a(\tau)$, $\omega(\tau)$ і динамічну характеристику $\omega(i_a)$.
3. Відтворити процес, відповідний ступінчастому пуску двигуна при $M_c=M_n$, зафіксувавши залежності $i_a(\tau)$, $\omega(\tau)$ і динамічну характеристику $\omega(i_a)$.
4. Перебудувати модель для відтворення режиму динамічного гальмування і відтворити зазначений режим при $M_c=0$ (фіксуються ті ж величини, що і в п. 2).
5. Перебудувати модель для відтворення реверсу двигуна і відтворити зазначений режим при $M_c=0$ (фіксуються ті ж величини, що і в п. 2).
6. Дослідити вплив L_a на характер перехідних процесів ($L/L_a=0,5 \dots 1,5$).
7. Дослідити вплив J на характер перехідних процесів ($J/J_{\partial\partial}=1 \dots 2,5$).

Частина 2

1. Налаштувати блоки добутку і перевірити їх роботу.
2. Скласти і налагодити схему моделі двигуна, відповідну режиму пуску і подальшого ослаблення потоку.
3. Відтворити процес пуску двигуна вхолосту і зафіксувати $\omega_{уст}$.
4. Відтворити процес ослаблення потоку двигуна, відповідного заданому значенню максимальної швидкості. Зафіксувати залежності $i_a(\tau)$, $\omega(\tau)$, $\Delta\Phi(\tau)$ і динамічну характеристику $\omega(i_a)$.

5. Відтворити процес збільшення потоку двигуна до максимальної величини. Зафіксувати залежності $i_a(\tau)$, $\omega(\tau)$, $\Delta\Phi(\tau)$.
6. Відтворити процес розгону двигуна вище основної швидкості при номінальному моменті. Зафіксувати залежності $i_a(\tau)$, $\omega(\tau)$, $\Delta\Phi(\tau)$ і динамічну характеристику $\omega(i_a)$.
7. Зняти статичні характеристики $\omega(i_a)$ і $\omega(M)$ за відсутності додаткових опорів в ланцюзі якоря і $\Delta\Phi = \Delta\Phi_{max}$.

Зміст звіту

1. Назва і мета роботи
2. Схема лабораторної установки
3. Паспортні дані машин, приладів, апаратів, що застосовуються в лабораторній установці.
4. Порядок виконання роботи і потрібні розрахункові формули.
5. Таблиці з дослідними і розрахунковими даними.
6. Графічне зображення (візуалізація) механічних характеристик.
7. Висновки по роботі.

Лабораторна робота 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОПЕРЕЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Мета роботи: дослідити вплив компенсуючого обладнання на величину $\cos\varphi$, втрат потужності на напругу в мережі.

Порядок виконання роботи

Поширеним способом збільшення величини $\cos\varphi$ в мережах промислових підприємств є поперечна компенсація реактивної потужності з використанням конденсаторів.

9. Зібрати схему дослідження відповідно до рис. 1.1.

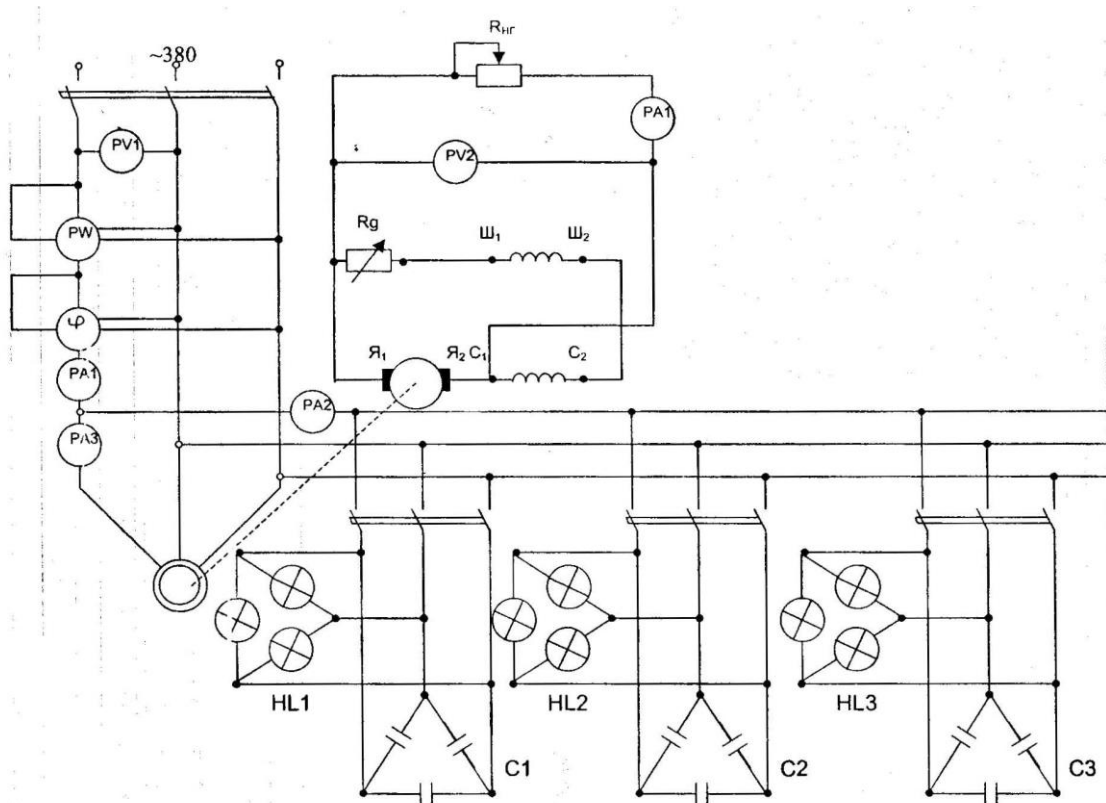


Рис. 1.1

10. З'ясувати, як впливає потужність Q_k компенсуючого обладнання на величину реактивної потужності Q_M , струм I_M та $\cos\varphi$ у мережі, а також на струм двигуна I_d .
11. Побудувати залежності $Q_M(Q_k)$, $I_M(Q_k)$, $\cos\varphi(Q_k)$, $I_d(Q_k)$.
12. Результати вимірів і розрахунків занести до табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Дані поперечної компенсації
реактивної потужності

Режим завантажен- ня двигуна АД	Кількість комплекту- ючих батарей	M , А	δv , А	κy , А	δv , В	l , кВт	$\cos\varphi$, —	Розраховано			
								Q_k , кВар	Q_M , кВар	ΔP_M , кВт	ΔU_M , В
Номінальний режим	0										
	1										
	2										
	3										
Холостий хід	0										
	1										
	2										
	3										

13. Вважаючи, що величини активного R_M і реактивного X_M опорів мережі відомі, побудувати залежності втрат активної потужності ΔP_M і напруги ΔU_M у мережі від потужності компенсуючого обладнання.
14. Зробити висновки щодо раціонального рівня компенсації реактивної потужності.

Примітки:

1. Дослідження виконати для двох режимів роботи асинхронного двигуна: холостого ходу і навантаження, близького до номінального.
2. Величини R_M і X_M узяти з табл. 1.2 у залежності від варіантів (номер варіанта відповідає номеру бригади).

Дані поперечної компенсації
реактивної потужності

Опір, Ом	Номер варіанта						
	1	2	3	4	5	6	7
R_M	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
X_M	1,8	2,3	2,9	3,5	4,0	4,8	5,5

Порядок виконання роботи

У лабораторній роботі в якості споживача реактивної потужності використовується асинхронний двигун із короткозамкненим ротором. За необхідності навантаження двигуна регулюється шляхом зміни навантаження встановленого на одному валу із ним генератора постійного струму змішаного збудження.

Для компенсації реактивної потужності передбачені три групи конденсаторних батарей із вмонтованими розрядними опорами.

Зміст звіту

8. Назва і мета роботи
9. Схема лабораторної установки
10. Паспортні дані машин, приладів, апаратів, що застосовуються в лабораторній установці.
11. Порядок виконання роботи і потрібні розрахункові формули.
12. Таблиці з дослідними і розрахунковими даними.
13. Графічне зображення (візуалізація) характеристик (за потреби).
14. Висновки по роботі.

Лабораторна робота 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІДХИЛЕННЯ НАПРУГИ НА РОБОТУ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА

Мета роботи: експериментально дослідити зміни споживаного з мережі двигуном струму і потужності при зміні на його затискувачах.

Порядок виконання роботи

У процесі експлуатації електродвигунів напруга на їх затискувачах не залишається постійною: можливі відхилення відносно нормального значення в той чи інший бік. Від величини підведеної напруги залежить момент на валу двигуна, струм, втрати потужності в обмотках статора.

Для проведення експериментального дослідження потрібно:

1. Зібрати схему за даними рис. 2.1.

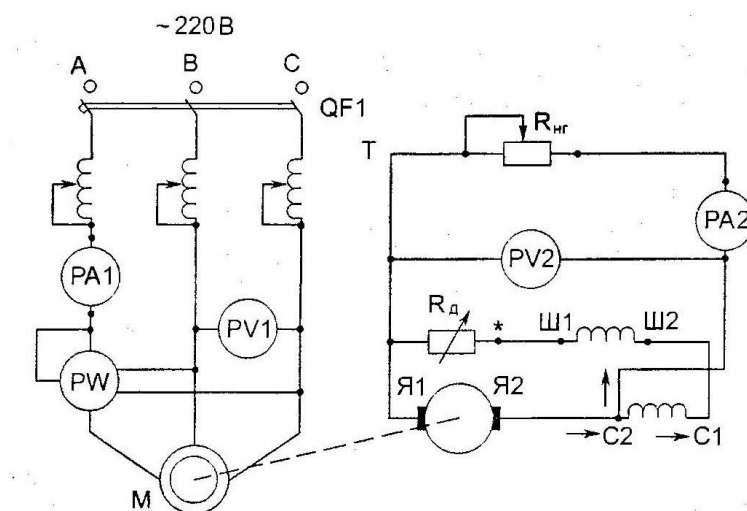


Рис. 2.1

2. Визначити, як зміниться струм I_1 у статорі асинхронного двигуна при різних відхиленнях напруги U на його затискувачах, і побудувати залежність $I_1(U)$.

3. Визначити, як впливають відхилення напруги та споживання двигуном з мережі активної P і реактивної Q потужностей. Побудувати графіки залежностей $P(U)$ та $Q(U)$.
4. Визначити, що відбувається з $\cos\varphi$ двигуна при різних відхиленнях напруги на його затискувачах та побудувати залежність $\cos\varphi(U)$.
5. Результати вимірів і розрахунків занести до табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Дані дослідження впливу
відхилень напруги на характеристики асинхронного двигуна

Завантаження двигуна АД	U , В	I_1 , А	Q , кВар	$\cos\varphi$
$P_d=0,5 P_n$, кВт	160			
	170			
	...			
	240			
$P_d=1,1 P_n$, кВт				
Неробочий режим				

Зміст звіту

1. Назва і мета роботи
2. Схема лабораторної установки
3. Паспортні дані машин, приладів, апаратів, що застосовуються в лабораторній установці.
4. Порядок виконання роботи і потрібні розрахункові формули.
5. Таблиці з дослідними і розрахунковими даними.
6. Графічне зображення (візуалізація) характеристик (за потреби).
7. Висновки по роботі.