

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

Факультет транспортних систем

Кафедра технології машинобудування та ремонту машин

Кафедра філософії та педагогіки професійної підготовки

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

Удосконалення методики викладання

метрологічного забезпечення випробувань

Частина 1.

ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ З

РОЗРОБКИ НОВИХ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

Михайло ПОДРИГАЛО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

Максим БАЙЦУР

Керівник, д-р техн. наук, проф.

Андрій КОРОБКО

Консультант, канд. пед. наук, проф.

Володимир БОНДАРЕНКО

Студент гр. ТП-61-24

В'ячеслав ПІДГОРНИЙ

Харків – 2025

Міністерство аграрної політики та продовольства України
ХАРКІВСЬКА ФІЛІЯ
ДЕРЖАВНОЇ НАУКОВОЇ УСТАНОВИ
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ ТЕХНІКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА
ІМЕНІ ЛЕОНІДА ПОГОРІЛОГО»

/Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого/

Поштова адреса: 61139, м. Харків, вул. Котлова, 236

Телефони: (057) 712-90-72 E-mail: hfukrndipvt@gmail.com

26.08.2024

№ 48/1

Ректору ХНАДУ

В рамках співпраці між ХНАДУ й Харківською філією УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого просимо видати здобувачам освіти за освітньою програмою «Професійна освіта (метрологія, стандартизація, сертифікація)» тематику дипломного проєктування пов'язану з удосконаленням методик оцінювання якості продукції, аудитів діяльності органів оцінки відповідності та розглянути питання покращення якості підготовки фахівців за означеними напрямками.

Директор



Сергій ЛЕБЕДЄВ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспортних систем

Кафедра технології машинобудування та ремонту машин

Освітній рівень другий (магістерський)

Спеціальність, спеціалізація 015.32 Професійна освіта (Електроніка, метрологія та радіотелекомунікації)

Освітня програма «Професійна освіта. Метрологія, стандартизація та сертифікація»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Михайло ПОДРИГАЛО
«__» _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Підгорному В'ячеславу Олександровичу**

1 Тема роботи (проекту) **Удосконалення методики викладання метрологічного забезпечення випробувань. Частина 1. Формування професійних компетентностей з розробки нових методів випробувань**
Керівник роботи КОРОБКО Андрій Іванович, д-р. техн. наук, проф.
Затверджені наказом ректора ХНАДУ від 08.10.2025 № 155.

2 Строк подання студентом роботи **10 грудня 2025 р.**

3 Вихідні дані до проекту (роботи): технології навчання, номенклатура показників якості автомобіля

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці): Вступ; 1 Теоретичні основи підготовки майбутніх інженерів-педагогів; 2. Нормативно-методичне забезпечення випробувань машин; 3. Методологія розроблення методів випробувань; 4 Дидактичний проект за темою «Основи розроблення методів випробувань»; Висновки; Перелік посилань; Додаток А План-конспект лекції за темою «Основи розроблення методів випробувань»; Додаток Б Матеріали до кваліфікаційної роботи

5 Перелік графічного матеріалу (з точним указанням обов'язкових креслень):

6 Консультанти

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання отримав
1, 4	канд. пед. наук, проф. Бондаренко В. В.		

7 Дата видачі завдання 02 вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
Розділ 1	02–24.09.2025 р.	
Розділ 2	25.09–10.10.2025 р.	
Розділ 3	11.10–31.10.2025 р.	
Розділ 4	01–25.11.2025 р.	
Вступ, зміст, висновки, перелік посилань , додатки	26.11–30.11.2025 р.	
Оформлення кваліфікаційної роботи	01–05.12.2025 р.	
Підготовка презентації	06–10.12.2025 р.	

Студент

_____ В'ячеслав ПІДГОРНИЙ
(підпис)

Керівник роботи

_____ Андрій КОРОБКО
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота: 77 с., 4 рис., 9 табл., 26 джерел.

НАВЧАННЯ, ПЕДАГОГІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ, ОПЕРАТИВНІ ЦІЛІ, МЕТОД ВИПРОБУВАНЬ, ДИСПЕРСІЯ, ВИПРОБУВАЧ

Об'єкт дослідження: освітній процес з викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань», зокрема, його методологія, педагогічні технології, структура навчального матеріалу та підходи до оцінювання знань здобувачів, орієнтовані на формування навичок роботи з розробляння нових методів випробувань.

Предмет дослідження: підходи, інструменти та педагогічні технології, що використовуються для формування професійних компетентностей здобувачів освіти в контексті розробляння нових методів випробувань.

Метою дослідження є ефективне формування професійних компетентностей здобувачів освіти у сфері метрологічного забезпечення випробувань, зокрема розробки нових методів випробувань за рахунок розробляння та впровадження удосконаленої методики викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань».

Методи дослідження: стимулювання здобувачів освіти до самостійного вивчення й аналізування конкретних випадків із практики випробувальних лабораторій, аналізування освітнього процесу та методів викладання в реальних умовах, системний підхід до процесу розробляння нових методів випробувань.

Удосконалення методики викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань» в контексті розробляння нових методів випробувань є важливим кроком до підготовки кваліфікованих фахівців, які здатні працювати за сучасними стандартами та вимогами. Завдяки інтеграції новітніх технологій, практичній орієнтації, міждисциплінарному підходу та використанню актуальних стандартів здобувачі отримують знання та

навички, необхідні для обґрунтування, описання й реалізації методів випробувань на основі наукових досліджень.

Запропонована концепція розробки методів випробувань передбачає створення адаптивного простору метрологічного забезпечення, що дозволяє лабораторії формулювати завдання на калібрування засобів вимірювальної техніки відповідно до умов зовнішніх впливів, а її впровадження забезпечує перехід до випробувань, заснованих на актуальних науково-технічних досягненнях, та формує новий рівень взаємодії між замовником і виконавцями, спрямований на підвищення якості продукції.

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Теоретичні основи підготовки майбутніх інженерів-педагогів	10
1.1. Теоретичні основи підготовки майбутніх інженерів-педагогів	10
1.2. Загальна характеристика професійної діяльності випробувача випробувальної лабораторії	16
1.3. Кваліфікаційні вимоги до випробувача	20
1.4. Постановка задач дослідження	22
2 Нормативно-методичне забезпечення випробувань машин	24
3 Методологія розроблення методів випробувань	36
4 Дидактичний проект за темою «Основи розроблення нових методів випробувань»	43
4.1. Постановка оперативних цілей вивчення теми	43
4.2. Конструювання дидактичних матеріалів з теми	43
4.3. Аналіз базових умов навчання випробувача	47
4.4. Проектування мотиваційних технологій навчання випробувача	48
4.5. Проектування технологій поетапного формування навчальної діяльності випробувача в процесі вивчення теми	52
4.6. Розробка бінарних дій викладача й здобувачів	54
Висновки	56
Перелік посилань	58
Додаток А. План-конспект лекції за темою «Основи розроблення методів випробувань»	63
Додаток Б. Матеріали до дипломної роботи	69

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах розвитку промисловості, цифровізації виробництва та зростання вимог до якості продукції роль випробувачів як фахівців, відповідальних за достовірність та об'єктивність результатів випробувань, стає стратегічно важливою. Саме від їхньої компетентності залежить коректність оцінювання характеристик продукції, безпечність її подальшої експлуатації та відповідність міжнародним стандартам.

Таким чином, навчання випробувачів є необхідною умовою розвитку промисловості, підтримання високого рівня безпечності та якості продукції, зміцнення довіри між виробниками й споживачами та інтеграції України у світовий технічний простір. Підготовка компетентних фахівців у цій сфері набуває особливого значення в контексті модернізації випробувальних лабораторій, розвитку технічного регулювання та впровадження інноваційних технологій.

Розвиток дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань» в контексті розробки нових методів випробувань сприятиме кращій підготовці здобувачів до реальних вимог ринку праці.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є ефективне формування професійних компетентностей здобувачів освіти у сфері метрологічного забезпечення випробувань, зокрема розробки нових методів випробувань за рахунок розробляння та впровадження удосконаленої методики викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань». Для досягнення поставленої мети визначені основні задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі підходи до інженерно-педагогічної освіти, визначити вимоги кваліфікаційних характеристик випробувача;
- проаналізувати нормативно-технічне забезпечення випробувань машин;

- синтезувати методику розроблення методів випробувань;
- розробити дидактичний проект за темою «Основи розроблення методів випробувань».

Об’єкт дослідження: освітній процес з викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань», зокрема, його методологія, педагогічні технології, структура навчального матеріалу та підходи до оцінювання знань здобувачів, орієнтовані на формування навичок роботи із розроблення методів випробувань.

Предмет дослідження: підходи, інструменти та педагогічні технології, що використовуються для формування професійних компетентностей здобувачів освіти в контексті розроблення методів випробувань.

Методи дослідження: стимулювання здобувачів освіти до самостійного вивчення й аналізування конкретних випадків із практики розроблення методів випробувань, аналізування освітнього процесу та методів викладання в реальних умовах, системний підхід до процесу розроблення методів випробувань.

1 ВИМОГИ ДО ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРА-ПЕДАГОГА

1.1 Теоретичні основи підготовки майбутніх інженерів-педагогів

Стрімкий розвиток науки й техніки, а також зростання ролі інтелектуальних технологій у всіх сферах діяльності людини зумовили трансформацію суспільства від постіндустріальної моделі до інформаційної. В умовах такого переходу саме знання перетворюються на ключовий ресурс, що визначає конкурентоспроможність держави, організації та окремого фахівця. За оцінками дослідників, обсяг світового наукового та технічного знання збільшується настільки швидко, що подвоюється майже щороку [1].

На цьому тлі зростає увага до розвитку інженерно-педагогічної освіти та вдосконалення професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів. Підвищений інтерес до цієї сфери є закономірним наслідком масштабних реформ, які відбуваються в українській освітній системі. Сучасна модернізація спрямована на формування цілісної, гнучкої та інноваційно орієнтованої моделі освіти, здатної оперативно реагувати на зміни, забезпечувати неперервний розвиток та відповідати потребам сьогодення. Головним її завданням є створення умов, за яких освіта буде не лише транслявати знання, а й постійно оновлюватися та орієнтуватися на актуальні і майбутні запити особистості, суспільства та держави.

З іншого боку, зростання наукового інтересу до інженерно-педагогічної освіти пояснюється тим, що ця галузь перебуває у фазі динамічного становлення та оновлення. Багато аспектів, пов'язаних із професійною підготовкою майбутніх інженерів-педагогів, залишаються відкритими й потребують подальшого опрацювання. Недостатньо врегульованими є як питання змістового наповнення освітніх програм, так і умови їх реалізації у закладах вищої освіти. Практика підготовки інженерів-педагогів, а також результати численних науково-практичних конференцій і семінарів підтверджують, що ця галузь сьогодні шукає оптимальні моделі розвитку.

Пошук стосується як кількісних, так і якісних характеристик підготовки, зокрема:

- узгодження пропорції між інженерною та педагогічною складовими освіти, між теорією та практикою;
- визначення обґрунтованого змісту, логіки викладу, обсягу та послідовності навчальної інформації;
- вибору найбільш результативних засобів, методів та технологій формування професійної компетентності.

Актуальність цих проблем значно посилюється в умовах підвищених вимог до якості освітнього процесу [2].

Сучасна стратегія професійної підготовки орієнтована на формування фахівця, який здатен самостійно здобувати нові знання, адаптуватися до змін у професійній діяльності та успішно продовжувати освіту як у вітчизняних, так і в закордонних закладах Європейського освітнього простору. Інноваційний розвиток суспільства можливий лише за умови виховання покоління, що мислить творчо, гнучко та критично. Тому особлива увага приділяється всебічному розвитку особистості, формуванню культурологічних, комунікативних, інформаційних і соціальних компетентностей, здатності до саморозвитку та навчання впродовж життя.

Сучасний спеціаліст має не лише орієнтуватися в тенденціях розвитку своєї професії, а й активно освоювати новітні інформаційно-комунікаційні технології та впроваджувати їх у свою діяльність. Для інженерно-педагогічних працівників це завдання набуває особливої ваги, адже специфіка їхньої професії вимагає постійного оновлення знань, навичок і методичних підходів. Вони повинні працювати з великими обсягами різнопланової інформації, орієнтуватися у нових промислових та освітніх технологіях, адже саме вони готують кадри, здатні діяти у швидко змінюваних умовах виробництва, економіки та науково-технічного прогресу.

Педагогічні та інформаційні технології сьогодні виступають важливим інструментом реалізації ключових ідей освітнього розвитку та досягнення

стратегічних цілей у сфері освіти. У своїй професійній діяльності педагог активно застосовує ці засоби, спираючись на власний досвід, сформований роками практики, а також на індивідуальний стиль взаємодії з учнями. Проте зі зміною суспільних потреб трансформуються й цілі навчання, а отже – і домінуючі підходи до організації навчального процесу. У межах різних освітніх концепцій переважають різні стилі навчання, що нерідко потребує від педагога відмови від усталених практик. Для багатьох фахівців така зміна стає непростим процесом переосмислення власної ролі та методів роботи з учнями.

Особливості сучасного освітнього підходу значною мірою визначаються розвитком інформаційного суспільства, у центрі якого – високі технології та інтенсивний обіг інформації. В умовах цифрової трансформації головними цінностями стають знання, професійна компетентність, здатність критично мислити, вміння працювати з великими обсягами інформації та приймати обґрунтовані рішення. Від фахівця вимагається не лише володіння навичками у своїй спеціальності, а й здатність орієнтуватися у суміжних галузях, що забезпечує його конкурентоздатність і мобільність [3, 4, 5].

Процес формування компетентного інженера-педагога передбачає опанування норм професійної діяльності, способів взаємодії та вирішення «професійно подібних» ситуацій як у груповій, так і в індивідуальній роботі. Саме у такій діяльності майбутній фахівець розвивається не лише професійно, а й особистісно. Навчальний процес може спиратися на широкий спектр методів — від традиційних до інноваційних, включно з активними, програмованими та іншими технологіями, створеними викладачем відповідно до потреб конкретної ситуації [6].

Перш ніж аналізувати зміст та особливості професійної підготовки інженерів-педагогів, необхідно уточнити сутність самого поняття «професійна підготовка» та визначити його співвідношення з поняттям «професійна освіта».

Термін «професійна підготовка» давно і міцно закріпився в педагогічній науці та практиці. Професійна (професійно-технічна) освіта, відповідно до законодавства України, є складовою національної системи освіти та охоплює комплекс педагогічних і управлінсько-організаційних заходів, спрямованих на формування в громадян знань, умінь і навичок у вибраній сфері діяльності. Її метою є розвиток професійної компетентності, становлення професіоналізму, формування загальної й професійної культури. Здобуття такої освіти здійснюється у закладах професійної (професійно-технічної) освіти [7].

Професійне (професійно-технічне) навчання виступає складовою професійної освіти та орієнтоване на розвиток професійних компетентностей, необхідних для виконання роботи за певною професією. Воно забезпечує конкурентоспроможність фахівця на ринку праці, його мобільність та можливість професійного зростання протягом життя. Зміст професійної освіти охоплює також допрофесійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації [7].

У Законі України «Про вищу освіту» [8] професійна підготовка трактується як процес здобуття кваліфікації за відповідним напрямом чи спеціальністю. Такий процес включає формування не лише знань та умінь, а й особистісних якостей, необхідних для виконання професійних функцій на високому рівні. У наукових джерелах, зокрема в «Педагогічному енциклопедичному словнику», підкреслюється, що професійна підготовка має забезпечити ефективне та швидке опанування знань і способів діяльності, які відповідають вимогам конкретної професії [9].

Отже, з позиції структури професійна підготовка є складовою частиною професійної освіти, яка безпосередньо формує прикладні знання, уміння, навички та професійно важливі якості фахівця. Якщо ж розглядати її як процес, то професійна підготовка виступає цілеспрямованим навчанням і вихованням майбутнього спеціаліста відповідно до вимог його майбутньої професійної діяльності.

Поняття «професійна підготовка» не є тотожним поняттю «професійна освіта». Професійна освіта охоплює ширший спектр завдань і результатів: це процес формування й розвитку особистості, що включає оволодіння знаннями, уміннями й навичками з певної спеціальності, а також розвиток загальноосвітнього рівня, професійної культури та світоглядної зрілості. Тобто професійна освіта передбачає цілісний освітній і виховний вплив, спрямований на становлення фахівця у вибраній сфері [10].

Професійна діяльність інженера-педагога має складну структуру і характеризується інтеграцією різних видів діяльності. На відміну від інших професій, вона об'єднує елементи педагогічної, інженерної та виробничої праці, що вимагає від фахівця одночасного володіння технічними знаннями й методиками викладання. Саме ця інтегративність визначає специфічний характер діяльності інженера-педагога [11].

Майбутня професійна практика інженера-педагога спрямована на поєднання інженерної підготовки з педагогічною майстерністю для формування кваліфікованих кадрів у технічних галузях. До основних сфер діяльності такого фахівця належать розробка і модернізація освітніх програм, організація та проведення лабораторних і практичних занять, створення навчально-методичних матеріалів. Інженери-педагоги працюють у закладах професійної та фахової передвищої освіти, університетах, у системі підготовки та підвищення кваліфікації кадрів на виробництві – там, де необхідно навчати здобувачів або персонал технічним компетентностям [12].

Фахова діяльність інженера-педагога охоплює кілька ключових напрямів.

Розроблення навчальних планів і програм.

Інженери-педагоги створюють та адаптують навчальні програми відповідно до сучасних технологічних тенденцій та виробничих потреб. Вони забезпечують відповідність змісту освіти сучасному рівню науки і техніки та враховують рівень підготовки різних категорій здобувачів, включно з виробничими слухачами.

Організація практичного навчання.

Одним із центральних аспектів є проведення лабораторних і практичних занять, під час яких здобувачі набувають реальних технічних умінь. Інженер-педагог забезпечує підготовку обладнання, організовує експериментальну діяльність, навчає працювати з технікою та допомагає застосовувати теоретичні знання у практичних ситуаціях.

Участь в інноваціях і дослідницькій діяльності.

Сучасні інженери-педагоги активно долучаються до наукових та експериментальних проєктів. Це дозволяє впроваджувати новітні технології у навчальний процес, модернізувати зміст освіти та постійно підвищувати її якість.

Розвиток soft skills: поряд із фаховими технічними компетентностями інженери-педагоги сприяють формуванню у здобувачів (слухачів) комунікаційних умінь, критичного та системного мислення, навичок роботи в команді й відповідального прийняття рішень. Ці універсальні навички є необхідними для успішної професійної діяльності в умовах динамічного технологічного середовища.

Методичне забезпечення навчального процесу: ще одним важливим напрямом роботи інженера-педагога є створення навчально-методичних матеріалів – конспектів, інструкцій, алгоритмів виконання робіт, презентацій, рекомендацій для проведення лабораторних і практичних занять. Якісне методичне забезпечення дозволяє адаптувати складні технічні теми до рівня здобувачів та забезпечує цілісність і системність навчання.

Сучасна інженерно-педагогічна освіта відіграє ключову роль у формуванні висококваліфікованих кадрів для промисловості та технічної галузі. Оскільки виробництво стрімко модернізується, а технології оновлюються, постійно зростає потреба у фахівцях, здатних не лише виконувати практичні роботи, а й навчати цьому інших. Саме інженери-педагоги забезпечують підготовку нового покоління спеціалістів, які володіють актуальними технічними знаннями, практичними навичками,

професійною культурою та етичними стандартами технічної діяльності. Таким чином, вони роблять вагомий внесок у розвиток технічної освіти, модернізацію виробничих процесів та формування інтелектуального потенціалу суспільства.

1.2 Загальна характеристика професійної діяльності випробувача

Посада фахівця: випробувач випробувальної лабораторії (ВЛ).

Освітній рівень фахівця – вища освіта, магістр.

Види та зміст професійної діяльності фахівця.

Виходячи з аналізу кваліфікаційних вимог даного фахівця, розкриємо сутність видів діяльності, функцій діяльності, етапів здійснення функцій, засобів діяльності та продукту діяльності випробувача випробувальної лабораторії (табл. 1.1), а також освітньо-кваліфікаційних вимог до нього (табл. 1.2), в узагальненому вигляді.

Ключові компетентності випробувача:

– професійні знання: випробувач повинен досконало знати стандарти, які регламентують діяльність лабораторій та проведення випробувань, зокрема:

- 1) EN ISO/IEC 17025 – загальні вимоги до компетентності випробувальних лабораторій;
- 2) ISO 9001 – принципи менеджменту якості;
- 3) методики випробувань, технічні регламенти та галузеві стандарти;
- 4) основи метрології, похибки вимірювань, принципи простежуваності;
- 5) правила експлуатації та калібрування засобів вимірювальної техніки;
- 6) алгоритми внутрішнього контролю якості та процедур оцінки відповідності;

– аналітичні навички:

- 1) здатність аналізувати експериментальні дані, виявляти закономірності та відхилення;

Таблиця 1.1 – Аналіз професійної діяльності випробувача

Види діяльності	Функції діяльності	Етапи здійснення функцій	Засоби діяльності	Продукт діяльності
1	2	3	4	5
1. Підготовча	Планування випробувань	1.1. Розробка графіку проведення випробувань. 1.2. Визначення мети, показників та методик випробувань. 1.3. Підготовка обладнання, інструментів та засобів вимірювання. 1.4. Перевірка придатності оснащення (калібрування, технічний стан).	Матеріальні: зразки продукції, випробувальне обладнання, вимірювальні прилади, нормативна документація, канцелярське приладдя. Нематеріальні: знання методик випробувань, стандартів, правил підготовки засобів вимірювальної техніки.	Графік випробувань, програма випробувань, готовність робочого місця та устаткування.
2. Технологічна	Проведення випробувань	2.1. Вивчення нормативної та методичної документації. 2.2. Проведення вимірювань згідно з методиками. 2.3. Спостереження за перебігом випробувань, фіксація результатів. 2.4. Оцінка відповідності фактичних характеристик нормативним вимогам. 2.5. Виявлення відхилень та причин їх виникнення. 2.6. Обробка результатів, оформлення первинних протоколів.	Матеріальні: засоби вимірювальної техніки, обладнання стендів, нормативні документи. Нематеріальні: уміння проводити вимірювання, аналізувати дані, застосовувати методики, уміння вести робочу документацію, уміння ідентифікувати джерела похибок.	Протоколи вимірювань, зафіксовані результати, виявлені відхилення, технічні записи.

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5
3. Організаційна	Дотримання правил проведення випробувань	<p>3.1. Дотримання правил внутрішнього розпорядку лабораторії.</p> <p>3.2. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці.</p> <p>3.3. Виконання норм експлуатації обладнання.</p> <p>3.4. Раціональне використання матеріалів та енергії під час випробувань.</p>	<p>Матеріальні: інструкції, правила ТБ, засоби індивідуального захисту, ресурси лабораторії.</p> <p>Нематеріальні: знання з охорони праці, правил експлуатації, професійної етики випробувача.</p>	Безпечні умови проведення випробувань; економне використання ресурсів; відповідність організаційним вимогам.
4. Контрольна	Моніторинг результатів і технічне оформлення документації	<p>4.1. Перевірка повноти та правильності виконання методик випробувань.</p> <p>4.2. Оцінка достовірності результатів і повторюваності вимірювань.</p> <p>4.3. Підготовка підсумкових протоколів.</p> <p>4.4. Фіксація спостережень, висновків і пропозицій.</p> <p>4.5. Подання рекомендацій щодо подальших дій (повторні випробування, коригувальні дії).</p>	<p>Матеріальні: нормативні документи, протоколи, робочі журнали.</p> <p>Нематеріальні: знання системи якості, уміння аналізувати результати, уміння робити висновки і оформляти технічні документи.</p>	Підсумковий протокол випробувань, підтвердження відповідності, висновки для замовника або керівництва.

- 2) уміння обробляти великі масиви числових результатів;
- 3) виявлення критичних точок у технологічних процесах випробувань;
- 4) розуміння причин появи похибок та невизначеностей;
- 5) уміння робити обґрунтовані технічні висновки;

– комунікаційні навички:

1) чітке пояснення вимог щодо відбору зразків, підготовки та умов випробувань;

2) ефективна взаємодія з персоналом підприємства або замовником;

3) уміння ставити уточнювальні запитання, збирати необхідні дані та технічні відомості;

4) ведення професійної робочої документації та протоколів;

– етичні якості:

1) об'єктивність, неупередженість під час фіксації результатів;

2) дотримання конфіденційності даних, комерційної таємниці та інформації замовника;

3) чесність та точність під час внесення записів у протоколи випробувань;

4) відповідальність за достовірність результатів.

Проблеми, з якими стикається випробувач:

– неповна, неточна або прострочена нормативна документація, що ускладнює застосування актуальних методик;

– недостатня якість або невідповідність зразків, які подаються на випробування;

– обмежений час для виконання складних випробувальних процедур, особливо коли є велика кількість замовлень;

– технічні несправності обладнання, необхідність калібрування та регулювання;

– ризик впливу суб'єктивних чинників (комерційний тиск, запити замовника на «потрібний результат»), що вимагає високої етичної стійкості.

На основі наведених компетентностей та типових проблем, можна стверджувати, що ключовими характеристиками особистості випробувача є:

- професійна спрямованість – орієнтація на якість, точність та достовірність вимірювань;
- професійна компетентність – сукупність знань, умінь і практичних навичок у сфері вимірювань, стандартів та лабораторної діяльності;
- професійно значущі риси особистості – уважність, відповідальність, самостійність, стресостійкість, послідовність у роботі, дисциплінованість, здатність до самоаналізу.

Для формування цих характеристик у майбутнього випробувача необхідно розвивати:

- професійну спрямованість і мотивацію;
- культуру праці та технологічну дисципліну;
- цілеспрямованість і вміння працювати в умовах обмеженого часу;
- особисту ініціативу, саморозвиток та відповідальність;
- здатність аналізувати власні дії та усувати помилки;
- готовність працювати зі складною технікою та сучасними методиками.

1.3 Кваліфікаційні вимоги до випробувача

Кваліфікаційні вимоги, що висуваються до будь-якого фахівця, формуються на основі функціональної структури його професійної діяльності та відображають систему знань, умінь і навичок, якими має володіти спеціаліст у процесі професійної підготовки. Для випробувача особливо важливою є відповідність його особистісно-професійних якостей встановленим кваліфікаційним характеристикам. Сутність та зміст цих вимог, згідно з довідником кваліфікаційних характеристик професії «Випробувач», представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кваліфікаційні вимоги до випробувача

Ключові компетентності	Повинен уміти
<p>Професійні знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – стандартів діяльності лабораторій: EN ISO/IEC 17025, вимоги технічної компетентності та управління якістю; – основ ISO 9001, принципів менеджменту якості та процесного підходу; – методик випробувань, технічних регламентів, ДСТУ, галузевих стандартів; – метрології: види похибок, простежуваність вимірювань, калібрування ЗВТ; – організації та управління лабораторними процесами; – вимог безпеки, охорони праці й правил експлуатації обладнання; – основ внутрішнього контролю якості результатів вимірювань. <p>Аналітичні навички</p> <ul style="list-style-type: none"> – аналіз великого обсягу даних, спостережень і вимірювань; – уміння систематизувати результати, виявляти критичні точки і відхилення; – здатність встановлювати причини невідповідностей та похибок; – навички математичної та статистичної обробки результатів; –* уміння формувати технічно обґрунтовані висновки. <p>Комунікаційні навички</p> <ul style="list-style-type: none"> – ефективна взаємодія з персоналом лабораторії, виробничими працівниками та замовником; – уміння чітко формулювати вимоги до зразків, умов випробувань та критеріїв оцінки; – ведення робочої документації, протоколів і технічних звітів; – здатність пояснювати необхідність дотримання вимог стандартів та методик. <p>Етичні якості</p> <ul style="list-style-type: none"> – об'єктивність, неупередженість та незалежність технічних висновків; – дотримання конфіденційності результатів випробувань; – відповідальність за достовірність і точність отриманих даних; – професійна дисципліна, чесність та точність у фіксації результатів. 	<p>Професійні вміння</p> <ul style="list-style-type: none"> – розуміти та застосовувати стандарти якості і вимоги EN ISO/IEC 17025; – виконувати різні типи випробувань згідно з методиками; – проводити технічну оцінку відповідності результатів вимірювань нормативним вимогам; – управляти ризиками у випробувальному процесі (ризики для точності, безпеки, цілісності результатів); – працювати з великою кількістю технічної, нормативної та методичної документації; – використовувати діаграми, схеми, графіки для аналізу та візуалізації результатів випробувань; – застосовувати інструменти контролю якості вимірювань (контрольні карти, дублювання вимірювань, еталонні зразки). <p>Документування та організація роботи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вести записи та протоколи відповідно до вимог стандартів; – організовувати власну діяльність, оптимізувати час на проведення випробувань; – готувати технічні звіти, протоколи та висновки. <p>Комунікація та взаємодія:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ефективно взаємодіяти з персоналом лабораторії, виробничими дільницями та керівництвом; – проводити опитування, уточнення технічної інформації та збір доказів для оцінки відповідності; – вміти доступно пояснити важливість дотримання методик та стандартів. <p>Професійна поведінка:</p> <ul style="list-style-type: none"> – приймати рішення на основі фактів та отриманих даних; – працювати в умовах часових обмежень або підвищеного навантаження; – мотивувати персонал до дотримання стандартів та забезпечення якості; – за необхідності проводити інструктажі, міні-лекції чи навчання з питань якості та правил випробувань.

1.4 Постановка задач дослідження

Інженерна педагогіка постає як самостійна галузь наукового знання, що на перетині технічних наук, технологій та педагогіки забезпечує цілеспрямований вплив на розвиток особистості здобувача освіти та створює умови для формування всебічно підготовленого інженера-професіонала [1]. Сучасна парадигма освіти, орієнтована на компетентнісний підхід та індивідуалізацію навчання, зумовлює потребу у спеціальній підготовці викладацьких кадрів нового типу — таких, що інтегрують технічні, технологічні та гуманітарні знання, володіють розвиненими педагогічними, психологічними та методичними компетентностями й здатні ефективно організувати навчання в технічній сфері.

У цьому контексті інженерно-педагогічна діяльність передбачає складну системну взаємодію між науковими підходами технічного профілю та педагогічними технологіями. Очевидно, що підготовка таких фахівців потребує подальшого розвитку як методологічних засад, так і теоретичних основ інженерної педагогіки. Поглиблення наукових досліджень у цій сфері дозволить удосконалити структуру професійної підготовки, адаптувати зміст навчання до сучасних технологічних викликів, а також забезпечити підвищення якості підготовки кадрів, здатних працювати у високотехнологічному виробничому середовищі.

Метою дослідження є ефективне формування професійних компетентностей здобувачів освіти у сфері метрологічного забезпечення випробувань, зокрема розробки нових методів випробувань за рахунок розробляння та впровадження удосконаленої методики викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань». Для досягнення поставленої мети визначені основні задачі дослідження:

– проаналізувати існуючі підходи до інженерно-педагогічної освіти, визначити вимоги кваліфікаційних характеристик випробувача;

- проаналізувати нормативно-технічне забезпечення випробувань машин;
- синтезувати методіку розроблення методів випробувань;
- розробити дидактичний проект за темою «Основи розроблення методів випробувань».

2 НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ МАШИН

Ретельний аналіз метрологічного та нормативного забезпечення методів випробувань проведено в роботі [13].

Усі методи випробувань, якими користуються випробувальні лабораторії сільськогосподарської техніки, є стандартизованими, валідованими, а їх ефективність підтверджена багаторічною практикою застосування [14]. Важливо підкреслити, що близько трьох чвертей показників при проведенні випробувань вимірюються прямими методами [14], тобто без виконання додаткових розрахунків. Це є суттєвою перевагою, оскільки саме прямі вимірювання дозволяють забезпечити необхідну точність результатів. Крім того, методики випробувань передбачають проведення серій спостережень: переважно трьох, а подекуди й п'яти. Такий підхід сприяє повнішому виявленню джерел невизначеності та суттєво спрощує процедуру її оцінювання, оскільки розрахунки у більшості випадків не потребують складних математичних операцій.

Водночас ситуацію істотно ускладнює перехід від традиційного поняття «похибка вимірювання» до міжнародно прийнятного підходу, що базується на невизначеності вимірювань, а також обов'язкове впровадження процедури калібрування засобів вимірювальної техніки [15, 16]. У чинних методах випробувань, що внесені до сфер акредитації лабораторій, містяться лише вимоги щодо допустимих похибок вимірювань конкретних параметрів. Натомість інформація щодо невизначеності, її граничних значень або методів її оцінювання відсутня. За таких умов проведення коректної процедури оцінювання точності вимірювань за показником невизначеності стає надзвичайно ускладненим або навіть неможливим.

Крім того, окремі методи випробувань потребують застосування складної процедури вимірювань, громіздкого випробувального устаткування, складної процедури реалізації зовнішнього впливаючого фактора. Пряме

застосування міжнародних стандартів не завжди є ефективним, оскільки вимагає значних зусиль від вітчизняних випробувальних лабораторій в плані переоснащення матеріально-технічної бази і навчання персоналу. Використовування стандартизованих методів випробувань не сприяє розвитку науково-технічного прогресу. Це пов'язано з тим, що стандарт, як філософська категорія, відображає вимогу суспільства в даний конкретний момент часу.

У той же час, у відомих публікаціях робиться наголос на ту обставину, що при випробуваннях мобільних машин (якими є трактори та машинотракторні агрегати), об'єкт випробувань повинен бути повністю спостережним. Тобто, кожній ступені його свободи повинна відповідати вимірювальна вісь давача [17]–[19]. Інакше модель вимірювання буде неповною, а їх результати не будуть адекватно характеризувати стан об'єкту і ступінь довіри до таких результатів буде низькою.

У роботі [20] розглянуто питання досягнення співставності та взаємного визнання результатів випробувань, що ґрунтується на забезпеченні їх єдності. Автором обґрунтовано підходи до вибору уніфікованих показників точності результатів випробувань та форм їх подання, що є важливим елементом гармонізації методології випробувань.

У публікаціях [21], [22] представлено концепцію забезпечення довіри до результатів вимірювань, розроблену на основі системного підходу. Попри високу теоретичну цінність, ці роботи виконують здебільшого фундаментальну роль, а їх практичне впровадження у діяльність випробувальних лабораторій ускладнене через високий рівень узагальнення та відсутність прикладних алгоритмів.

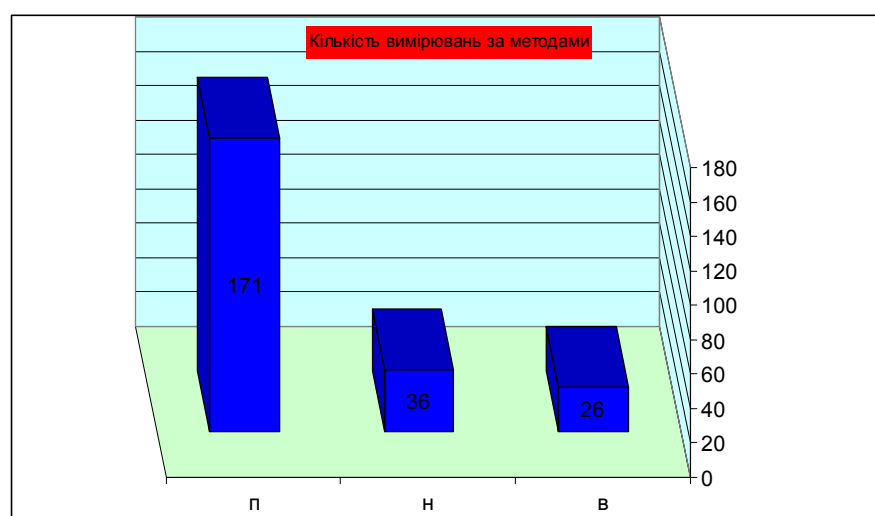
Вибірковий аналіз сфер акредитації випробувальних лабораторій за видами випробувань і вимірювань свідчить про таке.

Узагальнено, лабораторії здійснюють вимірювання показників за 200 пунктами нормативних документів, тоді як загальна кількість самих

нормативних документів становить 110 одиниць. Під час випробувань застосовуються різні категорії стандартів, а саме:

- національні стандарти (ДСТУ);
- міжнародні стандарти, прийняті як національні;
- галузеві стандарти, розроблені та затверджені до впровадження сучасної системи технічного регулювання [23].

Розподіл показників, вимірювання яких проводиться у ВЛ, за методами вимірювання і видами фізичних величин (рис. 2.1, рис. 2.2)



п – прями вимірювання; н – непрямі вимірювання;
в – візуальне оцінювання

Рисунок 2.1 – Розподіл вимірювань за методами

У профільних випробувальних лабораторіях є достатньо інформації про технологічні процеси випробувань, закономірності технічного розвитку продукції, випробування якої вона проводить. Тому вона (лабораторія) може пропонувати кожному замовнику свої підходи до оцінювання якості продукції: які показники необхідно вимірювати, з якою точністю, яка буде достовірність і адекватність отриманих результатів. Відповідно, лабораторія захищає свої підходи як перед Національним агентством акредитації України, так і перед ринком замовників її послуг. Лише постійне удосконалення методів та засобів випробувань дозволить підвищити

адекватність, точність та достовірність вимірювання параметрів та забезпечити якість продукції і, як наслідок, задовольнити вимоги споживачів різного рівня (держава, виробник, користувач, тощо).

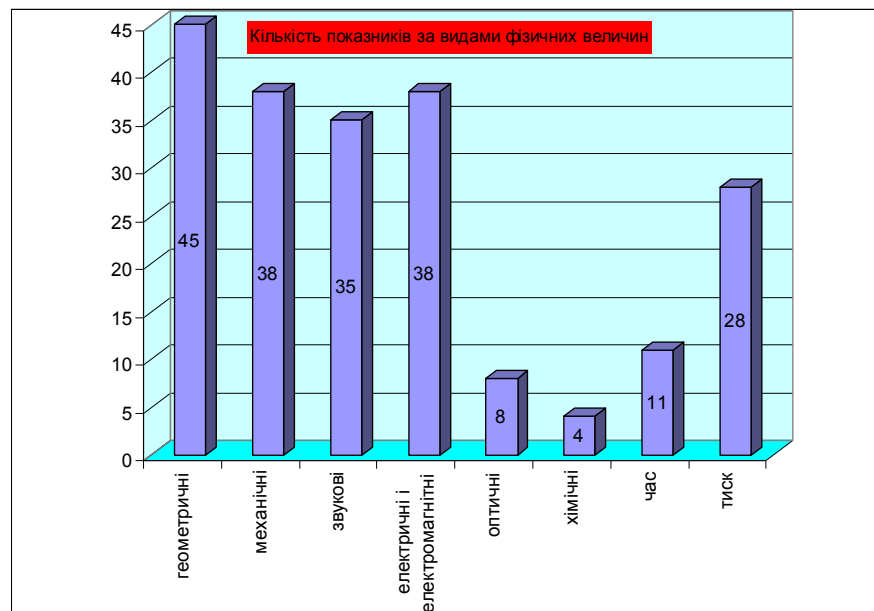


Рисунок 2.2 – Розподіл показників за видами фізичних величин

Вимірювання є невід'ємним елементом в переважній більшості випробувань. При цьому достовірність рішень, прийнятих на основі результатів вимірювань, залежить від точності останніх. Підвищення точності метрологічних робіт в умовах ринкової економіки є не стільки технічним, скільки матеріальним фактором. Крім того, точність вимірювань найчастіше визначає рівень матеріальних витрат в виробничих і невиробничих сферах. Саме тому підвищення точності вимірювань є однією з найважливіших проблем сучасної метрології.

Підвищення точності вимірювань є однією з найважливіших проблем сучасної метрології. Один з шляхів вирішення цієї проблеми – удосконалення методів оброблення і оцінювання точності результатів вимірювань. Прийняття Україною документу ДСТУ-Н РМГ 43 [24], введення в дію ДСТУ ISO/IEC 17025:2017 [25], а також підписання Угоди про взаємне визнання (MRA) національних еталонів одиниць і протоколів калібрування і

вимірювань, що видаються національними метрологічними інститутами, стало початком законодавчому використанню підходу невизначеності (ПН) на території України.

На сьогоднішній день в метрології існують два підходи до оцінювання точності вимірювань: класичний підхід на основі похибки і підхід на основі невизначеності.

В основі класичного підходу лежить поняття істинного значення вимірюваної величини [21]. Підхід на основі невизначеності опирається на результат вимірювання. В цьому сенсі відмінність між похибкою і невизначеністю вимірювань, зводиться до відмінності систем координат, щодо яких розглядають істинне значення вимірюваної величини і результат вимірювання.

Найбільш повним документом в цій сфері на сьогоднішній день є «Керівництво по вираженню невизначеності вимірювань» (GUM) [21]. Створення GUM було продиктовано гострою практичною необхідністю. Одним з приводів його розробки послужило невідповідність метрологічних характеристик однорідних еталонів різних країн при міжнародних звіреннях.

При розгляді похибки вимірювань Δ , систему координат прив'язують до істинного значення вимірюваної величини, спостерігаючи розсіювання результату вимірювань.

В цьому випадку вимірювана величина є перемінною і варіація результату вимірювання дорівнює варіації похибки.

Термінологічна основа підходу по невизначеності істотно більш певна і лаконічна. Крім того, класифікація характеристик точності не за характером мінливості (випадкова і систематична), а по способу їх оцінювання (А і В), набагато природніше, оскільки позбавляє від плутанини при оцінюванні випадкової похибки одноразових вимірювань.

Рівняння точності в класичному підході засноване на методі лінеаризації, а в підході за невизначеністю – на законі поширення невизначеності. Обидва рівняння представляють собою перший член в розкладанні в ряд Тейлора

модельного рівняння (рівняння вимірювання). Відмінність в рівняннях точності спостерігається під час врахування вищих членів розкладання при істотно нелінійних моделях.

В табл. 2.1 наведено результати аналізування і порівняння підходів до оцінювання точності [21], [22].

Таблиця 2.1 – Порівняльний аналіз двох підходів до оцінювання точності [21], [22]

	Класичний підхід	Підхід невизначеності
Постулати	а) існує істинне значення вимірюваної величини y_0 ; б) істинне значення визначити неможливо; в) істинне значення – величина не випадкова	результат вимірювання y – величина не випадкова.
Характеристики точності	якісні	
	точність: істинність (правильність); прецизійність	невизначеність
	кількісні	
	невизначувані	
	похибка $\Delta = y - y_0$; систематична похибка $\Delta = y - y_0$	стандартна невизначеність типу А.
	Визначаються випадкова похибка: оцінка стандартного відхилення; довірчі межі; невиключена систематична похибка (НСП): межі НСП; СКВ НСП; сумарна похибка: СКВ сумарної похибки; довірчі межі сумарної похибки	стандартна невизначеність типу В. сумарна стандартна невизначеність (невизначеність вихідної величини) розширена невизначеність
Рівняння точності	метод лінеаризації	закон поширення невизначеності
Підсумовування складових	різними способами для різних видів вимірювань	єдине правило сумування дисперсій і коваріацій
Інтервальна оцінка	в залежності від способу сумування складових	добуток сумарної невизначеності на коефіцієнт охоплення

Аналіз літературного джерела [22] показує, що в даний час перспективним з точки зору застосування є метод оцінювання невизначеності

– метод моделювання. Він є найбільш розробленим. Метод полягає у встановленні моделі вимірювань, яка пов'язує величину, що вимірюється з величинами, що впливають на їх точність, розрахунку стандартної невизначеності кожної величини, що впливає і оцінки, з урахуванням коефіцієнтів чутливості, стандартної невизначеності вимірюваної величини. При використанні цього методу передбачається, що поправки на значущі систематичні ефекти включені в модель. Застосування закону поширення невизначеності дає можливість оцінити сумарну невизначеність, пов'язану з результатом. Підхід залежить від часткових похідних для кожної впливаючої величини, отже, залежить від виду функціональної залежності результату або, якщо формою є алгоритм, від чисельного диференціювання.

При проведенні випробувань і оцінюванні їх точності не менш важливим є питання оцінювання адекватності результатів випробувань, тобто оцінювання співпадіння результатів досліджень, що отримані різними методами. Особливо ці питання є актуальними при розробці нових методів випробувань, коли випробувальна лабораторія володіє лише теоретичними основами проведення випробування і наявним випробувальним устаткуванням. Інакше кажучи, актуальним є питання становлення наскільки експериментальний розподіл даних відповідає теоретичному. Розв'язання указаних задач базується на основних положеннях теорії ймовірності і математичної статистики.

Питанню дослідження збігу теоретичних і експериментальних розподілів присвячено значна кількість робіт, як фундаментальних посібників з теорії ймовірності та теорії експерименту [26]–[28], так і публікації з вирішення окремих приватних задач, наприклад [29]. Проте, слід відмітити, що до сьогодення у відомій літературі немає єдиного підходу до термінів і визначень з цього питання. У зв'язку з цим виникають розбіжності у трактуванні окремих понять.

Детальний аналіз показників і критеріїв для встановлення відповідності теоретичного розподілу експериментальному здійснено у роботі [27].

У роботі [30] запропоновано універсальну функцію густини ймовірності. Проте вона є досить складною практичного застосування.

Кожний із розглянутих критеріїв має свою сферу застосування. Проте, в якості спільного недоліку можна виділити те, що вони потребують необхідності наявності великої вибірки (від 50, а в окремих випадках від 300 спостережень). Існуючі критерії не в повній мірі дають відповідь на питання щодо того, на скільки у кількісному виді співпадають теоретичні і експериментальні дані. Також до недоліку можна віднести те, що існуючі критерії враховують метрологічні характеристики вимірювань інтегрально, тобто при оцінюванні збігу розподілів окремо не розглядається невизначеність або похибка з якою проводяться вимірювання.

В останні роки з'явилися ряд публікацій направлених на дослідження питання спостережності об'єктів випробувань при динамічних випробуваннях [17]–[19].

А саме, для отримання достовірної (повної) інформації про рухомий об'єкт при динамічних випробуваннях необхідно, щоб кількість вимірювальних осей встановлених на нього давачів відповідала кількості усіх можливих незалежних переміщень, тобто числу степеней рухливості об'єкту. Співвідношення між дійсною кількістю вимірювальних осей акселерометрів і кількістю степеней рухливості механічної системи характеризує спостережність об'єкту і можливість управління ним. Спостереження кінематичних параметрів за усіма координатами, що характеризують можливі переміщення, роблять об'єкт повністю спостережуваним.

Пропоновано [17] оцінку рівня спостережності об'єкту випробувань проводити за показником – коефіцієнту спостережності, який рівняється відношенню сумарного числа недубльованих вимірювальних осей N_1 акселерометрів, встановлених на об'єкті, до числа його степеней рухливості H :

$$K_H = \frac{N_1}{H}. \quad (2.1)$$

За $K_H < 1$ об'єкт не є повністю спостережуваним, за $K_H = 1$ – повністю спостережуваний.

Для можливості реалізації запропонованого методу оцінювання спостережності об'єкту випробувань можна використовувати вимірювальну систему [31], [32]. Принцип дії указаних вимірювальних систем базується на вимірюванні прискорення (основний показник) об'єкту випробувань і подальшої обробки результатів вимірювання із застосуванням результатів спостережень додаткових показників (час, швидкість, координати GPS, тощо). Кожна із вимірювальних систем, що аналізувались має як переваги, так і недоліки.

Сигнальна реєстраційно-вимірювальна система [31], що складається з двох акселерометрів і інформаційно-програмного комплексу забезпечує спостережність об'єкту випробувань, але має обмежену сферу застосування, а саме, гальмівні випробування.

Найбільш достовірною вимірювальною системою є [32]. Вимірювання параметрів руху, здійснюється вимірювальною системою в якій для вимірювання параметрів руху, в тому числі і швидкості руху, використовують два трикоординатні давачі лінійного прискорення. Інформація про параметри руху транспортного засобу одержується шляхом математичної обробки сигналів з давачів прискорень. Інформація про швидкість руху об'єкту випробувань одержується шляхом математичної обробки без застосування інтегрування сигналів з давачів прискорень. Однак така вимірювальна система теж має недоліки, а саме на результат вимірювання значно впливають подовжній і поперечний ухили поверхні, якою рухається об'єкту випробувань, що вимагає застосування складних методів коригування похибки вимірювання і застосування додаткових

технічних засобів. Необхідність їх застосування підвищує трудові і матеріальні затрати.

Для підвищення точності вимірювання параметрів руху тракторів і машино тракторних агрегатів авторами в роботі [33] запропоновано, на основі сучасних досягнень науки і техніки, вимірювальний комплекс моніторингу буксування і швидкості машинно-тракторних агрегатів. У порівнянні з існуючими, цей комплекс має ряд переваг. А саме, підвищено універсальність і автономність, за рахунок можливості проведення моніторингу буксування в режимі реального часу та інформування оператора машинно-тракторного агрегату про буксування і абсолютну швидкість для оптимізації режиму руху агрегату і зменшено похибку вимірювання буксування і швидкості машино-тракторного агрегату при випробуваннях та в умовах експлуатації шляхом зміни складу інформаційного обладнання і спрощення непрямих вимірювань.

Поставлена задача вирішена тим, що комбінований вимірювальний комплекс моніторингу буксування і швидкості машино-тракторного агрегату, що включає систему збору і оброблення даних, дозволяє провести оцінювання зміни коефіцієнту буксування і дійсної швидкості руху машино-тракторного агрегату в режимі реального часу і підвищити точність вимірювань. Це досягається за рахунок використання комбінації безконтактного і контактного вимірювачів швидкості на основі когерентного радару міліметрового діапазону і давача Холу, сигнал яких після синхронізації і оброблення в цифровому блоці виводиться на дисплей в кабіні машино-тракторного агрегату. Сфера застосування [33] може бути, крім випробувань, в системах автоматичного контролювання енергетичних показників машинно-тракторних агрегатів

З огляду на те, що змінюється парадигма організації і проведення випробувань, актуальним стає питання пошуку нових методів випробувань, перспективним, з точки зору застосування в практиці випробувань є метод парціальних прискорень [34]. Цей метод засновано на зворотному переході

від вектору суми сил в просторі до векторної суми прискорень в просторі. В основі методу лежить принцип «суперпозицій» в механіці. Метод парціальних прискорень зручний при проведенні експериментальних досліджень. Цей метод знайшов своє широке застосування при дослідженні мобільних машин, машино-тракторних агрегатів та сільськогосподарських машин.

Суть методу парціальних прискорень заключається у прямому вимірюванні прискорень (сповільнень) машини і послідуєчій обробки результатів вимірювання. Методики випробувань за кожним із способів застосування методу є індивідуальними. Тому актуальними залишаються питання оцінювання придатності таких методик.

Висновки до розділу 2

Проведений аналіз нормативного та метрологічного забезпечення свідчить, що значна частина чинних методів випробувань ґрунтується на застарілих стандартах, розроблених ще у радянський період, що вже не відповідають сучасним вимогам технічного регулювання, метрології та міжнародної практики. Перехід до моделі оцінювання результатів вимірювань за показником невизначеності, впровадження обов'язкового калібрування засобів вимірювальної техніки, а також необхідність забезпечення простежуваності, відтворюваності та взаємного визнання результатів випробувань ставлять перед лабораторіями принципово нові вимоги.

У цих умовах розробка нових, науково обґрунтованих методів випробувань є об'єктивною потребою, оскільки дозволяє:

- забезпечити відповідність сучасним європейським та міжнародним стандартам;
- підвищити точність, достовірність та порівнюваність результатів;

- адаптувати процедури випробувань до новітніх технологій і сучасного вимірювального обладнання;
- гарантувати довіру до результатів з боку виробників, споживачів та органів технічного регулювання;
- сформувати основу для інноваційного розвитку галузевих випробувальних центрів.

Отже, оновлення та удосконалення методів випробувань є критично необхідним кроком, спрямованим на підвищення якості, конкурентоспроможності та міжнародної інтеграції вітчизняних систем випробувань і сертифікації.

3 МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ

Під час створення нових методів випробувань необхідно розв'язувати комплекс різнопланових завдань, що передбачають оперативний аналіз отриманої інформації та формування керувальних дій, які забезпечують ухвалення відповідних рішень. Реалізувати такі завдання можливо лише за умови застосування системного підходу у поєднанні з адаптивним управлінням, яке дозволяє враховувати конкретні умови проведення досліджень. У такому контексті адаптація означає вибір найкращого рішення при обмеженій початковій інформації, а адаптивні алгоритми забезпечують можливість коригування раніше прийнятих рішень у міру надходження нових даних.

Процес формування та ухвалення рішень під час розробки інноваційних методів випробувань є складною, слабо формалізованою задачею, яка нерідко потребує створення унікального алгоритму вирішення для конкретної ситуації. Це зумовлено тим, що такі задачі часто характеризуються нестачею, мінливістю та неповнотою вхідної інформації.

Складність також пов'язана з тим, що формалізувати процеси розробки важко через брак необхідних даних або через відсутність апріорних знань щодо закономірностей перебігу відповідних процесів, які можуть бути надто складними. Унаслідок цього побудова точних аналітичних моделей, що враховують усі релевантні фактори, стає практично неможливою.

Методологічна основа створення нових методів випробувань спирається на поєднання елементів системного та процесного підходів. Це сприяє вибудові ефективної стратегії дослідження об'єкта, аналізу його взаємозв'язків та формуванню адекватної моделі методу випробувань. Результативність розробленого методу визначається тим, наскільки вдало обрано комплекс концепцій та встановлено їх взаємозв'язки, що й забезпечує успішне розв'язання поставлених завдань та досягнення кінцевої мети.

Методологію синтезу нових методів випробувань, у загальному виді, показано на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Методологія синтезу нових методів випробувань

Для опису методів випробувань як математичний інструментарій доцільно застосовувати нечітке когнітивне моделювання. Воно дозволяє формалізувати фактори, що важко піддаються числовій оцінці, працювати з неповною, нечіткою чи суперечливою інформацією, тобто забезпечує можливість досліджень за умов невизначеності та ризику.

Головна мета випробувань полягає в отриманні надійних даних про властивості об'єкта та його поведінку під дією різних зовнішніх впливів. Ця мета визначається на етапі постановки задачі.

Після цього, у процесі абстрактного аналізу, формується уявлення про те, що саме та яким чином буде досліджуватися. На цьому етапі визначаються ключові характеристики об'єкта, попередній перелік можливих показників, а також обирається пріоритетний напрям подальших досліджень. Отримана інформація стає основою для майбутньої формалізації.

Наступним кроком є створення моделі майбутнього методу — логічної, схематичної чи математичної. Конкретний тип моделі обирається відповідно до сформованого концептуального образу. У деяких випадках комбінують кілька типів моделей, наприклад логічну з математичною або схематичну з математичною.

Процес моделювання є трудомістким та охоплює кілька взаємопов'язаних етапів: розроблення та обґрунтування математичної моделі й схеми випробувань, підготовку методики проведення випробувань, вибір або створення випробувального обладнання тощо.

Математичний опис моделі включає визначення якісних і кількісних показників, встановлення взаємозв'язків між станом об'єкта та значеннями цих показників, а також побудову схеми вимірювання. Математичне моделювання дає змогу оцінити орієнтовні величини параметрів, які будуть визначатися під час випробувань.

На основі моделювання формуються вимоги до випробувального устаткування, за потреби — проводиться його класифікація. Обладнання може бути обране з наявного з подальшою модернізацією для підвищення спостережності або спроектоване заново. Далі виконуються попередні розрахунки похибок та невизначеності, а також визначається кількість необхідних вимірювань. Отримавши дані про реальні значення похибок і невизначеності, коригують математичну модель.

Методика випробувань визначає обґрунтовану послідовність дій, вимоги до умов проведення випробувань та кваліфікації персоналу.

Після розроблення моделі переходять до експериментальної перевірки можливості практичної реалізації методу. Для цього обирають об'єкт

випробувань із підтвердженою якістю за допомогою існуючих стандартних методів. На цьому етапі визначаються характеристики правильності та прецизійності методу. За результатами аналізу отриманих даних ухвалюється одне з двох рішень:

- метод можна використовувати, якщо точність, невизначеність і спостережність відповідають заданим вимогам;
- метод потребує доопрацювання, що може передбачати зміну обладнання, коригування методики тощо.

У разі підтвердження придатності методу проводиться нормування показників, встановлюється метрологічний допуск, після чого метод стандартизується та визначаються його показники придатності з урахуванням отриманих фактичних даних.

Під час розроблення нового методу випробувань виконавець на кожному етапі стикається з необхідністю ухвалення рішень. Ефективним інструментом для цього є нечіткі когнітивні моделі, які враховують, що взаємний вплив факторів, зумовлений різними причинно-наслідковими зв'язками, може відрізнятись за силою та змінюватись з часом. У межах такого підходу використовують поняття нечіткої когнітивної карти. Застосування цих моделей дає можливість автоматизувати вирішення низки погано формалізованих завдань, що виникають на різних стадіях прийняття керівного рішення.

Загалом процес прийняття рішення щодо нового методу випробувань охоплює чотири основні етапи:

- аналіз проблеми (формулювання задачі та визначення характеристик, які необхідно отримати);
- постановку мети та визначення завдань (обґрунтування математичної моделі, розроблення методики, вибір або розробка випробувального обладнання, визначення критеріїв оцінювання, зокрема точності, достовірності та адекватності);
- формування та оцінювання множини альтернатив (розгляд можливих

рішень та визначення ефективності кожного з них);

– ухвалення остаточного рішення (формування керувальної дії).

Кожен з цих етапів поділяється на низку підетапів, що являють собою окремі задачі. Частина задач розв'язується з використанням припущень чи неповних міркувань, які закладаються у модель випробування. На цьому ж етапі формуються обмеження щодо застосування методу. Додаткові труднощі виникають під час експериментальних досліджень через вплив суб'єктивних факторів – виконавця, властивостей об'єкта та умов проведення випробувань. Це вимагає врахування статистичних даних та прийняття рішення щодо можливості поширення отриманих результатів як таких, що відповідають визначеним вимогам.

Нечітка когнітивна карта, яка описує процес розроблення методу випробувань, являє собою причинно-наслідкову мережу, що відображає рівень придатності методу. Формальний запис такої карти... (можеш продовжити, якщо потрібен наступний абзац).

$$Y = \langle R, U \rangle, \quad (3.1)$$

де $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ – множина об'єктів моделі (концепти);

$U = \{1; 0\}$ – бінарне відношення на множині R , що задає зв'язки між об'єктами.

Об'єкти r характеризують як кількісні показники (похибка, невизначеність, тощо), так і якісні (умови випробувань, тощо). Нечітка когнітивна карта будується на інформації, якою володіє особа, що розробляє метод випробувань.

На множині концептів R можна виділити множину вхідних впливів $A = \{a_1, a_2, \dots, a_k\}$, множину вихідних впливів $V = \{v_1, v_2, \dots, v_p\}$, проміжні концепти $E = \{e_1, e_2, \dots, e_z\}$, множину зв'язків між концептами $U = \{u(r_i, r_j)\}$. Як зазначалось вище, зв'язки між концептами бінарного типу. Кожному

зв'язку ставиться у відповідність нечітке правило з термами, які є лінгвістичними перемінними стану концепту.

Таким чином, інформаційну модель розробки нових методів випробувань можна представити універсальною алгеброю:

$$H = \langle Q, T, O, P, S, D, F \rangle, \quad (3.2)$$

де Q – множина з описом математичних моделей методу випробувань;

T – множина критеріїв для визначення достатності похибки (невизначеності) вимірювання;

O – множина з описом варіантів умов випробувань;

P – множина критеріїв для визначення достатності кількості спостережень (вимірювань);

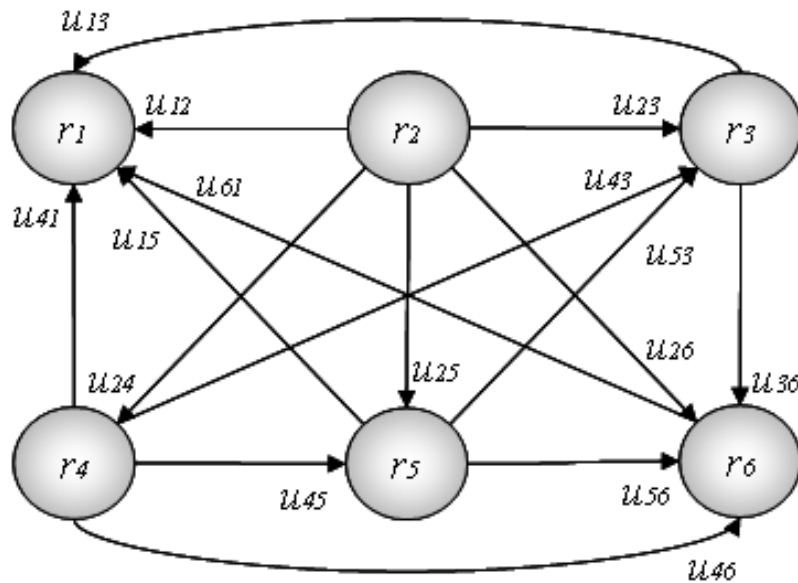
S – множина правил, за якими приймаються рішення;

D – множина показників придатності методу;

F – множина параметрів зовнішнього впливаючого фактору.

Нечітку когнітивну карту зручно представити у виді зваженого орієнтованого графа, вершини якого (концепти) відповідають об'єктам множини R , а дуги – причинно-наслідковим зв'язкам. Кожна дуга має вагу, що задається відповідним нормованим показником інтенсивності впливу u_{ij} (рис. 3.2).

Кінцевим результатом (прийнятим рішенням) є значення показників придатності методу і їх відповідність встановленим вимогам. На показники придатності будуть впливати, узагальнено, два фактори: методика випробувань з відповідними умовами, значеннями похибки і невизначеності вимірювання та математична модель випробувань, що характеризує адекватність методу реальним умовам. Математична модель випробувань буде впливати на рішення стосовно вибору методики випробувань. В свою чергу, методика випробувань буде впливати на кількість спостережень і, відповідно, похибку і невизначеність вимірювання.



r_1 – показники придатності; r_2 – математична модель;
 r_3 – показники похибки і невизначеності; r_4 – методика випробувань;
 r_5 – умови проведення випробувань; r_6 – кількість спостережень
 (вимірювань)

Рисунок 3.2 – Зважений орієнтований граф управління процесом розробки методу випробувань

Висновки за розділом 3

1. Запропонована концепція розробки методів випробувань, яка передбачає формування нового адаптивного простору метрологічного забезпечення випробувань, та надає ВЛ право формулювати завдання на калібрування своїх засобів вимірювальної техніки в залежності від режимів зовнішнього впливаючого фактору, що застосовується при випробуваннях.

2. Застосування розробленої концепції сприяє вирішенню питань запровадження випробувань на основі реальних науково-технічних досягнень, формування нового рівня взаємовідносин між замовником та виконавцями випробувань направлених на розробку рекомендацій з покращення якості продукції.

4 ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЕКТ ЗА ТЕМОЮ «ОСНОВИ РОЗРОБЛЯННЯ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ»

4.1 Постановка оперативних цілей вивчення теми

Оперативними цілями називають завдання, які ставляться на час вивчення конкретного розділу, теми або заняття з певної дисципліни. Вони відображаються у логічній структурі навчального плану та конспекті матеріалу теми. Оперативні цілі освоєння теми «Основи розробки нових методів випробувань» можуть бути сформовані відповідно до рівнів засвоєння знань за таксономією Блума, починаючи від базового розуміння і завершуючи практичним застосуванням та аналізом [35].

Для ефективного засвоєння теми «Основи розробки методів випробувань» рекомендується використовувати такі джерела інформації:

1. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2004. 291 с.
2. Кошева Л. О. Забезпечення єдності випробувань. Концептуальні основи. Монографія. Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. 176 с.

4.2 Конструювання дидактичних матеріалів з теми

Для того, щоб якісно здійснити навчання випробувача за темою «Основи розробляння методів випробувань» потрібно розробити дидактичні матеріали з цієї теми такі як: логіко-семантична структура та план-конспект лекції з цієї теми (рис. 4.1).

Для організації навчального процесу викладач професійного навчання може діяти за таким планом.

1. Виявлення змістових елементів теми та встановлення типів зв'язків між ними. Це передбачає побудову логіко-семантичної структури

Таблиця 4.1 – Оперативні цілі навчання з теми «Основи розроблення методів випробувань» за рівнями засвоєння

№ рівня засвоєння	Цілі навчання, виражені у вигляді переліку дій тих, хто навчається	Еталони	Умови	Результат	Критерії оцінки
1	2	3	4	5	6
1 – Рівень знання (пригадування)	Описати основні етапи розробки нових методів випробувань. Навести приклади сучасних методів випробувань. Визначити ключові терміни та поняття: «метод випробувань», «модель методу», «показники точності», «невизначеність», «спостережність».	Наявність базових знань про методи випробувань	Вивчення основних джерел інформації та стандартів	Правильно сформульовані етапи розробки методів випробувань. Правильні визначення ключових термінів	90 % – правильних відповідей, 10 % – допущені неточності
2 – Рівень розуміння	Пояснити значення кожного етапу розробки методів випробувань. Інтерпретувати роль математичного моделювання та експериментальної перевірки методу. Визначити взаємозв'язок між точністю, достовірністю та спостережністю результатів.	Сформовані дії першого рівня	Аналіз прикладів застосування методів випробувань	Правильне розуміння етапів розробки методу та значення математичного моделювання	90 % – правильних відповідей, 10 % – неточності
3 – Рівень застосування	Скласти логічну схему розробки нового методу випробувань. Продемонструвати використання моделі для оцінки показників точності та невизначеності. Розробити приклад методики випробувань для конкретного об'єкта.	Сформовані дії другого рівня	Практичне завдання на створення схеми та методики	Уміння скласти схему та методику випробувань, оцінювати показники точності	100 % – правильних відповідей

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
4 – Рівень аналізу	Проаналізувати переваги та обмеження різних методів випробувань. Виявити ключові фактори, що впливають на точність та достовірність результатів. Визначити взаємозв'язки між компонентами моделі методу випробувань.	Сформовані дії третього рівня	Робота з прикладними кейсами та моделями випробувань	Уміння виділяти критичні фактори, аналізувати результати та взаємозв'язки	90–95 % – правильний аналіз, 5–10 % – незначні помилки
5 – Рівень синтезу (створення)	Розробити власний прототип методу випробувань для конкретного об'єкта. Інтегрувати різні моделі та методи для оптимізації точності та спостережності. Скласти пропозиції щодо вдосконалення існуючих методів.	Сформовані дії четвертого рівня	Виконання комплексного проектного завдання	Уміння створювати новий метод випробувань на основі аналізу та комбінування існуючих підходів	100 % – успішна розробка, прийнятна документація
6 – Рівень оцінювання	Оцінити ефективність розробленого методу випробувань. Порівняти результати з існуючими стандартними методами. Визначити відповідність показників точності, спостережності та невизначеності встановленим вимогам.	Сформовані дії п'ятого рівня	Використання тестових об'єктів та даних експериментальних випробувань	Уміння критично оцінювати метод, робити обґрунтовані висновки	90–100 % – коректна оцінка методів, обґрунтовані висновки

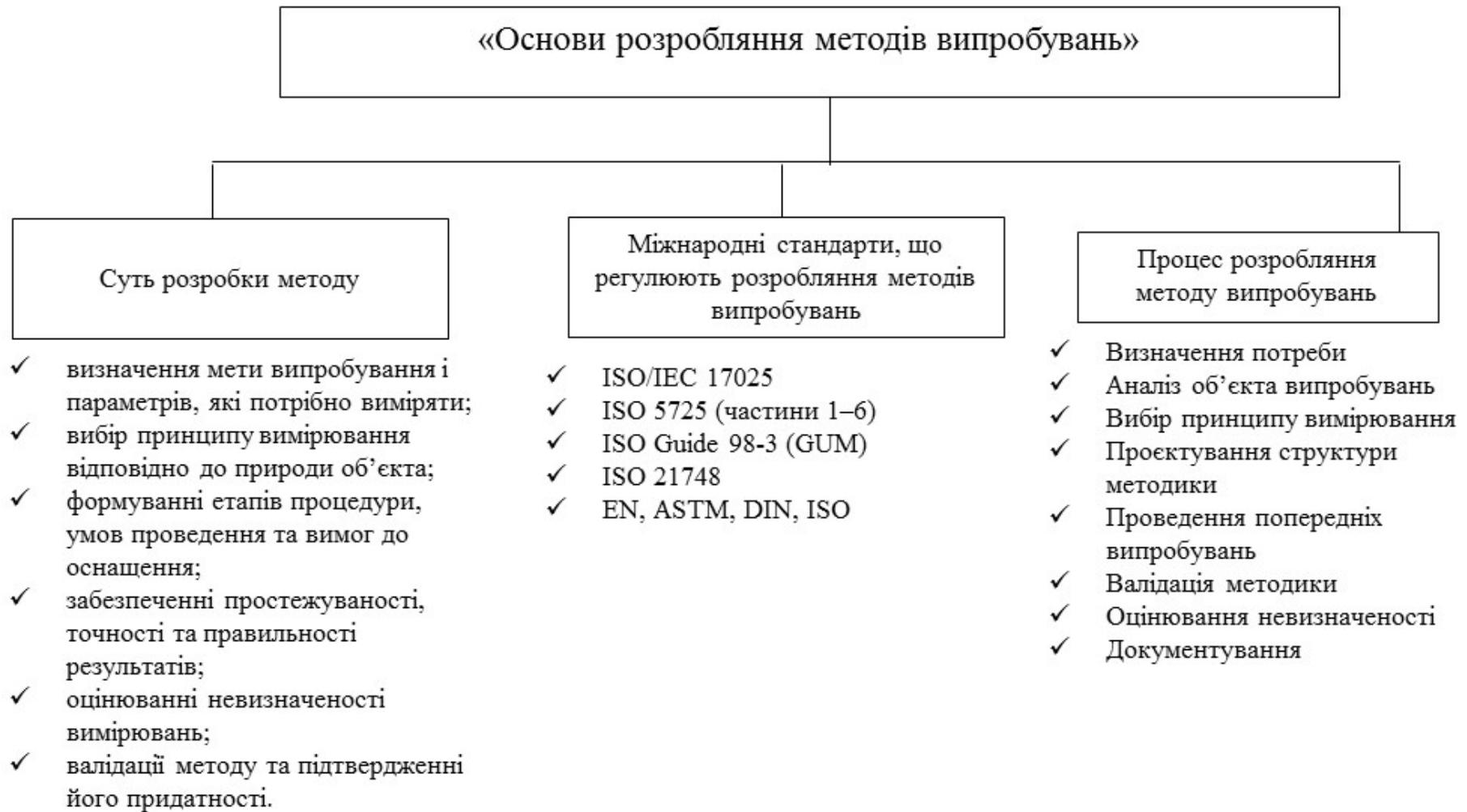


Рисунок 4.1 – Логіко-семантична структура з теми: «Основи розробляння методів випробувань»

навчального матеріалу, методичних вказівок і презентаційних матеріалів для заняття з теми «Основи розроблення методів випробувань».

2. Визначення послідовності викладення матеріалу та формулювання заголовків, які об'єднують змістові елементи за спільними ознаками. Найменування типів міжпонятійних зв'язків (наприклад, атрибутивні словосполучення) стають пунктами плану.

Порядок подання матеріалу визначається:

- особливостями сприйняття, розуміння та запам'ятовування нової інформації здобувачами;
- рівнем сформованості базових знань;
- рівнем знань і навичок, який необхідно сформувати у майбутніх фахівців;
- обраним рівнем складності плану заняття.

План засвоєння теми «Основи розроблення методів випробувань»:

Питання заняття:

1. Основи та етапи розробки методів випробувань.
2. Математичне моделювання та побудова моделей методів випробувань.
3. Вибір та обґрунтування показників точності, достовірності та спостережності.
4. Розробка методик проведення випробувань.
5. Вибір або проектування випробувального устаткування.
6. Практична реалізація та експериментальна перевірка методу.
7. Підсумкове опитування за темою та виставлення оцінок.

4.3 Аналіз базових умов навчання випробувачів

Аналіз емоційного відношення до процесу навчання.

Відношення до процесу навчання – позитивне.

Відношення до професії – позитивне.

Перед тим, як перейти до вивчення теми потрібно проаналізувати базові знання випробувачів (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань

Перелік базових понять	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівнів розуміння базових понять	Способи формування базових знань
1. Точність і достовірність вимірювань 2. Верифікація і валідація методів випробувань 2. Вимоги до випробувальних лабораторій	Фронтальне опитування	Розповідь, пояснення 1. Похибки вимірювань. 2. Невизначеність вимірювання. 3. Показники достовірності випробувань. 4. Верифікація і валідація методів випробувань. 5. Процеси випробувальної лабораторії

4.4 Проектування мотиваційних технологій навчання випробувачів

Проектування мотиваційних технологій для навчання випробувачів – це важливий елемент розвитку кадрового потенціалу та забезпечення високих стандартів продуктивності і якості в різних галузях промисловості. Мотиваційні технології спрямовані на формування стійкої зацікавленості у професійному зростанні, підвищення рівня компетенцій, а також на стимулювання досягнення конкретних цілей і показників якості. При навчанні випробувачів доцільно застосувати вступну і поточну мотивації.

4.4.1 Вступна мотивація

Чому розроблення нових методів випробувань є критично важливим для забезпечення точності, достовірності та міжнародного визнання результатів випробувань?

Сучасний випробувач – це не просто виконавець процедур. Це фахівець, який формує основу технічної надійності продуктів, технологій і систем. Саме від якості розроблених методів випробувань залежить

коректність отриманих результатів, а отже, і правильність рішень, що приймаються на їх основі – у виробництві, безпеці, сертифікації чи наукових дослідженнях.

Розробник методу випробувань забезпечує, щоб обраний підхід був науково обґрунтованим, відтворюваним, точним та відповідним міжнародним вимогам, зокрема EN ISO/IEC 17025. Саме це дозволяє лабораторії отримувати високий рівень довіри та міжнародне визнання.

Навіщо потрібні нові методи випробувань?

Гарантування достовірності результатів:

– нові об'єкти, матеріали та технології потребують нових або удосконалених підходів до оцінювання їх властивостей;

– метод визначає якість результату: якщо метод недосконалий – недостовірними будуть і результати випробувань.

Підтримка відповідності міжнародним стандартам:

– EN ISO/IEC 17025 вимагає, щоб лабораторія використовувала валідовані і придатні методи;

– розроблення нового методу потребує правильного обґрунтування, математичного опису, оцінки похибок та визначення невизначеності – тобто глибоких професійних компетентностей випробувача.

Міжнародне визнання результатів:

– правильно розроблений і документований метод підсилює репутацію лабораторії;

– результати, отримані за таким методом, приймаються іншими організаціями, замовниками та регуляторами у світових ланцюгах постачання.

– постійне вдосконалення:

– процес створення нового методу дає можливість: виявити технічні обмеження поточного обладнання; покращити процедури вимірювань; оптимізувати експериментальні схеми; підвищити точність і повторюваність

результатів; інтегрувати сучасні математичні та когнітивні методи моделювання.

Таким чином, опанування теми «Основи розроблення методів випробувань» дає змогу випробувачу стати активним творцем якості, який здатний:

- аналізувати технічну задачу;
- проєктувати структуру методу;
- обґрунтовувати вимоги до обладнання;
- оцінювати похибку і невизначеність;
- проводити апробацію та доведення методу до стандарту.

Це ключова компетентність сучасного фахівця випробувальної лабораторії, без якої неможливе ні забезпечення якості, ні міжнародне визнання результатів.

4.4.2 Поточна мотивація

Поточна мотивація фахівців-випробувачів у межах теми «Основи розроблення методів випробувань» спрямована на формування стійкої зацікавленості у підвищенні професійної компетентності, освоєнні сучасних підходів та забезпеченні високої якості результатів випробувань.

Професійне зростання та престиж:

– роль експерта: розробник методу випробувань є ключовою особою, від рішень якої залежить точність, відтворюваність і надійність результатів. Володіння навичками створення й удосконалення методів значно підвищує професійний статус випробувача;

– кар'єрні перспективи: компетентність у проєктуванні методів випробувань відкриває додаткові можливості у сферах метрології, стандартизації, науково-дослідної діяльності, технічного консалтингу та розроблення високотехнологічного обладнання.

Внесок у розвиток лабораторій і галузі:

– підвищення якості результатів: розробка або вдосконалення методів дає змогу значно покращувати точність і достовірність випробувань, що підвищує авторитет лабораторії;

– міжнародне визнання: методи, що відповідають вимогам EN ISO/IEC 17025 та іншим галузевим стандартам, дозволяють лабораторії отримати визнання на національному та міжнародному рівнях.

Задоволення від вирішення складних технічних завдань:

– аналітична діяльність: проектування нового методу включає аналіз властивостей об'єкта, роботу з математичними моделями, оцінку похибок, прогнозування поведінки системи – це дає можливість працювати зі складними технічними задачами;

– креативність і технічна творчість: розроблення методів випробувань – це творча діяльність: необхідно знайти оптимальну схему вимірювання, підібрати обладнання, узгодити параметри процесу та врахувати невизначеності. Це дає змогу проявити інженерну винахідливість;

Зростаюча роль відповідності міжнародним стандартам:

– оновлення стандартів: стандарти змінюються та ускладнюються, що вимагає від випробувачів постійного навчання, освоєння нових підходів до вимірювань та моделювання процесів;

– попит на якісні методи випробувань: у виробництві, енергетиці, машинобудуванні, медицині та інших сферах збільшується потреба у точних, швидких та відтворюваних методах. Це робить фахівця, здатного розробити метод, незамінним.

Соціальна значущість роботи випробувача:

– безпека продукції та технологій: достовірність випробувань визначає безпечність обладнання, матеріалів, конструкцій та продуктів. Робота випробувача має прямий вплив на безпеку людей та навколишнього середовища;

– підтримка інновацій: жоден новий продукт чи технологія не може бути впроваджена без випробувань. Розробка нових методів стимулює розвиток науки і техніки.

Матеріальна мотивація:

– конкурентна оплата праці: фахівці, які володіють компетентністю в проектуванні методів, отримують вищу заробітну плату, оскільки ця діяльність пов'язана з високою відповідальністю і технічною складністю;

– можливість роботи над спеціальними проектами: розробники методів часто залучаються до науково-дослідних робіт, міжнародних проектів та технічного консалтингу, що забезпечує додаткові фінансові можливості.

Інструменти для підтримки мотивації випробувачів:

– систематичне професійне навчання (курси, тренінги, стажування);

– участь у розробці стандартів, процедур і технічних регламентів;

– можливість впливати на процеси проведення випробувань та вдосконалювати їх;

– використання сучасних цифрових інструментів, програм для моделювання, систем автоматизації;

– визнання досягнень співробітників та створення умов для їх особистісного розвитку.

4.5 Проектування технологій поетапного формування навчальної діяльності

В якості форми навчання пропонується розповідь-бесіда (табл. 4.3)

Таблиця 4.3 – Проектування технологій навчання з теми: «Основи розроблення методів випробувань»

Технології навчання		
Особистісно-орієнтоване навчання (метод, засоби)	Випереджальне навчання (метод, форма, засоби)	Колективне навчання (метод, форма, засоби)
1	2	3
Розповідь-пояснення про міжнародні стандарти, що регулюють розроблення методів випробувань	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Розповідь-пояснення про процес розроблення методу випробувань	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Розповідь-пояснення про типові проблеми та помилки при розробці методів випробувань	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Розповідь-пояснення про ризик-орієнтоване планування під час розроблення методів	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Виконання завдання з реалізації практичних аспектів розроблення методу	Опрацювання лекційного матеріалу за темою	Ділова гра: Група ділиться на підгрупи по 5 осіб, в яких кожен учасник вивчає певний аспект теми. Кожному учаснику видається кейс завдання відповідно до призначеної ролі

4.6 Розробка бінарних дій викладача і здобувачів

Бінарні дії викладача і здобувачів наведено у табл. 4.4

Таблиця 4.4 – Бінарні дії викладача і здобувачів (майбутніх випробувачів) на занятті за темою: «Основи розроблення методів випробувань»

Структурні елементи навчання	Дії викладача	Дії здобувачів
1	2	3
<p>1. Організаційно-вступна частина:</p> <ul style="list-style-type: none"> – привітання; – перевірка присутності на занятті; – оголошення теми заняття; – постановка цілей заняття; – оголошення рекомендованої літератури – мотивація цілі – актуалізація опорних (базових) знань 	<ul style="list-style-type: none"> – вітається – перевіряє присутність здобувачів на занятті – оголошує тему заняття – ставить цілі заняття – оголошує рекомендовану літературу – пояснює важливість заняття – коротко викладає теоретичні відомості з теми 	<ul style="list-style-type: none"> – вітаються з викладачем – відповідають – слухають, сприймають, записують – слухають, сприймають – слухають, записують – слухають, сприймають – слухають, сприймають, записують
<p>2. Основна частина:</p> <p>розповідь про:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основи розроблення методів випробувань; – міжнародні стандарти, що регулюють розроблення методів випробувань; – процес розроблення методу випробувань; – типові проблеми та помилки при розробці методів випробувань; – ризик-орієнтоване планування під час розроблення методів. 	<ul style="list-style-type: none"> – викладає зміст цього питання, демонструє презентаційний матеріал, ставить дискусійні питання за переглянутим матеріалом 	<ul style="list-style-type: none"> – слухають, сприймають, записують, те що диктує викладач, приймають участь у дискусії

Продовження таблиці 4.3

<p>3. Заключна частина</p> <ul style="list-style-type: none"> – контроль отриманих знань – підведення підсумків заняття – відповіді на питання здобувачів за змістом заняття – закінчити заняття 	<ul style="list-style-type: none"> – перевіряє виконання завдання – робить висновки – відповідає на питання за змістом заняття – прощається зі здобувачами 	<ul style="list-style-type: none"> – відповідають на письмове опитування – слухають, сприймають – запитують викладача за змістом заняття, слухають відповіді – прощаються з викладачем
--	--	--

ВИСНОВКИ

1. Удосконалення методики викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань» в контексті удосконалення процедури розроблення нових методів випробувань є важливим кроком до підготовки кваліфікованих фахівців, які здатні працювати за сучасними стандартами та вимогами. Завдяки інтеграції новітніх технологій, практичній орієнтації, міждисциплінарному підходу та використанню актуальних стандартів здобувачі отримують знання та навички, необхідні для процесу розроблення методів випробувань на основі наукових досліджень.

2. Проведений аналіз нормативного та метрологічного забезпечення засвідчує, що значна частина чинних методів випробувань ґрунтується на застарілих стандартах і не відповідає сучасним міжнародним вимогам до точності, простежуваності та відтворюваності результатів. Упровадження оцінювання невизначеності, обов'язкового калібрування засобів вимірювань та необхідність забезпечення взаємного визнання результатів зумовлюють потребу у створенні нових науково обґрунтованих методів випробувань, що відповідають сучасним технологіям і вимогам технічного регулювання. Тому оновлення та удосконалення методик є ключовим чинником підвищення достовірності результатів, конкурентоспроможності лабораторій та їх інтеграції в міжнародний простір..

3. Запропонована концепція розробки методів випробувань передбачає створення адаптивного простору метрологічного забезпечення, що дозволяє лабораторії формулювати завдання на калібрування засобів вимірювальної техніки відповідно до умов зовнішніх впливів, а її впровадження забезпечує перехід до випробувань, заснованих на актуальних науково-технічних досягненнях, та формує новий рівень взаємодії між замовником і виконавцями, спрямований на підвищення якості продукції.

4. Використання сучасних підходів у навчанні дисципліни «Основи розроблення методів випробувань» допомагає сформувати навички, необхідні для успішної кар'єри аудитора в різних виробничих сферах. Здобувачі з глибокими знаннями стандартів якості, сучасних методів контролю та практичним досвідом стануть більш конкурентоспроможними на ринку праці.

Запропонований в роботі дидактичний проект певною мірою сприятиме покращенню якості організації та проведення навчальних занять за темою «Основи розроблення методів випробувань».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Підготовка майбутніх інженерів-педагогів до професійної діяльності засобами комп'ютерних технологій : монографія. – Луцьк : ВМА «ТЕРЕН», 2015. – 264 с.
2. Полат Е.С. Современные и педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина. – 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с., С. 168-188.
3. Brookings Institution. *Transforming Education Systems: Why, What, and How*. Детальний огляд реформ в освіті у глобальному контексті, включаючи приклади з різних країн. Режим доступу <https://www.brookings.edu/articles/transforming-education-systems-why-what-and-how/>
4. UNICEF. *Strengthening Education Systems and Innovation*. Огляд освітніх інновацій, спрямованих на підтримку інклюзивності, раннього розвитку та використання технологій для забезпечення якості освіти. Режим доступу <https://www.unicef.org/education/strengthening-education-systems-innovation>
5. Datnow, A., Park, V., Peurach, D., Spillane, J. *Transforming Education for Holistic Student Development*. Аналіз підходів до цілісного розвитку учнів, включаючи кейси з семи країн. Режим доступу <https://www.brookings.edu/articles/transforming-education-for-holistic-student-development/>
6. Коваленко О.Е. Інженерно-педагогічні кадри: нові вимоги сьогодення /О.Е. Коваленко // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. Збірник наукових праць. 2008. – №21. – С. 8-17.
7. Професійна освіта. Режим доступу <https://imzo.gov.ua/osvita/profesiyno-tehnicna-osvita-2/profesiyna-osvita/>
8. Закон України «Про вищу освіту». Режим доступу <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>

9. Коржук О. Педагогічна практика як складова професійної підготовки компетентного вихователя. Вісник Інституту розвитку дитини. Сер. : Філософія, педагогіка, психологія. 2013. Вип. 29. 77-82. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vird_2013_29_17
10. Професійна педагогіка : Підручник / Авт. : О. В. Грабовський, Л. В. Коломієць, О. С. Савельєва, А. В. Семенова, В. Ф. Яні; за заг. ред. А. В. Семенової. – Одеса : Бондаренко М. О., 2020. – 575 с.
11. Якимович Т.Д. Основи дидактики професійно-практичної підготовки: навчально-методичний посібник. Львів, 2013. С.21-22.
12. Жигірь В.І., Чернега О.А. Професійна педагогіка. Навч. пос. К. : Кондор, 2016. 336 с.
13. Коробко А. І., Лебедєв С. А., Козлов Ю. Ю. Нормативне і методичне забезпечення випробувань сільськогосподарських машин. Стан і перспективи. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Науковий журнал.* 2017. № 9. С. 42–49.
14. Коробко А. І. Науково-методологічні основи забезпечення якості тракторів на стадіях постановки на виробництво та експлуатації з використанням методу парціальних прискорень : дис. ... д-р техн. наук : 05.22.02 / Андрій Іванович Коробко. – Х., 2023. – 375 с.
15. Мачехін Ю. П. Настанова з вираження невизначеності вимірювання та умови його застосування. *Метрологія та вимірювальна техніка (Метрологія – 2004)* : наукові праці 4-ї Міжнародної науково-технічної конференції. Харків : ННЦ «Інститут метрології», 2004. Т.І. С. 73-75.
16. Захаров І. П. Оцінювання точності вимірювань: стан, проблеми, перспективи. *АСУ та прилади автоматики.* 2005. Вип. 131. С. 176-181.
17. Коробко А. І. Удосконалення методів та метрологічного забезпечення проведення динамічних випробувань автомобілів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.01.02. Харків, 2013. 20 с.
18. Подригало М. А., Коробко А. І. Визначення мінімально-необхідної кількості давачів при динамічних випробуваннях автомобілів. *Актуальні*

- проблеми технічного забезпечення внутрішніх військ МВС України* : матеріали науково-практичного семінару науково-дослідного центру Академії внутрішніх військ МВС України, 25 квітня 2012 р. Харків, АВВ МВС України, 2012. С. 37–38.
19. А. с. 53865 UA. Твір науково-практичного характеру «Оцінювання придатності методів випробувань з використанням показників спостережності» / Подригало М. А., Коробко А. І., Радченко Ю. А.; дата реєстрації 27.02.2014
- 20.Цема Т., Афанасьєва С., Лисак Л. Нормативно-методичне забезпечення застосування технічних регламентів щодо тракторів, причепів, причіпних машин на основі європейських вимог. *Техніка і технології АПК*. 2015. № 1 (88). С. 13–17.
- 21.ЗД-08.01.21. Система управління. Концепція оцінювання компетентності випробувальних лабораторій на основі результатів участі в міжлабораторних порівняльних випробуваннях». [Редакція 01 від 17.10.2011]. К. : Національне агентство з акредитації України, 2011. 6 с. (Загальний документ).
- 22.Кошева Л. О. Відтворюваність – основна характеристика точності результатів випробувань. *Електроніка та системи управління*. 2011. № 2 (28). С. 89–94.
- 23.Реалізація вимог щодо технічного регулювання в Україні (аграрний сектор, харчова промисловість, туризм) / Т. Васильківська та ін. Чернігів : Сіверський центр післядипломної освіти, 2017. 138 с.
- 24.ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Метрологія. Застосування «Руководства по выражению неопределенности измерений» (РМГ 43-2001, IDT).
- 25.ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017 IDT, ISO/IEC 17025:2017, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. Київ, 2020. 24 с. (Національний стандарт України).

26. Korobko A. Measurement Uncertainty as a Test Model Assessment Tool. *Advanced Optoelectronics and Lasers CAOL*2019: 2019 IEEE 8th International Conference with XVI Scientific Workshop "Measurement Uncertainty: Scientific, Normative, Applied and Methodical Aspects" UM*2019 : Conference Proceedings*. Sozopol, Bulgaria 06-08 September 2019. P. 707–710. DOI: 10.1109/CAOL46282.2019.9019418
27. Korobko A., Kotova Yu. An alternative method for assessing the agreement between test results. *Український метрологічний журнал (Ukrainian Metrological Journal)*. 2024. № 1. С. 4–10.
28. Korobko A., Костовський О, Суржко К. Новий підхід до встановлення нормативного значення характеристик властивостей об'єкта випробувань. *Метрологія та прилади. Науково-практичний журнал*. 2024. 2/2024. 18-22. DOI: 10.30837/2663-9564.2024.2.04
29. EURACHEM Guide, Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement. Laboratory of the Government Chemist, London (1995). ISBN 0-948926-08-2
30. Greenwood P. E., Nikulin M. S. A guide to chi-squared testing. New York : John Wiley & Sons, 1996. 280 p.
31. Пат. 51031 Україна, МПК G 01 P 3/00. G 01 P 15/00. Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях / Подригало М. А., Коробко А. І., Клец Д. М., Файст В. Л.; заявник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. – № у 2010 01136; заявл. 04.02.10; опубл. 25.06.10, Бюл. № 12.
32. Спосіб вимірювання параметрів руху рухомих об'єктів : пат. на винахід 119037 Україна : МПК G01P 3/00, G01P 15/00, G01P 15/14 (3013.01), G01P 15/18 (2013.01), G01P 3/50 (2006.01). № а 2015 10855 ; заявл. 06.11.2015 ; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8.
33. Пат. UA 109277, МПК G01M 17/00, G01P 3/00, G01M 15/00 (2016.01). Комбінований вимірювальний комплекс моніторингу буксування і швидкості машинно-тракторних агрегатів / Коробко А. І., Лебедев А. Т.,

Лебедєв С. А., Мальцев В. П., Хлопов Г. І., Шуляк М. Л. ; власник Державна наукова установа «Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого» Харківська філія. – № и 2016 00396; заявл. 18.01.2016; опубл. 25.08.2016, Бюл. № 16.

34. Метод парціальних прискорень та його застосування в динаміці мобільних машин / М. П. Артёмов, А. Т. Лебедєв, М. А. Подригало, О. С. Полянський, Д. М. Клец, А. І. Коробко, В. В. Задорожня ; за ред. М. А. Подригало та М. П. Артёмов. Харків : Вид-во «Естет Прінт», 2025. 232 с.
35. Сисоєва С. О., Бондарєва Л. І. Педагогічні технології професійної підготовки фахівців : навчальний тренінг : навч.-метод. посіб. К. : Ун-т "Україна", 2007. – 184 с.

ДОДАТОК А

План проведення заняття за темою «Основи розроблення методів випробувань»

Тема заняття: «Основи розроблення методів випробувань»

Цілі заняття:

1. Забезпечити здобувачів знаннями, необхідними для розуміння принципів і розроблення методів випробувань.
2. Сформуванати практичні навички з розроблення методів випробувань та їх валідації.
3. Сформуванати у випробувачів розуміння важливості теми, що вивчається для їх професійної діяльності.
4. Націлити випробувачів на активну навчально-пізнавальну діяльність.

План проведення заняття та розрахунок часу:

Вступна частинна	10 хв.
Основна частина	60 хв.
1 Суть розроблення методів випробувань	20 хв.
2 Міжнародні стандарти, що регулюють розроблення методів випробувань	20 хв.
3 Процес розроблення методу випробувань	20 хв.
Заклучна частина	10 хв.
Всього:	90 хв.

Література

1. Сорока К. О. Основи теорії систем і системного аналізу : навч. посіб. Харків : ХНАМГ, 2004. 291 с.
2. Кошева Л. О. Забезпечення єдності випробувань. Концептуальні основи. Монографія. Київ : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. 176 с.

1. Вступна частина (10-15 хв)

Мета: Залучити увагу, ознайомити з темою та її важливістю.

Актуальність теми:

Навіщо потрібні нові методи випробувань?

Підтримка відповідності міжнародним стандартам?

Очікувані результати:

Слухачі зрозуміють ключові аспекти теми.

Методи:

Запитання до аудиторії: «Чи мали ви досвід планування випробувальної діяльності? Які ваші очікування?»

Візуальні матеріали: слайд із прикладами реальних ситуацій.

2. Основна частина (50-60 хв)

Мета: Детальне розкриття теми через логічний поділ на підтеми.

Візуальні матеріали: презентація з ключовими моментами, відеоролики про реальні кейси аудиту.

Розроблення методів випробувань – це системний процес створення або вдосконалення процедур, що дозволяють проводити точні, достовірні та відтворювані вимірювання. Основи цієї діяльності базуються на науковому підході, аналізі фізичних явищ, характеристик матеріалів та вимог нормативних документів.

Суть розробки методу полягає у:

- визначенні мети випробування і параметрів, які потрібно виміряти;
- виборі принципу вимірювання відповідно до природи об'єкта;
- формуванні етапів процедури, умов проведення та вимог до оснащення;
- забезпеченні простежуваності, точності та правильності результатів;
- оцінюванні невизначеності вимірювань;
- валідації методу та підтвердженні його придатності.

Розробка методів є критично важливою, оскільки саме від правильності методики залежить достовірність випробувань та відповідність міжнародним стандартам.

Розроблення методів випробувань регулюється міжнародними стандартами, які встановлюють вимоги до процедури, точності, валідації та контролю якості. Найважливіші з них:

- ISO/IEC 17025 – визначає вимоги до компетентності лабораторій, включаючи валідацію та верифікацію методів;
- ISO 5725 (частини 1–6) – регламентує точність (правильність та прецизійність) методів та вимірювальних процедур;
- ISO Guide 98-3 (GUM) – рекомендації щодо оцінювання невизначеності вимірювань;
- ISO 21748 – використання даних повторюваності та відтворюваності для оцінювання невизначеності методів;
- стандарти EN, ASTM, DIN, ISO – регламентують специфічні методи для різних матеріалів і процесів.

Ці стандарти забезпечують гармонізацію підходів до розроблення методів випробувань та гарантують їх міжнародне визнання.

Процес розроблення методу включає кілька логічних етапів:

1. Визначення потреби:

- Чому потрібен новий метод?
- Які обмеження існуючих методів?

2. Аналіз об'єкта випробувань:

- властивості матеріалу;
- вплив середовища;
- можливі фактори похибок.

3. Вибір принципу вимірювання:

- механічні, оптичні, хімічні, електричні методи;
- вибір приладів та діапазонів вимірювання.

4. Проектування структури методики:

- умови випробування;
- послідовність дій;
- використання зразків, еталонів, контрольних матеріалів.

5. Проведення попередніх випробувань:

- визначення робочого діапазону;
- вибір оптимальних параметрів;
- аналіз впливу змінних.

6. Валідація методики

- правильність;
- повторюваність і відтворюваність;
- межа виявлення, межа кількісного визначення;
- робастність (стійкість методу до змін).

7. Оцінювання невизначеності

- моделювання компонентів невизначеності;
- статистичний аналіз.

8. Документування

- створення остаточної процедури;
- визначення вимог до персоналу та обладнання.

Цей процес забезпечує надійність і відтворюваність нового методу.

У процесі створення нових методів часто виникають такі типові помилки.

Технічні:

- неправильний вибір принципу вимірювання;
- неврахування впливу зовнішніх факторів (температура, вологість, вібрації);
- неточний вибір діапазону вимірювання приладів.

Методичні:

- відсутність контрольних зразків або критеріїв приймальності;
- неповна деталізація процедури в методиці;
- погана відтворюваність через неузгоджені умови експерименту.

Статистичні

- некоректне обчислення невизначеності;
- недостатня кількість повторів;

- неправильна оцінка повторюваності та відтворюваності.

Документальні

- відсутність повного опису методики;
- відсутність критеріїв валідності;
- неузгодженість між процедурою та фактичними діями персоналу.

Правильне управління цими аспектами допомагає запобігти невідповідностям у майбутніх аудиторських перевірках.

Ризик-орієнтований підхід дозволяє визначити, які фактори можуть негативно вплинути на достовірність нового методу. При розробленні методики цей підхід включає:

- визначення критичних параметрів, що можуть викликати похибку;
- оцінювання ризиків для результатів випробувань (температура, оператор, інструмент);
- аналіз статистичних ризиків, пов'язаних з варіацією результатів;
- створення плану управління ризиками:

Цей підхід дозволяє зробити метод більш стабільним і надійним.

Виконання завдання з реалізації практичних аспектів розроблення методу.

3. Завершальна частина (10-15 хв)

Мета: Узагальнити інформацію, підкреслити ключові моменти, дати можливість для запитань.

Резюме лекції:

- розроблення методів випробувань як ключовий інструмент підвищення якості та достовірності результатів лабораторії;
- значення відповідності вимогам EN ISO/IEC 17025 під час створення та валідації методик;
- роль ризик-орієнтованого підходу в плануванні робіт із розробки й удосконалення методів випробувань;
- практичні рекомендації щодо організації процесу розробки та впровадження нових методів у лабораторну практику.

Обговорення:

Відповіді на запитання здобувачів.

Обговорення практичних аспектів розроблення методів випробувань.

Домашнє завдання:

Підготувати приклад обґрунтування методу випробувань

Методи активізації аудиторії

Дискусії: «Чи потрібні нові методи випробувань, якщо є стандартизовані методи за скасованими стандартами?»

Робота в парах: аналіз практичного кейсу.

Виставлення оцінок за тему.

Додаток Б
Матеріали до кваліфікаційної роботи

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(ХНАДУ)

Факультет транспортних систем

Кафедра технології машинобудування та ремонту машин

Кафедра філософії та педагогіки професійної підготовки

**МАТЕРІАЛИ ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
магістра**

Удосконалення методики викладання метрологічного забезпечення випробувань

Частина 1.

**ФОРМУВАННЯ ПРОФЕСІЙНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ
З РОЗРОБКИ НОВИХ МЕТОДІВ ВИПРОБУВАНЬ**

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.

Михайло ПОДРИГАЛО

Нормоконтролер канд. техн. наук, доцент

Максим БАЙЦУР

Керівник, д-р техн. наук, проф.

Андрій КОРОБКО

Консультант, канд. пед. наук, проф.

Володимир БОНДАРЕНКО

Студент гр. ТП-61-24

Вячеслав ПІДГОРНИЙ

Харків - 2025

Мета роботи

Ефективне формування професійних компетентностей здобувачів освіти у сфері метрологічного забезпечення випробувань, зокрема розробки нових методів випробувань за рахунок розроблення та впровадження удосконаленої методики викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань».

Задачі дослідження:

- проаналізувати існуючі підходи до інженерно-педагогічної освіти, визначити вимоги кваліфікаційних характеристик випробувача;
- проаналізувати нормативно-технічне забезпечення випробувань машин;
- синтезувати методику розроблення методів випробувань;
- розробити дидактичний проект за темою «Основи розроблення методів випробувань».

Об'єкт дослідження

Освітній процес з викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань», зокрема, його методологія, педагогічні технології, структура навчального матеріалу та підходи до оцінювання знань здобувачів, орієнтовані на формування навичок роботи із розроблення методів випробувань.

Предмет дослідження

Підходи, інструменти та педагогічні технології, що використовуються для формування професійних компетентностей здобувачів освіти в контексті в контексті розроблення методів випробувань.

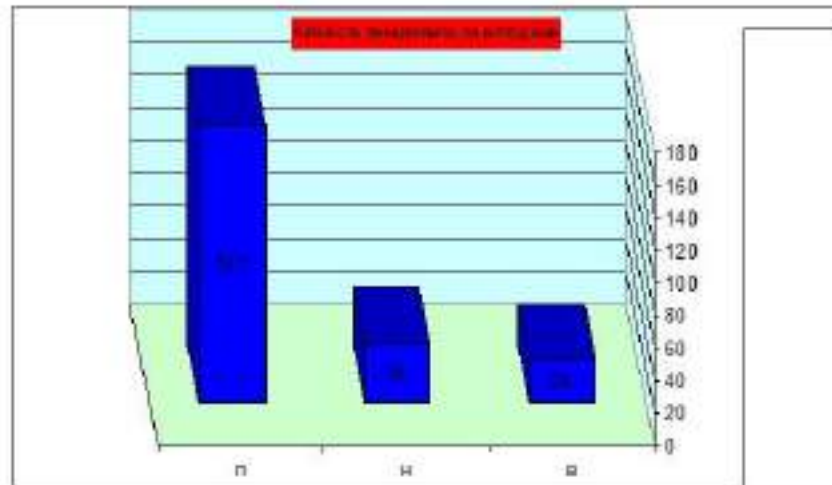
Інженерна педагогіка

Інженерна педагогіка – це дисципліна, яка поєднує інженерію та педагогіку для ефективної підготовки майбутніх інженерів.

Ціль: Формування технічних компетентностей, результатів навчання, творчого мислення, критичного аналізу та вирішення реальних виробничих завдань.

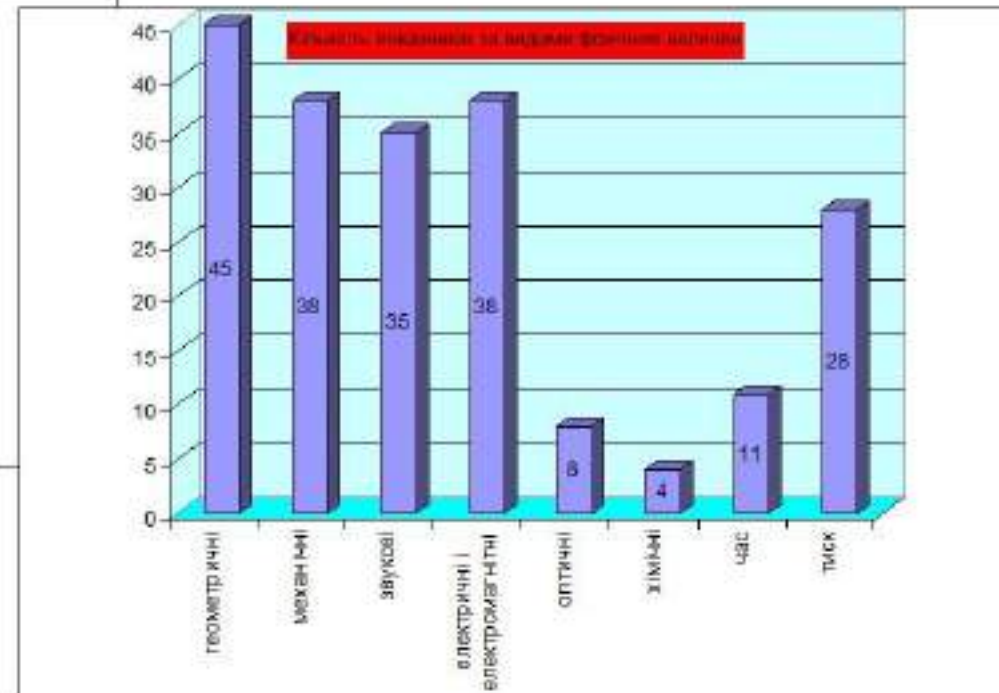


Нормативно-методичне забезпечення випробувань



п – прямі вимірювання;
 н – непрямі вимірювання;
 в – візуальне оцінювання

Розподіл вимірювань за методами



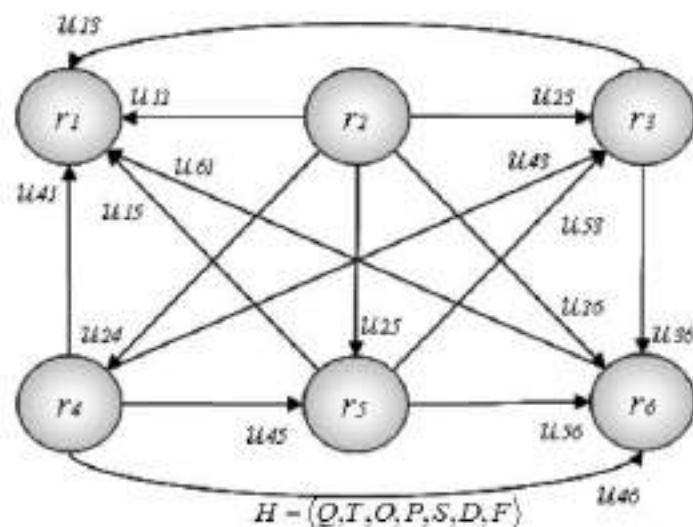
Розподіл показників за видами фізичних величин

Методологія синтезу нових методів випробувань



Створення моделі є складним і працезатратним етапом. Умовно його можна розділити на декілька процесів: розробка і обґрунтування математичної моделі і схеми випробувань, розробка методики випробувань, вибір або проектування випробувального устаткування, тощо.

Нечітка когнітивна карта розробки методів випробувань



$$Y = \langle R, U \rangle$$

де $R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ – множина об'єктів моделі (концепти);

$U = \{1; 0\}$ – бінарне відношення на множині R , що задає зв'язки між об'єктами.

де Q – множина з описом математичних моделей методу випробувань;

T – множина критеріїв для визначення достатності похибки (невизначеності) вимірювання;

O – множина з описом варіантів умов випробувань;

P – множина критеріїв для визначення достатності кількості спостережень (вимірювань);

S – множина правил, за якими приймаються рішення;

D – множина показників придатності методу;

F – множина параметрів зовнішнього впливаючого фактору.

Логіко-семантична структура з теми «Основи розроблення методів випробувань»



Технології навчання з теми: «Основи розроблення методів випробувань»

Технології навчання		
Особистісно-орієнтоване навчання (метод, засоби)	Випереджальне навчання (метод, форма, засоби)	Коллективне навчання (метод, форма, засоби)
Розповідь-пояснення про міжнародні стандарти, що регулюють розроблення методів випробувань	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Розповідь-пояснення про процес розроблення методу випробувань	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Розповідь-пояснення про типові проблеми та помилки при розробці методів випробувань	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Розповідь-пояснення про ризик-орієнтоване планування під час розроблення методів	Прослуховування, записування основних, положень, відповіді на запитання	Фронтальне опитування
Виконання завдання з реалізації практичних аспектів розроблення методу	Опрацювання лекційного матеріалу за темою	Ділова гра: Група ділиться на підгрупи по 5 осіб, в яких кожен учасник вивчає певний аспект теми. Кожному учаснику видається кейс завдання відповідно до призначеної ролі

Розробка лекції за темою «Основи розроблення методів випробувань»

Лекція за темою: «Основи розроблення методів випробувань»

Здобувачі 4 курсу, освітня програма «Управління якістю»

Цілі навчання

1. Забезпечити здобувачів знаннями, необхідними для розуміння принципів і розроблення методів випробувань.
2. Сформувані практичні навички з розроблення методів випробувань та їх валідації.
3. Сформувані у випробувачів розуміння важливості теми, що вивчається для їх професійної діяльності.
4. Націлити випробувачів на активну навчально-пізнавальну діяльність.

План заняття:

- Вступна частина
 Основна частина
 1 Суть розроблення методів випробувань
 2 Міжнародні стандарти, що регулюють розроблення методів випробувань
 3 Процес розроблення методу випробувань.
 Заключна частина

Здобувач повинен уміти:

- складати схему та методику випробувань, оцінювати показники точності;
- виділяти критичні фактори, аналізувати результати та взаємозв'язки;
- створювати новий метод випробувань на основі аналізу та комбінування існуючих підходів;
- критично оцінювати метод, робити обґрунтовані висновки

Висновки

1. Удосконалення методик викладання дисципліни «Метрологічне забезпечення випробувань» в контексті удосконалення процедури розроблення нових методів випробувань є важливим кроком до підготовки кваліфікованих фахівців, які здатні працювати за сучасними стандартами та вимогами. Завдяки інтеграції новітніх технологій, практичній орієнтації, міждисциплінарному підходу та використанню актуальних стандартів здобувачі отримають знання та навички, необхідні для процесу розроблення методів випробувань на основі наукових досліджень.

2. Проведений аналіз нормативного та метрологічного забезпечення засвідчує, що значна частина чинних методів випробувань ґрунтується на застарілих стандартах і не відповідає сучасним міжнародним вимогам до точності, простежуваності та відтворюваності результатів. Упровадження оцінювання невизначеності, обов'язкового калібрування засобів вимірювань та необхідність забезпечення взаємного визнання результатів зумовлюють потребу у створенні нових науково обґрунтованих методів випробувань, що відповідають сучасним технологіям і вимогам технічного регулювання. Тому оновлення та удосконалення методик є ключовим чинником підвищення достовірності результатів, конкурентоспроможності лабораторій та їх інтеграції в міжнародний простір.

3. Запропонована концепція розробки методів випробувань передбачає створення адаптивного простору метрологічного забезпечення, що дозволяє лабораторії формулювати завдання на калібрування засобів вимірювальної техніки відповідно до умов зовнішніх впливів, а її впровадження забезпечує перехід до випробувань, заснованих на актуальних науково-технічних досягненнях, та формує новий рівень взаємодії між замовником і виконавцями, спрямований на підвищення якості продукції.

4. Використання сучасних підходів у навчанні дисципліни «Основи розроблення методів випробувань» допомагає сформувати навички, необхідні для успішної кар'єри аудитора в різних виробничих сферах. Здобувачі з глибокими знаннями стандартів якості, сучасних методів контролю та практичним досвідом стануть більш конкурентоспроможними на ринку праці.

Запропонований в роботі дидактичний проєкт певною мірою сприятиме покращенню якості організації та проведення навчальних занять за темою «Основи розроблення методів випробувань».