

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИКЛАДАННЯ  
ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ  
ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА  
АГРАРНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

***МОНОГРАФІЯ***

Миколаїв

2025

УДК 37.091.3:62:[37.018.4+004]:378.4:63

T38

Авторський колектив:

Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко, П. М. Полянський, Г. О. Іванов,  
О. В. Баранова, С. М. Степанов

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради Миколаївського національного аграрного університету від 10.12.2024 р., протокол № 6.

Рецензенти:

Наталія ШАРАТА – д-р пед. наук, професор, проректорка із науково-педагогічної та виховної роботи і підвищення кваліфікації, Миколаївський національний аграрний університет;

Діана ГЛУШКОВА – д-р техн. наук, професор, завідувачка кафедри технології матеріалів та матеріалознавства імені О.М. Петриченка, Харківський національний автомобільно-дорожній університет;

Роман АТРОЩЕНКОВ – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри механотроніки, безпеки життєдіяльності та управління якістю Державного біотехнологічного університету.

**Технологія** викладання загальнотехнічних дисциплін в  
T38 умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти: монографія / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко та ін. Миколаїв : МНАУ, 2025. – 280 с.

**ISBN 978–617–7149–81–0**

Монографія присвячена викладанню загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти, яке може бути застосоване для доповнення та розширення можливостей аудиторного навчання. Представлений аналітичний огляд методів та інструментів навчання для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища. Розроблена технологія викладання зазначених дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти. На основі запропонованої технології представлені інтерактивні аудіовізуальні онлайн засоби навчання для формування освітнього контенту із загальнотехнічних дисциплін. Експериментально доведено ефективність використання технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти. Видання призначене для науково-педагогічних та педагогічних працівників, методистів, докторантів, аспірантів, здобувачів вищої освіти та фахівців в галузі професійної освіти.

**УДК 37.091.3:62:[37.018.4+004]:378.4:63**

ISBN 978–617–7149–81–0

© Миколаївський національний аграрний університет, 2025

© Бабенко Д. В., Доценко Н. А., Горбенко О. А., Полянський П. М., Іванов Г. О., Баранова О. В., Степанов С. М., 2025

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПЕДАГОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ВИКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА.....	12
1.1. Застосування студентоцентрованого підходу для створення навчальних курсів із загальнотехнічних дисциплін умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти .....	12
1.2. Особливості подачі навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.....	20
1.3. Застосування масових відкритих онлайн курсів в контексті викладання загальнотехнічних дисциплін .....	32
1.4. Організаційно-педагогічні умови вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах компетентнісно-орієнтованого цифрового навчального середовища .....	42
1.5. Реалізація підходу змішаного навчання під час викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	46
1.6. Особливості викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти.....	52
Висновки до розділу 1. ....	62
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА АГРАРНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	64
2.1. Модель підготовки студентів інженерних спеціальностей в закладах вищої освіти аграрного спрямування в умовах цифрового навчального середовища (на основі спеціальності «Агроінженерія») .....	64

2.2. Набуття фахових компетентностей із загальнотехнічних дисциплін бакалаврами з агроінженерії в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.....	72
2.3. Імплементція технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.....	77
2.4. Формування навчальних посібників із загальнотехнічних дисциплін для навчання в умовах цифрового навчального середовища.....	82
2.5. Моніторинг освітніх результатів здобувачів вищої освіти під час опанування загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.....	90
Висновки до розділу 2 .....	96
<b>3. ЗАСОБИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ІЗ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....</b>	<b>98</b>
3.1. Відео та інтерактивні лекції як інструмент подачі теоретичного контенту із загальнотехнічних дисциплін.....	98
3.2. Застосування засобів проєктування і моделювання під час опанування практичних завдань із загальнотехнічних дисциплін	104
3.3. Розробка курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	109
3.4. Використання інтерактивних плакатів для практичних робіт під час викладання загальнотехнічних дисциплін.....	114
3.5. Впровадження віртуальних онлайн лабораторних робіт в навчальне середовище закладу вищої освіти.....	120
3.6. Розробка тестових навчальних тренажерів із загальнотехнічних дисциплін .....	124
3.7. Створення навчального контенту для відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін.....	139
Висновки до розділу 3 .....	148

РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА АГРАРНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ .....	150
4.1. Програма експериментального дослідження визначення ефективності технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти.....	150
4.2. Критерії та рівні викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.....	153
4.3. Оцінювання рівня знань здобувачів вищої освіти при опануванні загальнотехнічних дисциплін .....	161
4.4. Порівняльний аналіз рівня знань здобувачів вищої освіти при вивченні загальнотехнічних дисциплін .....	165
4.5. Статистична перевірка ефективності технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти .....	169
Висновки до розділу 4 .....	184
Загальні висновки.....	186
ДОДАТКИ.....	192
Додаток А. Анкетування для викладачів для визначення рівня викладання загальнотехнічних дисциплін .....	192
Додаток Б. Анкетування для здобувачів вищої освіти щодо результативності вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	194
Додаток В. Анкетування для визначення рівня імплементації інформаційно-освітніх технологій в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	196
Додаток Г. Навчальні посібники для опанування загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу	

вищої освіти, розроблені на базі Миколаївського національного аграрного університету.....	199
Додаток Д. Реалізація технології навчання за допомогою навчальних посібників з інтерактивними елементами для навчання в умовах цифрового навчального середовища.....	201
Додаток Е. Реалізація компетентнісного підходу при формуванні курсів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.....	202
Додаток Ж. Організація подачі лекційного контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	203
Додаток И. Організація подачі контенту для практичних та лабораторних робіт із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	205
Додаток К. Здійснення тестового контролю із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	208
Додаток Л. Моніторинг результатів вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти.....	213
Додаток М. Імплементация елементів масових відкритих онлайн курсів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища.....	216
Додаток Н. Науково-дослідна робота та авторські свідоцтва на навчальні посібники для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища .....	219
Додаток П. Шляхи розвитку викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти .....	221
Література .....	222

## ВСТУП

В останні роки онлайн-освіта стала потужним інструментом, який змінює ландшафт навчання у світі. Все більше людей звертаються до онлайн-курсів та спеціалізованих програм для отримання знань та навичок. Однією з ключових переваг цифрової освіти є здатність забезпечити її доступність в умовах обмежених можливостей відвідування аудиторних занять або забезпечення додаткового навчального супроводу дисциплін. Завдяки використанню цифрового навчального середовища студенти можуть отримати доступ до широкого спектру курсів та програм, що відкриває нові можливості для освіти та професійного розвитку.

Однак, незважаючи на всі переваги цифрового навчання, сучасні заклади вищої освіти стикаються з рядом викликів, до яких відносяться: брак доступу до програмного забезпечення та інших технологій та необхідність якісної підготовки науково-педагогічних працівників до викладання в умовах цифрового навчального середовища. Для того, щоб реалізувати освітній потенціал цифрового навчального середовища, необхідно приділити увагу забезпеченню доступу до необхідних ресурсів. Тому в контексті питання, що досліджується, необхідно розглянути різні аспекти проектування та використання цифрового навчального середовища, а також виявити ключові переваги та виклики, з якими стикаються здобувачі вищої освіти та викладачі.

Онлайн-курси зазвичай пропонують гнучкий графік навчання, що дозволяє студентам навчатися у зручний для них час та обставинах. Навчання в умовах цифрового середовища допомагає студентам розвивати навички роботи з технологіями, що стає все більш важливим у сучасному світі. Багато онлайн-платформ надають можливість інтерактивного навчання та зворотного зв'язку зі студентами, що сприяє ефективному засвоєнню знань. Освіта в умовах цифрового навчального середовища дозволяє використовувати сучасні технології, такі як віртуальна реальність

або адаптивне навчання, що може покращити якість освіти та збільшити її доступність. Використання цифрового навчального середовища є потужним інструментом для підвищення доступності освіти, однак для її успішної реалізації необхідно враховувати та вирішувати різноманітні виклики та обмеження.

Загальнотехнічні дисципліни надають здобувачам вищої освіти фундаментальні знання у технічних науках та інженерії. Вони допомагають студентам зрозуміти основні принципи, концепції та методи, які лежать в основі різних технічних галузей, надають необхідні знання та вміння для розв'язання інженерних завдань та подальшого набуття фахових компетентностей. Загальнотехнічні дисципліни є важливим етапом у формуванні професійних компетентностей інженерів та технічних спеціалістів.

Викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти має певні особливості. Основна відмінність полягає в тому, що вони адаптовані до специфіки аграрного виробництва, що вимагає урахування природних факторів, знання біологічних процесів та специфічного обладнання.

Зазначена специфіка викладання потребує обґрунтування принципів роботи, конструкції та технічного обслуговування спеціалізованих видів техніки такої як: трактори, комбайни, сівалки, зрошувальні системи, тваринницькі комплекси тощо. Також викладання загальнотехнічних дисциплін в аграрних закладах вищої освіти включає окреслення аспектів енергоефективності та екологічності, оскільки сільське господарство часто пов'язане зі значними витратами енергії та впливом на довкілля, адаптацією технічних рішень до кліматичних умов, сезонних змін і конкретних природних особливостей регіону.

Специфіка викладання загальнотехнічних дисциплін в аграрних закладах вищої освіти відображає необхідність врахування природних факторів, роботи з біологічними об'єктами та використання спеціалізованого обладнання для ефективного



ведення сільського господарства та вимагає адаптації традиційних методик до специфіки навчання. Навчальні матеріали повинні бути чітко структурованими та містити різноманітні мультимедійні елементи (відео, презентації, симуляції, тощо). Цифрове навчальне середовище пропонує широкі можливості для інтерактивного навчання через використання віртуальних лабораторій, симуляторів, вебінарів, інтерактивних завдань та тестів. Використання форумів, чатів, групових проєктів та дискусій застосовується для підтримки комунікації та залученості студентів у навчальний процес.

Важливо забезпечувати регулярний та своєчасний зворотній зв'язок щодо виконаних студентами завдань за рахунок використання автоматизованих систем для тестування та оцінювання знань, що дозволяє оперативно отримувати результати і зосереджуватись на вдосконаленні розуміння складних питань та розробляти курси, які спонукають студентів до самостійного навчання через встановлення чітких цілей, підтримку досягнення мікроуспіхів та застосування ігрових елементів. Студенти повинні бути активно залучені в навчальний процес через виконання практичних завдань, участь у групових проєктах та дискусіях. Технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища мають орієнтуватися на інтерактивність, доступність матеріалів, регулярний зворотній зв'язок та активну мотивацію студентів. Успішна адаптація цих принципів дозволить забезпечити високий рівень навчання, незалежно від формату освітнього процесу.

Пандемія та повномасштабне вторгнення спричинили негативні наслідки у сфері освіти, тому однією із стратегій їх нівелювання є використання цифрового навчального середовища або застосування змішаного формату навчання, в контексті якого використання цифрового навчального середовища є доповненням до аудиторних занять. Але під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища існують певні виклики такі як необхідність пояснення складних технічних

концептів, роботи з графічними зображеннями, 3D анімацією, графіками, розрахунками. Тому **метою** даної монографії є окреслення педагогічної технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти.

До **завдань** дослідження відносяться:

1. Здійснення аналітичного огляду педагогічних підходів викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладів вищої освіти.

2. Окреслення технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти.

3. Впровадження цифрових засобів навчання для формування освітнього контенту із загальнотехнічних дисциплін згідно до окресленої педагогічної технології.

4. Здійснення експериментального дослідження ефективності використання технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти.

Для дослідження технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти застосовувалися такі **методи** як: аналіз літератури з тематики, анкетування здобувачів вищої освіти та викладачів, які викладають загальнотехнічні дисципліни. Також проводилися спостереження для дослідження реальних умов проведення занять на базі цифрового освітнього середовища та взаємодії студентів і викладачів. Здійснювався аналіз навчальних матеріалів, розміщених на цифрових навчальних платформах закладів вищої освіти, з метою оцінки їх якості і доступності, структурованості, актуальності та відповідності навчальним цілям. В контексті дослідження проводився експеримент для перевірки ефективності окресленої технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти. Було сформовано групи студентів, які

вивчають загальнотехнічні дисципліни: до контрольної групи відносилися здобувачі вищої освіти, які вивчали зазначені дисципліни в контексті традиційного підходу навчання, до експериментальної групи відносилися студенти, які застосовували інтеграцію цифрового навчального середовища закладу вищої освіти та аудиторного навчання при вивченні загальнотехнічних дисциплін згідно до запропонованої авторами технології. Статистична достовірність результатів була перевірена за критерієм Пірсона. Окреслені методи допоможуть всебічно оцінити процес викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти, ідентифікувати ключові виклики та запропонувати шляхи їх подолання.

Дослідження виконано в рамках науково-дослідної роботи Миколаївського національного аграрного університету 0124U001889 «Педагогічні технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах навчального онлайн середовища закладів вищої освіти аграрної галузі» (Додаток Н). В контексті проведення роботи авторами сформовано ряд навчальних посібників для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрного спрямування, які сформовані за принципом інтеграції інструментів цифрового навчального середовища до процесу викладання навчального матеріалу із зазначених дисциплін. Монографія призначена для науковців, науково-педагогічних та педагогічних працівників, викладачів загальнотехнічних дисциплін, фахівців у галузі професійної освіти, докторантів, аспірантів, здобувачів вищої освіти.

# **РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ПЕДАГОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ВИКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА**

## **1.1. Застосування студентоцентрованого підходу для створення навчальних курсів із загальнотехнічних дисциплін умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти**

Сучасні освітні середовища характеризуються високим рівнем адаптивності та взаємодії зі здобувачами вищої освіти. Цей процес реалізується шляхом перегляду концепції побудови навчальних матеріалів і процесів з точки зору підходу, орієнтованого на студента. Інформаційні технології стрімко розвиваються і вимагають інноваційних підходів до управління навчальним процесом. Тому необхідно надати інструмент навчання, який був би цікавий для здобувачів вищої освіти і не обмежувався оцифрованими матеріалами та повною мірою надавав змогу використовувати сучасні технології створення та доставки знань здобувачам вищої освіти, передбачити різні способи, повноту та рівномірність подачі навчального матеріалу в межах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

Особливістю сучасної аграрної освіти є освітній простір із доступним науково-освітнім змістом у поєднанні з традиційними джерелами інформації, в той час як сучасні університети знаходяться на шляху глобальної цифровізації [279]. Фахівцям аграрної галузі для успішного функціонування агропромислового комплексу в сучасних умовах необхідні навички використання сучасних цифрових платформ, отримання знань на відкритих онлайн-курсах. Таким чином навчальний процес студентів аграрних закладів вищої освіти трансформовано в електронне середовище з використанням контенту відкритого освітнього ресурсу. Аграрні заклади вищої освіти здійснюють підготовку за спеціальностями: агрономія, технологія виробництва та переробки продукції тваринництва,

лісове господарство, садово-паркове господарство, водні біоресурси та аквакультура, агроінженерія.

Викладання загальнотехнічних дисциплін в аграрних закладах вищої освіти має ряд особливостей, які обумовлені специфікою підготовки фахівців для аграрної сфери. Загальнотехнічні дисципліни в аграрних закладах вищої освіти повинні тісно інтегруватися з практичними потребами аграрної сфери. Наприклад, вивчення механіки матеріалів і конструкцій повинно враховувати специфіку сільськогосподарської техніки та обладнання [2], [282]. Важливим компонентом є проведення польових досліджень, лабораторних робіт та експериментів, що відображають реальні умови аграрного виробництва. Загальнотехнічні дисципліни повинні органічно поєднуватися з іншими предметами циклу фахової підготовки, такими як агрохімія, агрономія, тваринництво. Це дозволяє студентам краще розуміти, як технічні знання застосовуються в їхній майбутній професії. Навчання може включати розробку та вирішення конкретних кейсів, що моделюють реальні ситуації в аграрному виробництві [277].

Застосування сучасних технологій для навчання в умовах цифрового навчального середовища, включаючи онлайн-платформи, віртуальні лабораторії та симуляції, дозволяє забезпечити більш гнучкий та індивідуалізований підхід до навчання [280], [282]. Викладання повинно враховувати впровадження автоматизації та цифрових технологій в аграрний сектор, зокрема, такі напрямки, як точне землеробство, дрони для моніторингу врожаїв, сенсори для тваринництва. Особлива увага приділяється екологічно безпечним технологіям, стійкому розвитку та раціональному використанню природних ресурсів. Студенти повинні розуміти важливість екологічної відповідальності у своїй майбутній професійній діяльності. Вивчення загальнотехнічних дисциплін може включати аспекти відновлювальних джерел енергії, таких як біоенергетика, сонячна та вітрова енергетика, що особливо актуально для аграрних закладах вищої освіти.

Також необхідно враховувати сучасні тенденції в аграрній політиці, вимоги ринку та інновації в сільськогосподарському виробництві, щоб підготувати студентів до роботи в умовах швидких змін. Студенти мають бути ознайомлені з міжнародними стандартами та практиками в аграрній сфері, що може включати обмін досвідом, стажування за кордоном та використання навчальних матеріалів на основі міжнародних досліджень [249], [278]. Викладання загальнотехнічних дисциплін повинно бути спрямоване на розвиток ключових компетентностей, необхідних для роботи в аграрному секторі, таких як управління технічними системами, аналіз технічних рішень та їх оптимізація. Всі ці особливості допомагають формувати у студентів комплексне розуміння та навички, необхідні для ефективної роботи в аграрній сфері.

Відкрита освіта надає студентам вільний доступ до якісного навчального контенту та матеріалів. Стейкхолдери наголошують на необхідності використання відкритих освітніх ресурсів (OER) для підтримки зростання модернізаційних ініціатив у закладах вищої освіти [250], [283]. Цей тип освітніх ресурсів можна комбінувати та адаптувати для задоволення конкретних потреб різних типів користувачів [3]. Дослідники в галузі професійної освіти зазначають, що університети в усьому світі в даний час розвивають пошук і обмін матеріалами відкритих освітніх ресурсів [4], запускають власні алгоритми машинного навчання, щоб відповідати конкретним дослідницьким цілям [18], [251]. У дослідженні було проаналізовано, як викладачі спільно оцінюють відкриті освітні ресурси, і чи відбулися зміни у використанні зазначених ресурсів за допомогою інструментів для співпраці [256]. В роботі [19] представлені результати анкетування, усі учасники навчального процесу були опитані наприкінці кожного курсу та повідомили, що використання відкритих освітніх ресурсів позитивно вплинуло на результати навчання. Залучення студентів до відеолекцій, самооцінки, соціальних інструментів, які стосуються вирішення

багатьох освітніх завдань виявляє найкращі практики формування зворотного зв'язку та взаємодії студентів. Викладачі повинні спиратися на теорію навчання та відгуки студентів у використанні модернізованих навчальних методів в контексті професійного розвитку [20]. Використовуючи якісні та кількісні методи дослідження, авторами [21] було визначено, як збір та аналіз даних можна інтегрувати в освіту. Перед учасниками освітнього процесу постають виклики навчання впродовж життя та удосконалення своїх знань та практичних навичок щодо використання веб-інструментів організації навчання в умовах цифрового середовища [23], [252].

У [256] зазначено, що існує багато проблем в контексті імплементації цифрового навчального середовища, наприклад, самоорганізація студентів, підвищення якості освітніх ресурсів та онлайн-платформ. Такі інструменти навчання, як віртуальні лабораторії, технології AR та VR є потужними засобами професійної освіти [25]. В умовах цифрового навчального середовища можливе структурування курсів з точки зору викладачів, студентів, розробників освітніх програм [257]. Підготовка інженера в аграрному закладі вищої освіти передбачає не тільки засвоєння студентами теоретичних знань, а й набуття вміння проводити експериментальні дослідження [27], [284].

Багато завдань у сталому сільському господарстві мають додаткові вимоги до автономної навігації конкретних програм. В [29] зазначено, що методи інформатизації сільського господарства доповнюють та вдосконалюють набір даних. Реалізуючи весь потенціал цифрових інновацій у аграрних науках – інструментах, технологіях, додатках та послугах, необхідна розробка цих рішень у значущих масштабах, а також якісна освіта для майбутніх спеціалістів [30], [257]. Автори [258] зазначають, що викладачам аграрних закладів вищої освіти потрібні такі мотиваційні фактори, як забезпечення матеріалами та лабораторіями, фахові конференції та грантові програми. Аграрні університети та науково-дослідні інститути є основним джерелом застосування техніки та засобом

вирішення проблем аграрної науки, тому виникає потреба у дослідженні та впровадженні освітніх інновацій [35], [259].

Нині система вищої освіти у світі переживає епоху значних інновацій, змін фундаментальних принципів викладання. Сучасні цільові орієнтири інформаційного суспільства передбачають послаблення інституційних позицій університету. Втрачаючи ознаки ієрархічності, лінійності, централізації, системи вертикальних зв'язків, система вищої освіти перетворюється на відкриту інформаційну освітню мережу, що складається з відкритих освітніх ресурсів, які об'єднані в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Основними ознаками цифрового навчального середовища закладу вищої освіти є:

- ✓ глобалізація та відкритість – інформаційний освітній веб-простір має глобальний характер, просторово-часові, вікові межі практично відсутні, доступ до інформаційно-освітніх ресурсів у більшості випадків вільний;

- ✓ індивідуалізація та десинхронізація – можливість обирати індивідуальну програму навчання, слухати курси в різних закладах вищої освіти, самостійно визначати терміни навчання, і, як наслідок, будувати індивідуальну траєкторію професійного розвитку;

- ✓ різноманітність – методи, форми, способи здобуття освіти різняться залежно від індивідуальних уподобань студентів, однак отриманий диплом має відповідати світовим та національним стандартам;

- ✓ мінімізація та децентралізація – орієнтація навчального процесу на навчання в малих групах або індивідуально, наявність системи горизонтальних зв'язків, що виникають із взаємодії на рівні закладів вищої освіти і країни, децентралізація управління закладами вищої освіти;

- ✓ полілогічний характер тьюторсько-студентської взаємодії, де ролі студента і тьютора трансформуються у партнерські відносини, навчальний процес має характер суб'єктної взаємодії, взаємонавчання та розвитку.



Формування відкритих освітніх ресурсів в умовах аграрних закладів вищої освіти мають такі відмінні риси:

- ✓ методична, навчальна чи наукова спрямованість матеріалів;
- ✓ підтримка різноманітних форматів та носіїв для подання матеріалів з метою набуття загальних та фахових компетентностей;
- ✓ забезпечення вільного доступу, використання, обробки та розповсюдження матеріалів іншими користувачами.

Відкритим освітнім ресурсом може бути повний електронний навчальний курс або навчальний модуль, а також окремі елементи або їх комбінації: методичні матеріали, засоби навчання, практикуми, відео- та аудіоматеріали, тести, контрольні завдання, програмне забезпечення, інші матеріали, засоби чи технології, спрямовані на забезпечення та подальшу підтримку доступу до знань [22], [285]. Засоби відкритого доступу та інформаційно-комунікаційні технології дозволяють створювати електронні освітні ресурси як у вигляді онлайн курсів, так і цифрових навчальних посібників, які відповідають потребам сучасного студента [28], [29].

Відкритий освітній ресурс із загальнотехнічних дисциплін, що викладаються у закладах вищої освіти аграрного спрямування, являє собою електронний курс, який містить інтерактивний контент, аудіовізуальні матеріали, тести та інші засоби комунікації, спрямовані на засвоєння контенту з дисциплін, передбачених освітньою програмою.

Відкриті освітні ресурси розроблені з урахуванням сучасних програмних платформ. Під час створення відкритих освітніх ресурсів в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти постають такі завдання:

- ✓ удосконалення та подальший розвиток студентоцентричної моделі організації навчального процесу;
- ✓ створення якісних програм відкритих освітніх ресурсів, які б формували відповідні компетенції, необхідні фахівцям аграрної галузі, які користуються попитом на ринку праці;

✓ акумулювання в межах закладу вищої освіти наявних знань за пріоритетними напрямками, організація наукової роботи для подальшого вдосконалення знань та їх трансляції із залученням практиків відповідних видів діяльності у напрямку аграрного сектору;

✓ побудова гнучкого графіку навчання студентів, удосконалення системи мотивації;

✓ удосконалення методики організації навчального процесу відповідно до активного використання досягнень у сфері ІКТ, а також на основі досвіду передових закладів вищої освіти

Згідно із сучасними тенденціями розвитку навчального процесу, насамперед акцент робиться на здобувачів вищої освіти. Схематичне зображення студентоцентричної моделі навчання у умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти представлено на рис. 1.1.

Відповідно до окресленої моделі весь навчальний процес має будуватися з орієнтацією на студента аграрного закладу вищої освіти. У результаті всі ресурси університету мають бути спрямовані на задоволення потреб здобувача вищої освіти у навчанні, підвищення його потенціалу, мотивації до подальшого навчання.

Можливості організації навчального процесу в умовах цифрового навчального середовища для задоволення потреб студента аграрного закладу вищої освіти дають змогу виділити декілька методів, які можуть бути його основою.

Перший спосіб полягає в організації студентоорієнтованої траєкторії навчання на основі активного залучення роботодавців, зацікавлених у кваліфікованих спеціалістах. Згідно з останніми дискусіями щодо організації навчального процесу, всі заклади вищої освіти зобов'язані взаємодіяти з представниками підприємств у відповідній діяльності. Згідно з цією моделлю, студентам аграрних закладів вищої освіти буде цікаво навчатися, одночасно здобуваючи практичний досвід, беручи участь у різноманітних практичних проєктах, оскільки специфіка вимог великих компаній на ринку

полягає в необхідності мати практичний досвід роботи в обраному напрямку.

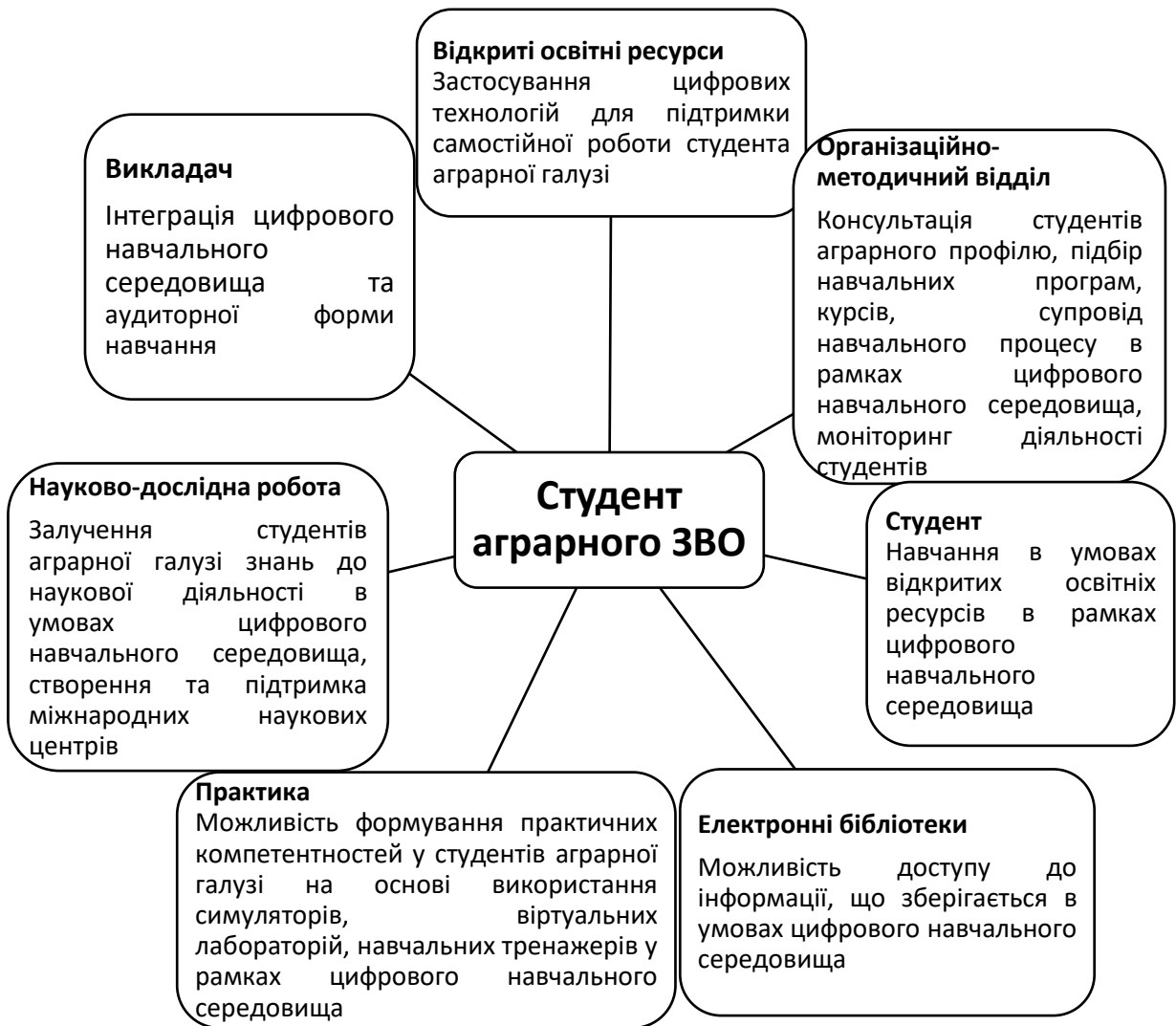


Рисунок 1.1. Студентоцентрична модель навчання в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти

*Джерело: розроблено авторами*

Для забезпечення технологізації робочого процесу створення відкритих освітніх ресурсів для студентів аграрних закладів вищої освіти необхідні такі засоби, які надає цифрове навчальне середовище:

✓ засоби обговорення та оцінювання матеріалів користувачами цифрового навчального середовища для

оперативного керування процесом створення відкритих освітніх ресурсів на всіх етапах;

- ✓ засоби аналізу, візуалізації та обробки інформації;
- ✓ інтегрована система рейтингової оцінки матеріалів, яка відіграє роль одного з вбудованих інструментів аналізу та обробки даних;
- ✓ інструментарій використання матеріалу для навчальної та наукової діяльності в контексті побудови індивідуальної траєкторії, що забезпечує формування необхідних компетентностей;
- ✓ централізоване сховище матеріалів (репозиторій) з розмежуванням прав доступу користувачів.

Підготовку студентів аграрних спеціальностей в умовах цифрового навчального середовища доцільно організовувати після погодження програми підготовки спеціалістів з фахівцями університету та формування групи слухачів. Під час вивчення студентами матеріалу необхідно проводити консультації та семінари для викладачів. Контроль можна забезпечити шляхом виконання тестів і контрольних завдань з вивчених тем. Підсумковий контроль та атестації повинні проводитися під керівництвом осіб, які відповідають за курс в умовах цифрового навчального середовища. Розробка відкритих освітніх ресурсів повинна здійснюватися з урахуванням сучасних програмних можливостей онлайн цифрового навчального середовища.

## **1.2. Особливості подачі навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Основною метою сучасної освіти є впровадження у навчальний процес нових інформаційних технологій та управління закладами освіти, створення вільного доступу до культурної, освітньої та наукової інформації. Інформатизація освіти сприяє розвитку системи безперервної освіти, яка передбачає індивідуальну траєкторію навчання. Доступ здобувачів вищої освіти до

різноманітних джерел інформації розвиває критичне мислення та самостійність, забезпечує творчий підхід до навчання. Інтеграція контенту цифрового навчального середовища із загальнотехнічних дисциплін в підготовку здобувачів вищої освіти є ефективним способом вирішення проблем вищої освіти, пов'язаних з пандемією та повномасштабним вторгненням.

Цифрові навички базуються на опануванні інформаційно-комунікаційних компетентностей, вони є важливим аспектом у набутті професійних компетентностей [285]. При проєктуванні змісту освіти необхідно враховувати загальні принципи його побудови та оновлення відповідно до вимог часу. Ефективність викладання загальнотехнічних дисциплін визначається результативністю навчальної діяльності [24]. У дослідженнях [31], [286] зазначено, що розробка та проведення практико-орієнтованих занять активізує та стимулює пізнавальний інтерес студентів до оволодіння необхідними загальними та професійними компетентностями, що також важливо під час вивчення загальнотехнічних дисциплін. Здобувачі вищої освіти потребують практико-орієнтованих курсів, які не лише надають інформацію, але й полегшують подальшу професійну діяльність [289]. Існує багато цифрових засобів навчання для викладання загальнотехнічних дисциплін, такі як віртуальні лабораторії, навчальні тренажери тощо [290]. Автори [26] зазначають, що хмарні рішення можна використовувати в інженерній освіті для створення та візуалізації технічних об'єктів, 3D-моделювання. Однак широке розповсюдження інтерактивного контенту в Інтернеті вимагає ефективних методів інтеграції такого типу контенту та його координації з необхідними компетентностями [36].

У контексті обговорення розробленої технології створення навчального контенту для курсів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища та її впровадження в навчальний процес необхідно зазначити, що освітній горизонт змінився з появою відкритих освітніх ресурсів. Емпіричні

дослідження використання відкритих цифрових ресурсів [32], [33] окреслюють вплив використання відкритих освітніх ресурсів на низку освітніх аспектів, таких як підвищення якості інженерних знань, розвиток навичок STEM тощо. Використання відкритих цифрових ресурсів, зокрема при вивченні загальнотехнічних дисциплін, сприяє формуванню та обміну освітніми знаннями. Автори [34] зазначають, що елементи відкритих освітніх ресурсів можна адаптувати та комбінувати для створення нових ресурсів, які краще відповідають конкретним потребам різних типів користувачів.

Технологія створення навчального контенту для відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін включає побудову відео, графічного та інтерактивного контенту. Дослідження показали, що відеоосвіта може бути корисним інструментом для вивчення технічних дисциплін, особливо для процесів, які важко візуалізувати. Відео дозволяють студентам переглядати навчальний контент у своєму власному темпі або за вимогою. Крім того, викладачі можуть перепрофілювати добре розроблені відеоролики, що зрештою скорочує час, необхідний для створення високоякісного навчального контенту [37]. В ході дослідження проблеми впровадження хмарних технологій в навчальний процес закладів вищої освіти автори роблять висновок про необхідність розвитку навичок користування технологіями [337]. Відкриті цифрові ресурси повинні розроблятися для конкретної мети та узгоджуватися із спеціалізованим тематичним змістом [38]. Запропонована технологія розроблена для загальнотехнічних дисциплін і враховує їх специфіку. Відео, графічний та інтерактивний контент, а також використання спеціальних інженерних сервісів дає змогу продемонструвати природні об'єкти та явища, вивчити принципи роботи машин та обладнання, поетапно представити методику інженерного розрахунку та розглядати та проєктувати технічні рішення [72]. Важливо підвищити обізнаність і знання викладачів щодо

використання доступних безкоштовних онлайнних цифрових інструментів. Під час вивчення загальнотехнічних дисциплін необхідно на практичному рівні зрозуміти та отримати навички роботи в умовах цифрового середовища, дати розуміння цифрових інструментів майбутнього фахівця та їх ефективності. Висвітлено практичні аспекти та досвід застосування функціонального підходу до розробки сучасних цифрових засобів навчання в ході проєктної діяльності та досліджено особливості організації індивідуальної роботи студентів та нові підходи в навчальному процесі з використанням сучасних інформаційних технологій [41], [291]. У контексті вивчення інженерної та комп'ютерної графіки для візуалізації технічних об'єктів в ряді досліджень [39], [292], [69] окреслено необхідність застосування сучасних засобів моделювання та проєктування. Графічне наповнення забезпечує більш наочне представлення продукту, відсутність необхідності в додатковій фізичній моделі, автоматизацію процесу, можливість використання 3D моделей в різних програмах і пристроях. Обґрунтовується досвід розробки та впровадження візуалізованих кейсів з використанням поєднання сервісів Google і цифрової комп'ютерної вимірної системи у процесі викладання фізики як STEM-дисциплін [40], [336]. На його основі виникає можливість автоматизованого розрахунку різноманітних властивостей виробу, таких як розрахунок теплорозподілу, масоінерційних характеристик, що важливо для міжпредметних зв'язків при вивченні загальнотехнічних дисциплін.

Представлено технологію створення навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти (рис. 1.2), яка включає створення відео, інтерактивного, графічного контенту. Описано етапи створення кожного із зазначених типів освітнього контенту, та окреслено його впровадження в умовах цифрового навчального середовища [68].

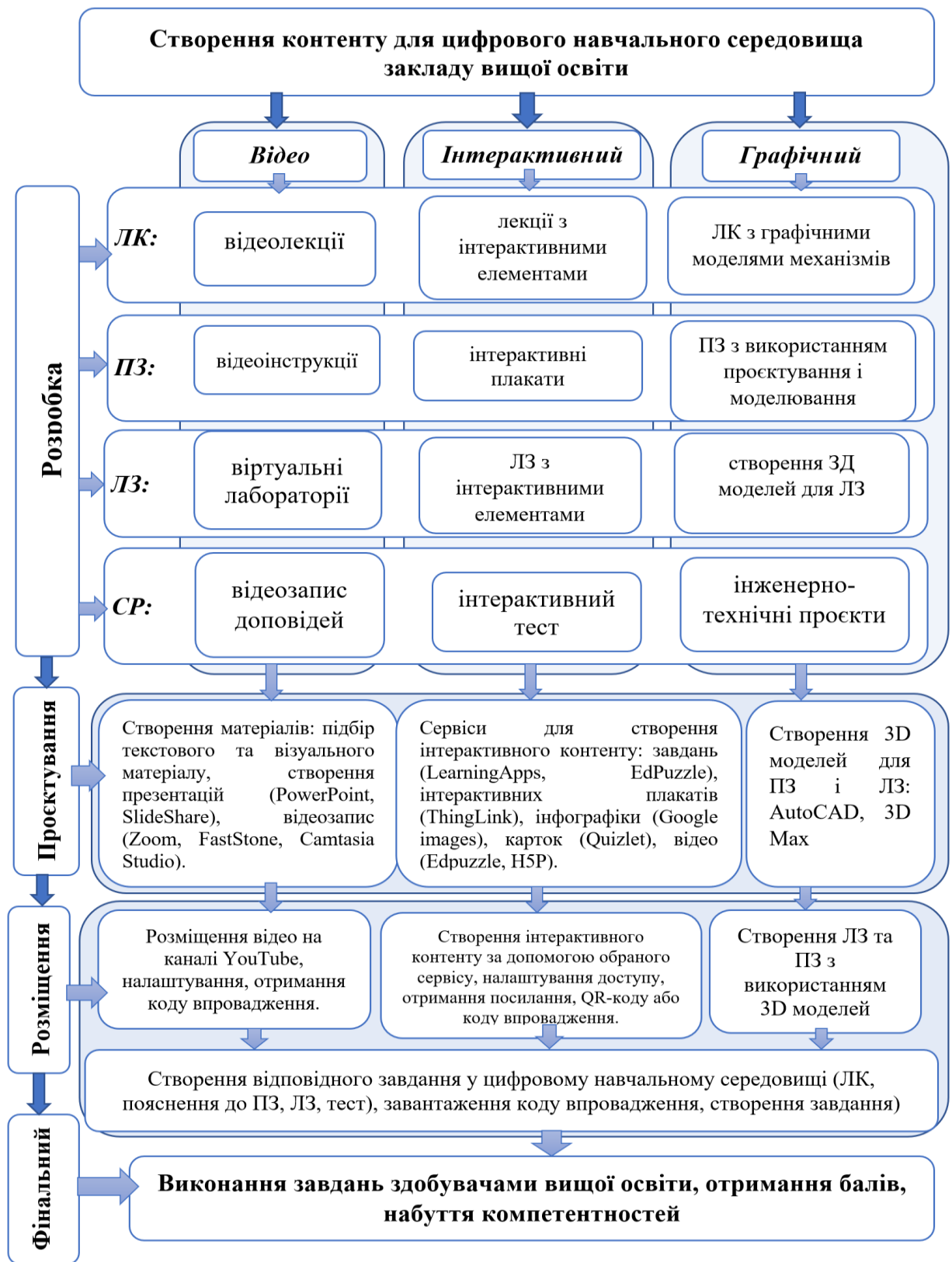


Рис. 1.2. Технологія створення навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти  
*Джерело: розроблено авторами*



Етап розробки включає створення відео, графічного та інтерактивного контенту для лекційних, лабораторних і практичних занять та самостійної роботи. Етап проєктування включає створення матеріалів на основі окресленого типу контенту. На етапі розміщення необхідно створити відповідне завдання на відкритому освітньому ресурсі через завантаження посилання, QR-коду або коду впровадження. Останній етап присвячений отриманню результатів.

Результатом використання даної технології є виконання здобувачами вищої освіти завдань, отримання балів та набуття компетентностей. Використання сучасних мультимедійних та інтерактивних технологій дозволяє підвищити наочність та ергономічність сприйняття навчального матеріалу, що позитивно впливає на мотивацію та ефективність навчання [213], [214].

Створення навчальних відео може підвищити залученість здобувачів вищої освіти до навчання та значно урізноманітнити навчальний процес на змішаних та онлайн-курсах. Можна ефективно інтегрувати аудіо- та візуальні елементи, щоб допомогти здобувачам вищої освіти краще зрозуміти складні поняття. Навчальні відео можуть мати різні цілі для досягнення навчальних цілей курсу. Це може бути як відеолекція, знята на камеру, так і пояснення навчального матеріалу у форматі скрінкасту (відео з екрана) за допомогою слайдів презентацій, схем чи інших графічних елементів. Готуючись до запису навчального відео, необхідно: ознайомитися з програмою курсу (очікувані результати, цілі, завдання, матеріали), обрати цифрові засоби для запису та монтажу відео. Розглянуто деякі ресурси для запису відеоконтенту. Zoom – сервіс для відеоконференцій, онлайн-зустрічей і дистанційного навчання, підходить для індивідуальних і групових занять. Перевагами при використанні цієї програми є можливість поділитися екраном зі звуком. FastStone Capture – потужна, легка, але функціональна програма для створення скріншотів, вона дозволяє записувати будь-яку дію на екрані, включаючи переміщення миші та голос з мікрофона. Редактор Camtasia Studio

дозволяє редагувати кліп після його створення, він має всі необхідні інструменти, такі як нарізка та додавання різних ефектів, є можливість додавати в проект аудіо та відео треки, компілювати та редагувати їх.

Інтерактивні технології збагачують процес навчання та залучають здобувачів вищої освіти до процесу сприйняття навчальної інформації. Вони інтегрують потужні освітні ресурси, можуть забезпечити середовище для формування ключових компетентностей, до яких також належать інформаційно-комунікаційні. Використання інтерактивних технологій, зокрема, інтерактивних завдань і вправ дозволяє: індивідуалізувати процес навчання; систематизувати навчальний матеріал з урахуванням різних способів навчальної діяльності; компактно подавати великий обсяг навчальної інформації, чітко структурувати та послідовно організовувати навчальний процес; посилити зорове сприйняття та полегшити засвоєння навчального матеріалу. За допомогою величезної кількості інтернет-ресурсів можна створити збірник інтерактивних завдань. Це можуть бути завдання такого характеру: на співвідношення понять і визначень; вставка пропущеної букви чи слова; кросворди, ребуси; пошук слова; вікторини з однією та багатьма правильними відповідями; інтерактивні ігри тощо [271].

Для створення інтерактивного контенту застосовуються сервіси для створення (LearningApps, EdPuzzle), інтерактивних плакатів (ThingLink), робочих таблиць (Google images), словникових карток (Quizlet), відео (H5P). Інтерактивний конструктор завдань Learning Apps створений для підтримки процесу навчання за допомогою інтерактивних модулів та вправ, також він має опцію створення інтерактивних модулів на основі шаблонів. Основна ідея інтерактивних завдань, які створюються завдяки цьому сервісу, полягає в тому, що студенти можуть перевірити та закріпити свої знання в ігровій формі, що сприяє формуванню їх пізнавального інтересу до певної дисципліни. Edpuzzle – онлайн-сервіс для створення відеороликів з можливістю додавання голосових

коментарів і запитань до матеріалу. Викладач може брати за основу відео з YouTube, Vimeo, KhanAcademy, TED-Ed, LearnZillio тощо, а також завантажувати їх з ПК. EDpuzzle інтегровано з Google Class, на основі одного відео є можливість створити інтерактивну вікторину з відкритими запитаннями або з вибором однієї відповіді з кількох, давати голосові коментарі та пояснення до відео або повністю його озвучувати [273]. Сервіс Thinglink – це інструмент для створення інтерактивної інфографіки або інтерактивних плакатів: інтерактивної карти, діаграми, таблиці. Між тим його можливості поширюються і на інші методи мультимедійної дидактики. Інтерактивна карта дозволяє уникнути перевантаження інформацією, зображеннями, написами. Інтерактивна таблиця має такі особливості: економічність і логічність побудови, читабельність, інтерактивність, візуалізація клітинок таблиці. Таблиця також може бути анімованою, з мінімальною кількістю друкованого тексту. У разі роботи з інтерактивною опорною схемою, натискаючи на окремі елементи, є можливість отримати більш повну інформацію або візуальне зображення. Інтерактивний аркуш у Google Docs – це цифровий інструмент для організації навчальної діяльності студентів за допомогою хмарних служб і веб-інструментів. Він може включати: елементи тесту, відкриті та закриті завдання, організацію роботи з текстом, проблемні завдання з поетапним виконанням, завдання на вміння класифікувати, порівнювати. Зворотній зв'язок викладача з технологією інтерактивних аркушів у Google Docs часто набуває форми коментарів на полях уже заповненого аркуша. Сервіс Quizlet для створення словникових карток дозволяє запам'ятовувати інформацію, яку можна подати у вигляді навчальних карток. Досить один раз ввести основні поняття та визначення, додавши до них картинки та аудіофайли, і система сама поєднує різні вправи та ігри. У Quizlet є сім способів роботи: режим карток – картки можна перевертати, щоб повторити терміни та визначення; режим запам'ятовування – на кожне питання необхідно двічі правильно

відповіді; буквенний режим – для визначення або позначення на рисунку терміну та оцінки, наскільки добре студент знає матеріал, орфографічний режим – необхідно написати те, що почув; режим тестування – автоматично створюються різні варіанти тестів (кореляція, множинний вибір, вірно/невірно, заповнення пропусків); два види ігор. H5P – зручний конструктор для створення інтерактивних завдань на основі шаблонів. Всі компоненти H5P виконані в сучасному форматі HTML5. За допомогою цього інструменту можна створювати інтерактивні відео, завдання, пропускати елементи, анкети, вікторини тощо.

Правильний графічний контент має вирішальне значення для створення інженерної 3D-моделі [212]. 3D-модель можна описати як модель, яка зображує об'єкт у режимі 3D-графіки, а процес розробки 3D-моделей називається 3D-моделюванням. Тривимірні моделі, які використовуються в таких галузях, як 3D-друк, дизайн інтер'єру, архітектура, кіно, ігри та анімація, є важливими компонентами цифрового виробництва. У 3D Max є можливість робити тривимірні моделі, є вбудовані фізичні і кінематичні функції, легко побудувати анімацію і отримати відео. 3D Max – візуалізатор, який широко використовується для дизайну інтер'єру чи екстер'єру. До переваг 3D Max відносяться: різноманітність навчальних матеріалів, розширень і готових бібліотек; попит на фахівців на ринку. Autodesk AutoCAD – це більш спеціалізоване середовище, яке використовують переважно інженери та архітектори. AutoCAD має великі можливості для моделювання технічних процесів. Переваги AutoCAD: велика кількість навчальних матеріалів та простота використання; спеціалізація в технічній галузі. Sketch-Up – дуже проста у використанні програма для простого моделювання будівель та інтер'єрів. Він розрахований на масове використання, а тому має вбудовану систему навчання і мінімум інструментів. Він інтегрований із сервісом Google Maps, щоб усі користувачі могли додавати на карту свої тривимірні моделі будинків та інших об'єктів.

Нижче представлено, яким чином запропонована технологія створення навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти може бути реалізована на базі конкретних прикладів. Під час засвоєння навчальних модулів з механіки матеріалів і конструкцій для здобувачів вищої освіти проводяться відеолекції, записані за допомогою Zoom. Для ознайомлення з методикою розрахунку практичних робіт модуля «Геометричні характеристики плоских перерізів» доцільно застосовувати відеоінструкції. У рамках виконання даних практичних робіт за допомогою сервісу Thinglink були розроблені інтерактивні плакати для знаходження центру ваги конструкції, моменту інерції, моменту опору перерізу та радіуса інерції. До модулів «Центральний розтяг і стиснення стержнів», «Кручення» впроваджено відеоінструкції до практичних робіт та інтерактивні плакати «Визначення поздовжнього зусилля в перерізах», «Визначення повного подовження або вкорочення стрижня» та «Визначення крутного моменту», «Визначення кута закручування». У лабораторних роботах «Випробування сталевого зразка на розтяг», «Випробування зразків анізотропних матеріалів на стиск» та «Випробування сталевого стрижня на кручення» використовували 3D моделі цих зразків до та після деформації. Під час виконання модуля «Згин», окрім відеолекцій та відеоінструкцій до практичних робіт, представлено інтерактивні плакати «Визначення поперечної сили та згинального моменту». Відеолекції та відеоінструкції до практичних робіт є інструментом підвищення наочності під час засвоєння теоретичного матеріалу. Інтерактивні плакати допомагають ознайомитися з послідовністю виконання практичних робіт та опанувати важливі поняття, користуючись опорними таблицями, рисунками тощо. 3D моделі в лабораторних роботах допомагають мати уявлення про перебіг деформації та її наслідки. Після кожного модуля здобувачі вищої освіти проходять інтерактивне тестування і таким чином закріплюють отримані знання.

Для засвоєння навчальних модулів з інженерної та комп'ютерної графіки розроблено відеолекції на основі презентацій теоретичного матеріалу та роботи з проектно-моделювальними програмами Autodesk AutoCAD, 3D Max, Sketch-Up, для запису екрану використовувалася програма FastStone Capture [274]. При опануванні модулів «Точка, пряма і площина на складальному кресленні», «Технічне креслення» використовувалися програми проектування та моделювання для креслення в двовимірному просторі Autodesk AutoCAD, 3D Max. Під час виконання модуля «Аксонометрія, перерізи, розрізи», «Креслення конструкції» використано створення 3D моделей у 3D Max, Sketch-Up. Для запису відеолекцій для відкритих освітніх ресурсів використовувався модуль H5P. Після завантаження коду впровадження відеолекції з YouTube додано інтерактивне запитання для закріплення отриманих знань. Вправи та тести, створені в додатку Learning Apps, створені для закріплення навичок, отриманих під час виконання графічних робіт.

У рамках вивчення теорії механізмів і машин за допомогою програми Camtasia Studio створено лекції з інтерактивними елементами. Виконання та обговорення практичної роботи модуля «Конструктивний аналіз механізмів» виконувалося за допомогою інтерактивної робочої таблиці в Google Docs. Креслення схем механізмів і кінематичних схем, побудова планів швидкостей, сил і прискорень модулів «Кінематичний аналіз механізмів» і «Кінетостатичний аналіз механізмів» здійснювалося за допомогою програм моделювання та проектування.

Таким чином, створення навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища потребує залучення додаткових програм для відеозапису, модулів для створення інтерактивних завдань, плакатів, таблиць, тестів та використання програм проектування та моделювання [67].

Для здійснення окресленої задачі важливо враховувати специфіку загальнотехнічних дисциплін. Інтерактивні лабораторні інструменти та інженерні калькулятори можуть бути корисними, щоб уникнути рутинних розрахунків і зосередитися на безпосередній темі уроку. Інтерактивна інфографіка в контексті інтерактивних лекцій є більш привабливим варіантом такого інструменту, оскільки ширше розкриває концепції та поняття. Інтерактивні плакати для практичних робіт дозволяють зберегти послідовність і логіку роботи та дають підказки та корисні поради під час виконання завдань.

Запропонована технологія створення навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін складається з наступних етапів: розробки, проєктування, розміщення, підсумкового. На етапі розробки окреслено методичні особливості створення відео, інтерактивного, графічного контенту для різних форм занять: лекцій, практичних і лабораторних занять та самостійної роботи. Відеоконтент включає відеолекції, відеоінструкції до практичних та лабораторних робіт, відеозапис доповідей здобувачів вищої освіти. Інтерактивний контент складається з лекцій та лабораторних робіт з інтерактивними елементами, інтерактивних плакатів, інтерактивних тестів. Графічний контент включає створення лекцій з графічними моделями, 3D моделі для лабораторних робіт; виконання практичних робіт з використанням програм моделювання та створення інженерно-технічних проєктів. Для створення кожного виду контенту на етапі проєктування запропонованої технології окреслені сервіси для досягнення освітніх цілей. На етапі розміщення в умовах цифрового навчального середовища викладач створює відповідне завдання у відкритому освітньому ресурсі (лекція, пояснення до практичного або лабораторного завдання, контрольна), завантажує код впровадження, створює завдання. Підсумковий етап враховує виконання завдань здобувачами вищої освіти, отримання балів, набуття компетентностей. Результатом використання запропонованої технології є формування

компетентностей із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

### **1.3. Застосування масових відкритих онлайн курсів в контексті викладання загальнотехнічних дисциплін**

Інженерія – це широка технічна сфера з багатьма аспектами вивчення, проектування, будівництва та моніторингу технічних і промислових об'єктів. Платформи онлайн-навчання, пов'язані з інженерією, дозволяють проходити онлайн-курси у власному темпі студента та отримувати сертифікати, які можуть бути цінними для їхнього резюме та підтримуватимуть академічну та професійну освіту.

Платформи онлайн-навчання пропонують різноманітні установи, які надають якісні навчальні ресурси. Протягом останніх років платформи онлайн-навчання набувають все більшої популярності у сфері освіти. Студенти з різними потребами та специфікою навчання можуть відвідувати широкий спектр спеціалізованих онлайн-курсів, які пропонують світові університети [215]. Необхідно визначити масові відкриті онлайн курси або їх елементи, які студенти та викладачі можуть використовувати для успішного навчання та провести педагогічний аналіз та дослідження технологічних можливостей їх використання в технічній освіті.

Масові відкриті онлайн курси вже продемонстрували великий потенціал для використання як альтернативної моделі професійного розвитку. Автори [272] зазначають, що найкориснішими англомовними платформами у сфері онлайн-курсів є Coursera, edX, Udacity та FutureLearn. Для країн, де англійська мова використовується як друга або додаткова мова, результати можуть бути особливо цікавими при розробці курсів англійської мови та відеолекцій. Масові відкриті дистанційні курси демократизували доступ до вищої освіти, але відсоток не повного проходження таких курсів здобувачами вищої освіти набагато вищий, ніж у випадку проходження студентами традиційних очних курсів [1]. Відзначено, що самостійне навчання опосередковує зв'язок між факторами



розробки курсу та намірами студентів щодо подальшого навчання. Матеріали масових відкритих дистанційних курсів можна застосовувати в якості додатків до традиційної моделі закладів вищої освіти [66]. Їх елементи можуть використовуватися як частина звичайних аудиторних університетських курсів в контексті змішаного навчання [28]. Було проведено тематичне дослідження з метою реалізації підходу, керованого даними, для виявлення та характеристики співпраці в онлайн-курсах на основі двох великих масових відкритих дистанційних курсів Coursera [43]. Також автори [21] зазначають, що взаємодія є показником якісного проектування курсу в онлайн-навчанні. Сприйняття ефективності масових відкритих онлайн курсів було представлено якістю передачі знань і якістю взаємодії. Автори [45] зазначають, що метою таких курсів є надання онлайн-освіти все більшій і неоднорідній аудиторії: учням шкіл, студентам університетів або професіоналам, які мають намір здобути чи розвинути свої навички, щоб краще реагувати на потреби ринку. Результати [47] показали, що методи онлайн навчання, включаючи доступ, зберігання і застосування інформації, мають позитивний і значний вплив на їх сприйняття. Досвід масових відкритих дистанційних курсів з NCSLab може бути використаний як приклад для формування курсів з інженерної освіти. В дослідженні [48] зазначено, що студенти, які завершили навчання, були більш здатні самостійно регулювати своє навчання та продемонстрували значно вищі рівні сприйнятої ефективності та залученості до змісту онлайн-навчальних курсів. Це особливо важливо для науково-технічних онлайн-платформ для навчання, оскільки вони вимагають професійних знань, аналітичних навичок і вміння працювати з абстрактними моделями фізичних явищ [49]. Незважаючи на те, що ЮНЕСКО та Цілі сталого розвитку ООН сформулювали критичну роль інженерії в досягненні сталих форм розвитку, залишається потреба проаналізувати дизайн, особливості та характер ініціатив, орієнтованих на сталий розвиток інженерної освіти [44]. Дослідниками [50] відзначено, що певним інструментам

та підходам, до яких відносяться попередньо записані лекції, інтерактивні сесії запитань і відповідей, вікторини для самооцінки віддають перевагу як студенти, так і викладачі.

Навчальні платформи масових відкритих онлайн курсів відрізняються не тільки функціоналом, але й тим, які проблеми вони можуть вирішувати, це може бути: корпоративне навчання, проходження курсів, інтеграція елементів курсів до навчання у закладах вищої освіти. Було розглянуто педагогічні особливості, характеристики та можливості онлайн-навчальних платформ, що надають курси з інженерної освіти, до яких належать Thinkific, Learnworlds, LearnDash, Ruzuku, Podia, Academy of mine, Kajabi, Wiziq, Skillshare, Treehouse, Udemy, LinkedInLearning, Coursera, EdX, Udaciti, Khan Academy, Iversty (Додаток М). Освітній контент платформи Thinkific представлений у вигляді відеоконтенту, форумів і вебінарів. Тематика курсів спрямована на розвиток інформаційної, інженерної та комп'ютерної компетентності. Моніторинг може здійснюватися за курсами, групами або особистими результатами студентів. Під час проходження курсу в Learnworlds студенти можуть робити нотатки, виділяти важливі моменти та отримувати сертифікати про проходження навчальних модулів та курсів. Зазначене середовище багатомовне, моніторинг ведеться за кожним студентом окремо, легко визначити, хто потребує додаткової уваги, а який матеріал потрібно доопрацювати [73]. Навчальний контент викладено різними темами, в тому числі про роботу з інженерними та медіапрограмами у вигляді інтерактивних відео, онлайн-тестів, електронних онлайн-підручників, мультимедійних презентацій, аудіофайлів.

LearnDash дає студентам загальну оцінку на основі проходження тестів і домашніх завдань, зокрема у сфері програмного забезпечення та опанування інженерних програм, створюючи аналітичний огляд оцінок для викладачів. В рамках курсів нараховуються бали за виконані завдання, також студентам за проходження курсу надаються сертифікати. Під час навчання в

Ruzuku студенти можуть планувати свій графік за допомогою календаря подій, брати участь у відеоконференціях і вебінарах. Платформа Rodia дозволяє отримати доступ до окремих розділів курсу одночасно, допомагаючи студентам навчатися за індивідуальною траєкторією. Зазначена платформа онлайн-навчання надає доступ до відеоконтенту та вебінарів на різні теми, наприклад, 3D-моделювання інженерних об'єктів, підприємництво, веб-дизайн тощо. Персоналізація є основою стратегії онлайн-курсів Academy of mine. Цю платформу можна використовувати для підвищення кваліфікації інженерів, лінгвістів, економістів тощо. Курси поділяються на рівні: базовий, поглиблений та курси для самостійної підготовки. Матеріали представлені в текстовому, PDF та відео форматах. Практична частина курсів формується за допомогою мультимедійних онлайн-презентацій, інтерактивних засобів роботи з екраном. Перевірка знань здійснюється за допомогою опитувань і тестів, а після кожної теми відбувається обговорення висвітленого на форумі матеріалу [293].

Кажабі активно використовується для підвищення кваліфікації та навчання протягом життя. Розсилаючи повідомлення та нагадування електронною поштою, платформа онлайн-навчання запрошує користувачів до участі у вебінарах та активно використовує блоги замість звичайного тексту для подання інформації. WizIQ пропонує викладачам простий спосіб налаштувати віртуальні класи для інтерактивних онлайн-курсів. Застосовуються новітні інструменти для навчання в реальному часі, такі як дошки обговорень, потокове відео, мобільні додатки, оцінювання та аналітика. Платформа WizIQ використовується на підприємствах, в освітніх організаціях, коледжах, університетах, репетиторських компаніях і компаніях з підготовки тестів для підвищення кваліфікації та додаткового навчання. Skillshare зосереджена на графічному дизайні, технічних темах, таких як інформатика, аналітика та електронна комерція. Кожне заняття Skillshare розраховане на 20-60 хвилин та доповнене проєктом та

дискусійним форумом спільноти для спілкування. Відкрита дискусія дуже корисна для творчих тем, оскільки студенти можуть поділитися своїм прогресом і отримати відгук від інших. UdeMy – одна з найкращих платформ для онлайн-курсів з машинного навчання та веб-розробки та аналітики даних. Створюючи свій відеоконтент, викладач повинен орієнтуватися на тридцяти хвилинний обсяг відео [294]. UdeMy пропонує цілодобову безкоштовну підтримку та велику бібліотеку корисних статей із інженерної тематики.

Treehouse включає понад 300 курсів технічного кодування та розробки. Платформа співпрацює з великими компаніями, зокрема такими як Microsoft, IBM Watson, Amazon і Google Developers. Їхній генеральний план включає спеціальні курси, інтерактивні заняття та доступ до їхньої онлайн-спільноти. Платформа забезпечує персоналізований огляд, підтримку в реальному часі та власну навчальну програму. Завдяки понад 1000 бізнес-курсів на такі теми, як управління проєктами, веб-розробка та цифровий маркетинг, LinkedIn Learning підходить для практикуючих фахівців, які постійно хочуть вдосконалювати свої навички. Платформа також пропонує сертифікати, які можна додати до профілю LinkedIn, продемонструвавши досвід і покращивши онлайн-резюме. Вона включає в себе навчальні курси з таких розширених програм, як Adobe Photoshop, Flash, Dreamweaver, Adobe Fireworks, UltraDev, Adobe Illustrator, Adobe Acrobat, а також курси з основ веб-дизайну. Курси EdX мають збалансоване розташування теоретичних (лекції) і практичних (реферати, лабораторні роботи тощо) завдань. Здобувач вищої освіти, який успішно пройшов програму навчання, отримує сертифікат, що підтверджує отримані знання. Кожна навчальна послідовність складається з коротких відеороликів, які перемежуються інтерактивними навчальними вправами, де студенти можуть відразу практикувати аспекти, окреслені у відео. Курси включають відео, онлайн-підручники і онлайн-форуми для обговорень, де студенти можуть публікувати та переглядати

запитання та коментарі один від одного та від помічників викладача [295]. При необхідності в курс включені онлайн-лабораторії. Сьогодні Udacity пропонує користувачам понад 40 курсів з різних аспектів розробки програмного забезпечення, створення веб-сайтів, розробки технологічних стартапів тощо. Особливість Udacity полягає в тому, що курси розділені на 4 рівні складності: NewToTech, Beginner, Intermediate і Advanced. Програми навчання для платформ розроблені у співпраці з понад 13 компаніями, включаючи такі корпорації, як Google, Facebook, Nvidia, Salesforce та інші. Курс складається з кількох відеолекцій, кожна з яких містить практичні завдання для закріплення набутих навичок. Після закінчення курсу слухачі безкоштовно отримують сертифікати з підписами викладачів.

Iversity використовує візуальні елементи (відеолекції, анімацію, графіку), інтерактивні елементи (симуляції) та письмові матеріали (наукові статті). Викладач і учасники курсу можуть спілкуватися один з одним на форумах для обговорення. Тьютори можуть використовувати тести, щоб отримати відгук про успішність учасників курсу [296]. Іспити можна скласти онлайн або у формі підсумкового проєкту. У випадку співпраці з платформою університет може запропонувати кредити Європейської системи трансферу та накопичення (ECTS). Це дозволяє студентам отримувати кредити з курсу та застосовувати їх під час навчання в університеті. Кредити ECTS можна використовувати в будь-якому європейському закладі вищої освіти. Khan Academy – це некомерційна організація, яка прагне змінити освіту на краще, надаючи безкоштовну та якісну масову освіту. Веб-сайт академії надає доступ до колекції з понад 4200 безкоштовних мікро-лекцій з математики, історії, здоров'я та медицини, фінансів, фізики, хімії, біології, астрономії, економіки, хімії, політології, історії мистецтва, макро- та мікроекономіки, комп'ютерних наук.

Coursera – це професійна мережа онлайн-курсів із віртуальними заняттями від найкращих світових компаній та університетів, таких

як Мічиганський університет, Дьюк, Стенфорд тощо. Курси тривають 4-6 тижнів, включаючи відеолекції, рецензовані завдання та дискусійні форуми. Тут представлені курси з фізики, техніки, гуманітарних наук і мистецтва, медицини, біології, математики, інформатики, економіки та бізнесу. Кожен курс включає відеолекції з субтитрами, текстові нотатки, домашні завдання, тести та підсумкові іспити. Доступ до курсів обмежений у часі, а кожне домашнє завдання або контрольна робота має бути виконана лише протягом певного періоду часу [299]. Після завершення курсу, за умови успішного виконання проміжних завдань та підсумкового іспиту, студенту видається сертифікат про закінчення.

У контексті дослідження пропонується здійснювати застосування онлайн-навчальних курсів з технічної освіти на базі онлайн-платформи Coursera через різноманітність курсів, представлених на платформі. В контексті доповнення курсу в умовах цифрового навчального середовища доцільно інтегрувати елементи масових відкритих онлайн курсів. Наприклад, у курсі «Інженерна графіка» використовувалися тести та завдання з масових відкритих онлайн-курсів: Matlab програмування для інженерів і науковців (Vanderbilt University), Autodesk CAD/CAM/CAE для механічної інженерії (Autodesk), Моделювання і дизайн для інженерів-механіків на основі Autodesk Fusion 360 (Autodesk). У курсі «Інженерна механіка» використовувалися навчальні відео з масових відкритих онлайн-курсів: Вступ до інженерної механіки (Georgia Institute of Technologies), Застосування в інженерній механіці (Georgia Institute of Technologies), Механіка: рух, сили, гравітація від частинок до планет (UNSW Sydney (University of New South Wales)); Проектування машин (Georgia Institute of Technologies), Матеріалознавство: 10 речей, які повинен знати кожен інженер (University of California, Davis). У курсі «Механіка матеріалів і конструкцій» використовувалися навчальні матеріали, тести та відео з масових відкритих онлайн-курсів: Механіка матеріалів I: Основи напружень і деформацій та осьове навантаження, Механіка

матеріалів II: Тонкостінні судини під тиском і кручення, Механіка матеріалів III: Згин балок; Механіка матеріалів IV: Теорії прогинів, викривлення, комбінованого навантаження та руйнування (Georgia Institute of Technologies). В контексті вивчення фізики можуть бути використані навчальні матеріали та відео з масових відкритих онлайн-курсів: Вступ до електрики та магнетизму (Rise University), Лінійні схеми: Аналіз постійного струму (Georgia Institute of Technologies), Вступ до термодинаміки: передача енергії звідси туди (Мічиганський інститут), Розуміння сучасної фізики II: Квантова механіка та атоми (Hong Kong University of Science and Technology); Вступ до механіки (Rise University).

Дослідники [287] зазначають, що розвиток відкритих онлайн-курсів відкриває можливість доступу до якісного навчання будь-якій людині незалежно від її географічного розташування, соціально-економічного рівня чи професії. Завдяки гнучким онлайн-моделям навчання створюється можливість проводити навчання з урахуванням особистих особливостей студентів [300]. Крім того, зазначені курси пропонують не тільки професійний контент і набуття компетентностей, але й базові навички, такі як креативність, критичне мислення та самонавчання [301], [304]. Щодо матеріалів, то вони мають бути доступними та характеризуватися зрозумілістю та модульною структурою, що дозволяє покращити мотивацію та полегшити навчання [288].

Відповідно до необхідності набуття професійних компетентностей та інформатизації освіти, важливим аспектом є застосування навчальних онлайн-платформ в технічній освіті, що розвиває вміння працювати із зовнішніми інформаційними ресурсами, надає змогу отримання досвіду від професіоналів-практиків та надає можливість вивчення алгоритмів роботи з обладнанням та механізмами [302], [303]. Курси з технічних дисциплін базуються на відборі викладачами спеціалізованих кафедр елементів для доповнення вивчення інженерних дисциплін та відборі компетентностей відповідно до освітньої програми та

закріпленні їх за інструментами/темами/модулями/курсами в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

Зміст навчального онлайн-курсу буде передано за допомогою різноманітних медіа-форм і методів. Кожний блок складається з наступних теоретичних форм навчання:

1. Основним дидактичним інструментом, як правило, є навчальне відео (тривалістю 3-7 хвилин) або будь-яка інша форма візуалізації, наприклад презентація, текст або рисунок, що найбільш ефективно передає основний зміст блоку.

2. Учасники курсу можуть задавати та шукати відповіді на запитання на дискусійному форумі, а також відповідати на запитання інших учасників. Викладач має можливість ставити учасникам конкретні запитання та заохочувати їх до участі в обговоренні, а також модерувати поточні обговорення.

3. Вебіари, конференції, круглі столи є ефективними інструментами спілкування з учасниками курсу, оскільки це ефективний спосіб залучити студентів до соціальної та професійної взаємодії та підвищити їх рівень мотивації до вивчення дисципліни.

4. У кожному розділі слід також посилатися на відповідну літературу або надавати гіперпосилання на наукові статті, щоб учасники могли всебічно ознайомитись із вмістом і заглибитися в тему.

Щоб дати учасникам курсу можливість ознайомитися зі змістом і темою на глибшому рівні, поза теоретичними ресурсами, в розділі можуть бути запропоновані практичні форми навчання, які окреслені нижче.

1. Модульні контрольні роботи виконуються паралельно до модулів у вигляді 3-4 контрольних завдань для оцінки розуміння змісту. Доповнення інтерактивними елементами також збільшує концентрацію уваги та дозволяє учасникам курсу активно взаємодіяти з його вмістом.

2. Фінальний тест дозволяє учасникам в рамках запропонованих форматів (множинний вибір, бінарні запитання,



довільний текст) закріплювати отримані знання та отримувати об'єктивну оцінку їх засвоєння.

3. Виконання домашнього завдання документує прогрес навчання здобувача вищої освіти в кінці кожного модуля. Дослідження показали, що курси з регулярними домашніми завданнями дають більший відсоток завершення. Завдання на вирішення деяких інженерних задач із взаємооцінкою учасниками один одного можна запропонувати як домашнє завдання.

4. Проєкт також може бути оцінений колегами по курсу. Існує фіксований кінцевий термін, але також існує гнучкість щодо того, як проєкт виконується протягом цього періоду. Проєкти підходять для масштабних завдань, які можуть охоплювати весь курс і вимагати загального робочого часу понад 6 годин.

Підсумковий контроль здійснюється шляхом накопичення балів за модулями та складання підсумкового іспиту. Іспити на платформах масової відкритої освіти представлені у вигляді тестів, обмежених часовими рамками. Дискусійний форум можна вимкнути або заблокувати, щоб запобігти обміну інформацією між учасниками. Наразі серед типів завдань пропонуються тести з одним і кількома варіантами відповіді, завдання з довільним текстом і короткі есе. Інші форми взаємодії та типи завдань також можуть бути інтегровані, їх можна перенести безпосередньо в курс, або зовнішні сервіси можуть бути інтегровані в структуру курсу. Сертифікати та додатки є підтвердженням успішності набутих знань та навичок. Щоб підвищити цінність сертифікатів і, зокрема, зробити їх привабливими для учасників, за рішенням закладу вищої освіти можливо присуджувати бали ECTS відповідно до Європейської кредитно-трансферної системи. Оволодіння теоретичними та практичними формами навчання в умовах масових відкритих онлайн курсів та їх інтеграція в цифрове навчальне середовище закладу вищої освіти забезпечують прогрес у рівнях досягнення компетентностей студентами інженерних спеціальностей. Інтеграція масових відкритих онлайн курсів під час вивчення

загальнотехнічних дисциплін може здійснюватися на базовому, середньому або високому рівнях.

Базовий рівень застосування навчальних онлайн-платформ в технічній освіті характеризується наявністю теоретичних знань. З навчальних відео студент має уявлення про основні терміни та процеси в машинобудуванні та техніці. Середній рівень застосування навчальних онлайн-платформ в технічній освіті враховує наявність теоретичних знань, що характеризують базовий рівень, а також розуміння методів вирішення інженерних задач, виконання розрахунків і креслень, знання підтверджуються складанням тестів. Поглиблений рівень застосування онлайн-навчальних платформ в технічній освіті враховує наявність ключових компонентів, що характеризують середній рівень, а також забезпечує навички самостійного формування інженерних проєктів, для виконання яких студент використовує додаткові інформаційні ресурси та програми проєктування та моделювання. Елементи курсу використовувалися під час вивчення дисциплін інженерна графіка, інженерна механіка, механіка матеріалів і конструкцій на базі курсів онлайн-платформи навчання Coursera. Результатом є застосування елементів масових відкритих онлайн курсів у навчальній діяльності студентів інженерних спеціальностей під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти з метою покращення результатів навчання та набуття компетентностей.

#### **1.4. Організаційно-педагогічні умови вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах компетентнісно-орієнтованого цифрового навчального середовища**

Динамічне зростання обсягу знань, які має отримати студент за роки навчання у закладах вищої освіти, підвищення вимог до його загальної та фахової підготовки зумовлює нагальну необхідність всебічного охоплення системи освіти, педагогічних методів,

зовнішніх та внутрішніх факторів формування фахівця [233]. У дослідженнях [298], [304] зазначено, що зміна закономірностей та особливостей професійної підготовки та їх використання в навчальному процесі вимагає постійного моніторингу інформації щодо освітніх результатів та методик і технологій викладання.

Для вирішення проблеми підвищення якості сприйняття навчального матеріалу у закладі вищої освіти запроваджуються організаційно-педагогічні умови, які передбачають інтегрованість, регулярність та моніторинг навчальної діяльності і як результат – набуття компетентностей [181], [191]. Такі умови можуть сприяти формуванню важливих складових професійної компетентності, а також досягненню двох стратегічних цілей – підвищення ефективності всіх видів освітньої діяльності та підвищення якості підготовки здобувачів вищої освіти відповідно до вимог сучасного інформаційного суспільства [51], [52]. Актуальність дослідження проблеми визначається сукупністю факторів. По-перше, це інтеграція навчання в умовах закладів вищої освіти та компетентнісно-орієнтованого освітнього середовища. На етапі трансформаційних процесів у сучасному суспільстві процеси інтеграції набувають глобального значення, стають необхідною умовою зростання професіоналізму фахівця. По-друге, проблема забезпечення систематичної інтерактивної роботи та продуктивності рейтингових завдань у компетентнісно-орієнтованому навчальному середовищі зумовлена необхідністю вирішення соціально-педагогічних суперечностей між потребами педагогічної науки та необхідністю прогнозування тенденцій розвитку системи освіти, соціальних запитів суспільства на підготовку фахівців та реальної практики [305]. По-третє, об'єктивна необхідність системного моніторингу та контролю процесу навчання визначається потребами розробки та аналізу тенденцій розвитку вищої освіти. У дослідженнях в галузі професійної освіти [71], [306] відзначено, що оптимально підібрані організаційно-педагогічні умови вивчення загальнотехнічних дисциплін засобами цифрового компетентнісно-

орієнтованого навчального середовища сприяють формуванню вміння майбутнього інженера працювати в сучасних умовах.

Процес формування педагогічних умов визначається необхідністю виявлення тих аспектів, які сприяють реалізації основних принципів фахової освіти як практичного засобу професійної діяльності. Відзначено, що за останні роки у світі відбулися радикальні зміни, які поставили нові цілі для модернізації освіти на основі цифрового середовища, яке орієнтоване на набуття компетентностей [59], [307]. Організаційно-педагогічні умови для вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового компетентнісно-орієнтованого навчального середовища включають:

1) інтеграцію навчального процесу в контексті очного навчання в умовах закладу вищої освіти та використання цифрового компетентнісно-орієнтованого середовища;

2) забезпечення систематичної інтерактивної роботи та продуктивності рейтингових завдань у цифровому навчальному середовищі, яке орієнтовано на набуття компетентностей;

3) систематичний моніторинг і контроль за процесом підготовки здобувачів вищої освіти.

Інтеграція навчального процесу в умовах очного навчання закладу вищої освіти та компетентнісно-орієнтованому цифровому середовищі є одним із найбільш перспективних інновацій, які можуть вирішити численні проблеми сучасної системи освіти. Інтеграція вимагає використання різноманітних форм навчання, які мають вплив на ефективність сприйняття здобувачами вищої освіти навчального матеріалу із загальнотехнічних дисциплін. Це дає можливість формувати якісно нові знання здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей, що характеризуються вищим рівнем мислення, динамічним застосуванням у нових ситуаціях, підвищенням ефективності та системністю роботи.

Для вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового компетентнісно-орієнтованого навчального середовища, потребують розвитку методичні та технологічні навички здобувачів

вищої освіти та викладачів, які здійснюють їх підготовку. Методична майстерність вимагає знання загальнотехнічних дисциплін, що вивчаються в умовах компетентнісно-орієнтованого навчального середовища та потребує структурування навчального інформаційного контенту, який можна представити в актуальній формі інтерактивних засобів навчання, таких як інтерактивні лекції, навчальні онлайн тренажери, мультимедійні презентації, творчі роботи, індивідуальні завдання тощо. Технологічні навички передбачають вміння працювати з технікою, необхідно визначити раціональні межі вимог до персоналу, який буде працювати з програмним забезпеченням; координації та поетапного виконання дій та операцій, спрямованих на досягнення бажаного результату.

Навчальний процес потребує постійного контролю з метою своєчасної корекції. Для цього використовується моніторинг. Моніторинг – це система постійного контролю за розвитком та виконання цілісного процесу, який аналізується за спеціально підібраними параметрами та на основі прийнятих критеріїв. Систематичний моніторинг і контроль за процесом вивчення загальнотехнічних дисциплін здобувачами вищої освіти інженерних спеціальностей в цифровому компетентнісно-орієнтованому навчальному середовищі сприятиме інтенсифікації їх вивчення та набуття компетентностей за фахом [53], [308].

Виконання першої умови було забезпечено через вивчення загальнотехнічних дисциплін в рамках інтеграції аудиторного навчання та навчання в умовах компетентнісно-орієнтованого цифрового середовища. Реалізація другої умови здійснювалися за допомогою онлайн-курсів з різноманітними засобами навчання: інтерактивними лекціями, онлайн навчальними тренажерами, мультимедійними презентаціями, творчими проєктами, індивідуальними завданнями тощо. До цих засобів навчання при формуванні завдань із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища окрім балів за виконання прикріплювалися компетентності, які набуває студент при

виконанні того чи іншого завдання. Моніторинг повинен виконуватися по відношенню до виконання завдань, складання тестів, відвідування курсу, опанування навчальних модулів, виконання контрольних завдань. Моніторинг якості опанування загальнотехнічних дисциплін може бути як рейтинговий, так і моніторинг набуття компетентностей в умовах цифрового навчального середовища [201], [[310].

Таким чином, обґрунтовано організаційно-педагогічні умови вивчення загальнотехнічних дисциплін засобами компетентнісно-орієнтованого середовища. До таких педагогічних умов відноситься інтеграція навчального процесу в контексті аудиторного навчання та використання компетентнісно-орієнтованого цифрового навчального середовища, що забезпечує системну інтерактивну роботу, виконання рейтингових завдань в навчальному середовищі, яке орієнтовано на систематичний моніторинг і контроль за процесом підготовки здобувачів вищої освіти. Реалізація зазначених організаційно-педагогічних умов передбачає оптимізацію навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти.

### **1.5. Реалізація підходу змішаного навчання під час викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Сучасні умови розвитку технологій змінюють навчальний процес у закладах вищої освіти. В останні роки розвиток інформаційних технологій спричинив проблему модернізації системи технічної освіти. Суть такої модернізації вимагає оновлення концепції інтеграції цифрової освіти з аудиторною формою навчання, а також технологій вивчення технічних дисциплін. Технологія вивчення загальнотехнічних дисциплін дидактично обґрунтовується в системах технічних, технологічних і методичних знань та умінь. Сучасні цифрові та інформаційні технології відкривають нові перспективи для підвищення ефективності

вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах змішаного навчання в контексті інженерної освіти.

Професійна підготовка майбутнього фахівця в галузі інженерної освіти повинна містити не лише систему спеціальних технічних знань і особистісних дій, але й визнаватися отриманням відповідних компетентностей. Виникла необхідність розробки педагогічних технологій для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах змішаного навчання в контексті інженерної освіти.

Дослідженням та розробкою дидактико-методичних, теоретичних та емпіричних розробок з методики вивчення технічних дисциплін займаються науково-педагогічні працівники закладів вищої освіти. Дослідники [46], [311] зазначають, що криза, спричинена пандемією та повномасштабним вторгненням, має спонукати до пошуку нових технологій, університети повинні готувати студентів до довгострокового майбутнього та вирішення нагальних глобальних викликів. План дій цифрової освіти (2021-2027) закликає до посилення співпраці на європейському рівні, щоб винести уроки з кризи COVID-19, під час якої технології в освіті використовувалися в безпрецедентних масштабах та адаптації освітніх систем до потреб цифрової ери [54], [57]. Авторами [312], [356] виділено декілька особливостей практично корисного досвіду навчання, який може покращити навчання студентів, включаючи співпрацю, відкритий доступ до освіти та проблемне навчання. Але існує важливість саморегуляції та вивчення нових технологій як невід'ємної частини цифрової грамотності у закладах вищої освіти. Поєднуючи багаторічний досвід і практику дослідження дистанційної освіти зазначено важливість мультимедійного програмного забезпечення дистанційної освіти. Науковцями [58], [313] зазначено, що сьогодні навчання в умовах цифрового середовища стало життєздатною альтернативою традиційним методам.

Використання змішаного навчання у закладах вищої освіти має три виміри: інтенсивність, регулярність та інтерактивність. Автори [362], [314] зазначають, що розробка змішаних навчальних середовищ пов'язана з чотирма ключовими проблемами: дотримання гнучкості, стимулювання взаємодії, полегшення процесів навчання студентів і сприяння емоційному навчальному клімату. Фахівці в галузі професійної освіти у своїх дослідженнях [315], [397] акцентують увагу, що курси, які поєднують очне та онлайн навчання, такі як змішані, гібридні, перевернуті та інвертовані, є корисним інструментом для набуття знань у технічній галузі.

Під час навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти існують актуальні технологічні проблеми щодо розробки комп'ютерного оцінювання та завдань, що розвивають здібності, необхідні студентам у подальшій роботі, особливо це актуально для здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей. Зазначено необхідність розвитку STEM-освіти, так як такі навички цінуються в багатьох секторах економіки та є актуальними в контексті подальшого працевлаштування фахівця [400]. В ході дослідження участі студентів у синхронній взаємодії електронного навчання [316], [399], результати показали, що інтерактивний тип лекцій є ефективним. Дослідники [398] відзначають, що сучасним інженерам потрібно мати не лише набір глибоких здібностей у певній галузі, але й більш комплексні навички, які дозволять їм зрозуміти, як інтегрувати свої знання в більш широку функціональну систему.

Інженерна освіта зіткнулася з інноваціями в науці та технологіях, тому виникла потреба зміни освітніх програм, процесів викладання та навчання, оцінювання [366]. Технічна освіта вимагає від студентів попередніх знань математичних інструментів та аналітичних навичок. У дослідженнях [317], [347] визначено, що навчання на основі кейсів та виконання інженерних проєктів є ефективним інструментом набуття фахових компетентностей у



складі будь-якого інженерного курсу. Опанування навичок справлятися зі складними ситуаціями є важливим для подальшої професійної діяльності, де несподівані обставини трапляються регулярно [318], [405]. Автори [408] відзначають, що у процесі викладання технічних дисциплін необхідно знати основи дидактики, психології та педагогіки, а також бути фахівцем у спеціалізованій галузі.

Представлено технологію вивчення загальнотехнічних дисциплін на основі використання цифрового навчального середовища в умовах змішаного навчання (рис. 1.3). Ця технологія передбачає органічне поєднання двох форм навчання – аудиторної та навчання в умовах цифрового середовища закладу вищої освіти.

Під час навчання в умовах цифрового навчального середовища передбачено використання відеолекцій, мультимедійних презентацій до теоретичного контенту, а також застосування інтерактивного контенту. Відеолекція є логічно завершеною ланкою єдиної замкнутої системи – курсу відеолекцій. Для наочності навчальної інформації застосовуються візуальні елементи, такі як діаграми, рисунки, графіки, формули, які подаються як підтвердження словесної інформації. Зміст відеолекції має відповідати робочій навчальній програмі, відображати останні досягнення науки, висвітлювати перспективи подальшого розвитку наукових досліджень за фахом. Інтерактивний контент передбачає подання навчального матеріалу із загальнотехнічних дисциплін з підтримкою у вигляді питань самоконтролю та зворотнього зв'язку [202].



Рис.1.3. Технологія вивчення загальнотехнічних дисциплін на основі використання цифрового навчального середовища в умовах змішаного навчання

*Джерело: розроблено авторами*

Практичні заняття передбачають розв'язування задач, виконання експериментальних завдань та розрахункових проєктів. Основними елементами практичних завдань є: чітко сформульована мета розв'язування задач певного типу чи оволодіння методом, ретельно розроблена система задач, які будуть розв'язуватись і пропонуватись як домашнє завдання, відповідно підібрані методи та організаційні форми, засоби навчання, підготовка до виконання завдань, контроль стану сприйняття студентами інформації та способів розв'язування, набутих умінь і навичок [203].

Виконання експериментальних завдань або розрахункових проєктів із загальнотехнічних дисциплін починається з аналізу змісту задачі. Наступним кроком є уточнення її умов та аналітичний етап. Аналітична стадія задачі базується на попередній оцінці і веде до операційної стадії – виконання графічних і розрахункових дій. Заключний етап включає аналіз результатів та підбиття підсумків.

Сучасне навчання передбачає роботу в освітніх середовищах, що містять методичні рекомендації, відеоінструкції, форуми, семінари та конференції. Відеоінструкції є основою для виконання різних видів завдань. Лабораторні заняття передбачають проведення лабораторних робіт та експериментальних розрахунків, дослідів з використанням приладів, інструментів та інших технічних засобів, вони забезпечують дослідження різноманітних явищ за допомогою спеціального обладнання [204].

В рамках цифрового навчального середовища лабораторні та експериментальні роботи базуються на використанні мультимедійних технологій та інтерактивному наповненні онлайн-курсу. Такий контент включає відеоінструкції до лабораторних робіт, презентації з поясненнями проєктної частини та теоретичні відомості щодо виконання розрахунків. Технологія вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища передбачає вихідний та модульний види контролю.

Наприклад, в розрізі дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка» модуль «Технічне креслення» включає відеолекцію,

відеоінструкцію до графічної роботи «Виконання креслення деталі в AutoCAD», вебінар з презентацією робіт майбутніх інженерів. Інтерактивна лекція, відеоінструкція до роботи «Побудова аксонометрії за трьома видами, виконання розрізу, перерізу», інтерактивний онлайн-тест, онлайн-захист графічної роботи є складовими засвоєння модуля «Види, розрізи, перерізи. Аксонометрія». Модуль «Ескізування. Виконання складальних креслень деталей» складається з відеолекції, виконання ескізу деталі та деталювання складального креслення, вебінару із захистом графічних проєктів. Модуль «Креслення схем» включає інтерактивну лекцію, відеоінструкцію до практичної роботи та онлайн тестування.

Окреслено онлайн інструменти вивчення загальнотехнічних дисциплін для підготовки майбутніх інженерів в умовах цифрового навчального середовища. Запропонована технологія реалізації підходу змішаного навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти передбачає органічне поєднання двох форм навчання – аудиторної та навчання в рамках зазначеного цифрового середовища закладу вищої освіти. Результатом запропонованої технології є отримання знань та набуття компетентностей із загальнотехнічних дисциплін.

### **1.6. Особливості викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти**

В сучасних умовах аграрні заклади вищої освіти стикаються з необхідністю впровадження інноваційних методів навчання, що поєднують традиційні підходи з новітніми цифровими технологіями. Це сприяє підготовці конкурентоспроможних фахівців, здатних ефективно працювати в умовах постійних технологічних змін та викликів, які постають перед аграрним сектором. Розвиток цифрових технологій суттєво впливає на всі сфери життя, включаючи освіту. Впровадження цифрових інструментів у

викладанні загальнотехнічних дисциплін відкриває нові можливості для оптимізації навчального процесу, покращення доступу до знань і підвищення якості підготовки фахівців [211]. Це особливо важливо для аграрної галузі, де сучасні технічні рішення відіграють ключову роль у підвищенні ефективності виробництва, раціональному використанні ресурсів та забезпеченні сталого розвитку [319], [357]. Розглянемо особливості викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладів вищої освіти аграрної галузі.

Завдання з *інженерної та комп'ютерної графіки* повинні бути спрямовані на розв'язання конкретних задач, що виникають в аграрному секторі, наприклад, проектування систем іригації, розробка планів ділянок для вирощування культур, моделювання конструкцій теплиць тощо. Навчальні кейси та проекти мають включати ситуації з аграрного сектора, що дозволяє студентам використовувати інженерну графіку для вирішення реальних агротехнологічних проблем. Для майбутніх інженерів також необхідна адаптація графічних завдань до специфіки переробки продукції тваринництва та рослинництва. Це може включати створення креслень технологічного обладнання, трубопроводів, розробку схем розміщення обладнання на виробництві, а також проектування різних компонентів виробничих ліній. Задачі та приклади, що використовуються в курсі, можуть бути взяті з реального виробництва, що допоможе студентам краще розуміти, як теоретичні знання застосовуються на практиці [61].

Викладання інженерної графіки для студентів аграрних закладів вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища має свої специфічні особливості, які зумовлені як загальними вимогами до інженерної підготовки [354]. Вивчення інженерної графіки в цифровому середовищі передбачає активне використання програм для комп'ютерного проектування (CAD), таких як AutoCAD, SolidWorks, або специфічних для аграрної сфери програмних пакетів. Це дозволяє студентам створювати та

редагувати технічні креслення, моделювати деталі та агрегати. Використання програм для симуляції дозволяє студентам не лише проєктувати, але й перевіряти працездатність конструкцій у віртуальному середовищі, що особливо важливо для аграрних машин та обладнання. Завдання для студентів повинні бути адаптовані до специфіки аграрних закладів вищої освіти, наприклад, проєктування систем для зрошення, конструкцій для сільськогосподарської техніки або механізмів для обробки ґрунту. Це підвищує релевантність навчання і готує студентів до реальних викликів у їхній професії. Студенти повинні мати можливість створювати 3D-моделі специфічних об'єктів, таких як трактори, комбайни, теплиці, системи автоматичного поливу тощо.

Викладання *механіки матеріалів і конструкцій* в умовах цифрового навчального середовища має враховувати як потреби здобувачів вищої освіти, так і можливості сучасних технологій. Навчальний матеріал бути адаптований таким чином, щоб демонструвати його практичне застосування [381]. Наприклад, слід акцентувати увагу на механічних властивостях ґрунтів, конструкціях сільськогосподарських машин, навантаженнях на сільськогосподарську техніку. Замість абстрактних задач, студентам пропонуються завдання, пов'язані з реальними агротехнологічними сценаріями, такими як розрахунок міцності частин обладнання для обробки ґрунту.

Викладання *технічної та прикладної механіки* в умовах цифрового навчального середовища повинно бути орієнтоване на прикладне використання знань в процесах переробки продукції тваринництва та рослинництва. Це включає аналіз механічних процесів у технологічних лініях, таких як подрібнення, транспортування, змішування та пресування продуктів. Навчальні матеріали повинні містити кейси, пов'язані з реальними виробничими ситуаціями, що демонструють застосування законів механіки в процесах переробки аграрної продукції.

Викладання *теоретичної механіки* повинно враховувати специфіку аграрних закладів вищої освіти, зокрема, використання прикладів та завдань, що стосуються сільськогосподарської техніки, конструкцій теплиць, іригаційних систем та інших об'єктів аграрної сфери. Це дозволяє студентам краще зрозуміти, як теоретичні знання застосовуються на практиці в окресленій галузі. Викладачі можуть створювати завдання на основі реальних проблем і викликів, з якими стикаються інженери, щоб навчання було максимально прикладним і актуальним.

Викладання *матеріалознавства* в умовах цифрового навчального середовища має особливості, які враховують специфіку цієї дисципліни та потреби аграрної освіти. Наприклад, вивчення властивостей матеріалів, які використовуються в сільськогосподарському виробництві, таких як добрива, пестициди, та структури ґрунту. Використання реальних агротехнологічних сценаріїв застосовується для демонстрації якості та властивостей матеріалів, що впливають на аграрні процеси (наприклад, вибір матеріалів для систем поливу або конструкцій теплиць). Особлива увага приділяється властивостям матеріалів, таких як водоутримувальні властивості ґрунтів, стійкість до агрохімікатів, та зносостійкість матеріалів для аграрного обладнання. Інтеграція місцевих особливостей, таких як типи ґрунтів та кліматичні умови, повинна бути врахована в контексті навчання матеріалознавства.

Також важливо включати інформацію про матеріали, які використовуються в переробці продукції тваринництва, такі як сировина для кормів, білкові добавки, харчові добавки, упаковка та ін. Це дозволяє студентам краще розуміти особливості матеріалів у контексті їх використання. Необхідно окреслювати використання сучасних прикладів і тенденцій в переробці продукції тваринництва, включаючи новітні технології, інноваційні матеріали та методи, які впливають на якість кінцевого продукту. Важливо включати приклади та завдання, які безпосередньо пов'язані з матеріалами, що використовуються в аграрному обладнанні. Це допоможе студентам

зрозуміти, як властивості матеріалів впливають на ефективність і довговічність агроінженерних систем. Також важливим аспектом є оцінка властивостей матеріалів у специфічних умовах аграрного середовища (вплив вологи, агресивних хімічних середовищ, механічних навантажень) [367].

Викладання курсу *«Деталі машин»* в умовах цифрового навчального середовища має специфічні особливості, які потрібно враховувати для забезпечення високої якості навчання. Контент повинен бути адаптований до специфіки аграрної техніки. Це включає вивчення деталей машин, які використовуються в сільськогосподарських машинах, таких як трактори, комбайни, та інші агрегати. Також треба робити акцент на використанні реальних прикладів та кейсів, що стосуються деталей і механізмів, які застосовуються в агропромислових комплексах.

Викладання *теорії механізмів і машин* в умовах цифрового навчального середовища пов'язане як з характером дисципліни та з особливостями специфіки агроінженерії. В умовах цифрового навчального середовища важливо використовувати програмні продукти для моделювання та симуляції механізмів і машин. Це дозволяє студентам візуалізувати, як різні механізми працюють в реальних умовах аграрного виробництва. Включення реальних кейсів з агроінженерії, таких як проектування та оптимізація сільськогосподарської техніки, допомагає студентам зрозуміти, як теоретичні знання застосовуються на практиці.

Віртуальні лабораторії та симулятори механізмів дозволяють студентам експериментувати з різними конструкціями та механізмами без необхідності фізичних моделей. Це особливо корисно в умовах обмеженого доступу до реальних лабораторій або технічного обладнання [382]. Використання цифрових інструментів для збору та аналізу даних, таких як результати експериментів або виробничих процесів, допомагає студентам краще зрозуміти ефективність та продуктивність різних механізмів. Викладання теорії механізмів і машин повинно враховувати специфічні



особливості аграрної техніки, такі як робота в умовах великих навантажень, контакти з ґрунтом, агрокліматичні умови тощо [368].

Включення в курси із загальнотехнічних дисциплін нових технологій, таких як автоматизація аграрних процесів, системи точного землеробства, дрони для моніторингу врожаїв тощо є важливим аспектом цифровізації аграрної освіти. В контексті викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладів вищої освіти аграрної галузі є спільні риси, які покладено в основу педагогічної технології (рис.1.4).

Поєднання аудиторних занять з проходженням курсів в умовах цифрового навчального середовища може бути ефективним для забезпечення глибшого розуміння теоретичних аспектів загальнотехнічних дисциплін. Наприклад, теоретичні заняття можуть проводитися онлайн, а лабораторні роботи та практичні завдання можуть виконуватися в аудиторних умовах. Організація онлайн-консультацій та обговорень для розв'язання проблем і уточнення матеріалу допомагає підтримувати високий рівень залученості та взаємодії між студентами та викладачем.

Студентам можуть бути запропоновані проєктні завдання, які потребують самостійного дослідження і розробки рішень для реальних аграрних проблем. Це може включати аналіз механізмів, проєктування нових машин або вдосконалення існуючих технічних рішень. Надання доступу до онлайн-ресурсів, таких як наукові статті, технічні документи та відеоуроки, допомагає студентам розширити свої знання і підтримує їхню самостійну роботу.



Рис.1.4. Особливості викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладів вищої освіти аграрної галузі

*Джерело: розроблено авторами*

В умовах цифрового середовища викладання загальнотехнічних дисциплін може бути організоване у форматі проєктів, де студенти виконують комплексні завдання, такі як розробка технічної документації для аграрного обладнання [205]. Це дозволяє їм застосовувати знання в практичних умовах. Цифрове середовище дає можливість створювати портфоліо робіт, де студенти зберігають свої креслення, моделі та інші проєкти. Це корисно як для оцінювання, так і для майбутнього працевлаштування. Загальнотехнічні дисципліни можуть бути інтегровані з іншими дисциплінами, такими як агрономія, екологія

та управління сільським господарством, це допомагає студентам зрозуміти, як механічні системи впливають на різні аспекти аграрного виробництва.

Використання онлайн-інструментів для тестування, завдань і оцінювання прогресу студентів може включати автоматичні тести, які забезпечують негайний зворотний зв'язок, а також можливість надання коментарів і рекомендацій для покращення знань. Інтерактивні 3D-моделі та симуляції дозволяють студентам вивчати конструкцію машин і механізмів, їх взаємодію та функціонування в умовах реальної експлуатації. Викладання навичок роботи з сучасними системами комп'ютерного проектування (CAD) є важливим елементом, оскільки ці системи широко використовуються в аграрному виробництві для проектування та конструювання деталей машин і механізмів.

Студенти можуть мати постійний доступ до онлайн-ресурсів, включаючи підручники, відеоуроки, інтерактивні модулі, що пояснюють принципи інженерної графіки, а також використання CAD-програм. Використання платформ управління навчанням, таких як Moodle або Canvas, для організації навчального процесу, завантаження навчальних матеріалів, тестування знань і відстеження прогресу студентів.

Віртуальні лабораторії та симуляції дозволяють студентам проводити дослідження і випробування деталей без фізичного доступу до реального обладнання. Інтерактивні завдання та онлайн-практикуми, які включають створення проєктів, аналіз та діагностику, допомагають студентам глибше зрозуміти матеріал. Використання платформ для онлайн-співпраці (наприклад, Google Workspace, Microsoft Teams) дозволяє студентам спільно працювати над проєктами, обмінюватися файлами та отримувати зворотний зв'язок від викладача в режимі реального часу. Регулярні вебінари та консультації, під час яких викладач може надавати індивідуальні поради щодо виконання графічних завдань, допомагають студентам краще засвоювати матеріал. Використання онлайн-форумів і чатів

для обговорення тем курсу, вирішення проблем і запитів, що сприяє активній взаємодії між студентами та викладачами. Регулярні віртуальні консультації та вебінари дозволяють викладачам надати зворотній зв'язок і допомогу у реальному часі.

Використання систем для автоматизованого оцінювання тестів і завдань дозволяє студентам швидше отримувати результати і зворотний зв'язок. Впровадження елементів гейміфікації, таких як рейтинги, бали і досягнення, може підвищити мотивацію студентів до активного навчання. Інтеграція з реальними проектами або можливість стажування в агропромислових компаніях може мотивувати студентів і надати їм практичний досвід. Цифрове середовище надає можливість студентам працювати у власному темпі, повторювати матеріал або проходити додаткові курси для поглибленого вивчення загальнотехнічних дисциплін.

Цифрові інструменти та технології дозволяють створити більш інтерактивне та персоналізоване навчальне середовище, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу. Використання 3D-моделювання, симуляцій, віртуальних лабораторій та онлайн-практикумів допомагає студентам глибше зрозуміти складні технічні концепції. В умовах аграрної освіти загальнотехнічні дисципліни потребують адаптації до специфіки аграрної техніки та технологій. Важливим є використання реальних прикладів з аграрної практики, що дозволяє студентам побачити пряму взаємозалежність між технічними знаннями і їх практичним застосуванням у сільському господарстві.

Цифрове середовище надає можливість для гнучкого навчання, дозволяючи студентам вчитися у власному темпі та в зручний час. Дистанційні платформи роблять навчальні матеріали доступними будь-коли, що особливо важливо для студентів дуальної форми навчання, які поєднують навчання з практикою в аграрному секторі. Впровадження елементів гейміфікації та інтерактивних методів навчання підвищує залученість студентів, мотивуючи їх до активного вивчення матеріалу. Онлайн-форуми, чати та

відеоконференції сприяють створенню спільноти студентів, що активно обмінюються досвідом і знаннями.

Викладання загальнотехнічних дисциплін в цифровому середовищі стикається з певними викликами, такими як необхідність високого рівня технічної підтримки, забезпечення якісного доступу до інтернету та розвиток цифрових навичок у викладачів і студентів. Перехід до цифрового навчання вимагає від викладачів постійного вдосконалення своїх навичок у використанні цифрових технологій, методів дистанційного викладання та розробки цифрових навчальних матеріалів, тому заклади вищої освіти повинні підтримувати професійний розвиток викладачів у цьому напрямку.

Цифрові технології дозволяють більш ефективно адаптувати навчальний процес до індивідуальних потреб студентів, надаючи їм можливість працювати з матеріалом на рівні, що відповідає їхнім знанням і здібностям. Цифрове навчання вимагає від студентів високого рівня самостійності, самодисципліни та відповідальності за своє навчання. Це сприяє розвитку ключових навичок, таких як самоменеджмент та критичне мислення, що є важливими для майбутніх фахівців аграрної галузі.

### **Висновки до розділу 1.**

Сьогодні у світовій практиці широко використовуються інноваційні підходи до підготовки спеціалістів аграрної галузі. Висвітлено особливості відкритих освітніх ресурсів для студентів аграрного профілю. Відкритий освітній ресурс у контексті дослідження визначається як електронний курс, що містить інтерактивний контент, аудіовізуальні матеріали, тести та інші комунікаційні засоби, спрямовані на засвоєння контенту із загальнотехнічних дисциплін, що викладаються для студентів аграрних закладів вищої освіти.

Процеси інформатизації освіти, які останнім часом набувають дедалі більшого поширення, йдуть у бік оцифрування освітніх ресурсів. Використання інтерактивного контенту в цифрових освітніх ресурсах при вивченні загальнотехнічних дисциплін дозволяє виконувати операції з їх елементами, взаємодіяти із зображеннями, тестами, опитуваннями, відео, фізико-технічними моделями. В результаті використання запропонованої технології здобувачі вищої освіти виконують завдання, отримують бали та набувають компетентностей із загальнотехнічних дисциплін.

Навчання в умовах цифрових навчальних платформ є інноваційним методом у сучасній освіті, особливо важливим для автономного навчання та обміну освітніми ресурсами. Здійснено аналіз масових відкритих онлайн платформ, які пропонують курси для інженерів.

Зазначено, що реалізація організаційно-педагогічних умов навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, по суті, передбачає оптимізацію навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти, а врахування цих умов призведе до оновлення, продуктивності, наступності та цілісності набуття компетентностей. Визначено особливості викладання загальнотехнічних дисциплін в контексті навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

Навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти призначене для підтримки та доповнення аудиторних форм навчальної діяльності, таких як лекції, практичні, семінарські та лабораторні заняття. Лекції під час навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти супроводжуються графічним та інтерактивним контентом, експериментальними завданнями та розрахунковими проєктами. Контроль якості навчання передбачає модульний контроль за допомогою тестування в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти та вихідний контроль під час аудиторного вивчення загальнотехнічних дисциплін.

Змішана технологія навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти передбачає органічне поєднання двох форм навчання: аудиторної та використання цифрового навчального середовища. В контексті дослідження необхідно розробити технологію викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти, яка б враховувала специфіку зазначеної галузі та допомагала органічно інтегрувати аудиторне навчання та використання цифрового навчального середовища з метою нівелювання освітніх викликів сьогодення та набуття студентами якісних знань в окресленій галузі.

## **РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА АГРАРНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

### **2.1. Модель підготовки студентів інженерних спеціальностей в закладах вищої освіти аграрного спрямування в умовах цифрового навчального середовища (на основі спеціальності «Агроінженерія»)**

Система вищої освіти в Україні та Європі та підготовка фахівців аграрної галузі є важливою з точки зору технологічного розвитку. Майбутні агроінженери мають використовувати нові технології виробництва у галузі агропромислового комплексу, переробки продукції тваринництва та рослинництва, виробництва та ремонту сільськогосподарської техніки. Під час навчання у закладі вищої освіти бакалавр спеціальності «Агроінженерія» перебуває в процесі безперервного накопичення інформації, розробки матеріалів, обладнання та технологій, появи нових підходів до вирішення інженерних завдань, що викликає труднощі в оновленні матеріально-технічної бази. Тому підготовка до професійної діяльності такого фахівця набуває інноваційного характеру. Роботодавець віддає перевагу фахівцеві, здатному ефективно діяти в сучасних умовах; орієнтується на майбутнього фахівця, здатного до самонавчання та самовдосконалення в умовах технічного прогресу за допомогою використання цифрового навчального середовища з метою отримання досвіду майбутньої професійної діяльності. Перспектива розвитку інженерної освіти пов'язана з актуалізацією систем електронної освіти. Окрім традиційних матеріалів, навчальний контент надає здобувачам вищої освіти інтерактивні можливості навчання. Водночас вивчення науково-нормативних джерел з досліджуваної проблеми, а також практика закладів вищої освіти свідчить про суперечності між: соціальним замовленням на професійну підготовку бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» та формуванням їх професійних компетентностей, вимогою



комп'ютеризації та інформатизації професійних знань у сучасній системі освіти та фрагментарністю змісту підготовки бакалаврату за зазначеною спеціальністю як системи накопичення спеціальних знань. Також спостерігається наявність значного обсягу професійної інформації та неналежних організаційно-методичних умов для її засвоєння у закладах вищої освіти. Через недостатньо розвинуту інформаційну інфраструктуру вищої освіти виникає необхідність інтенсифікації навчального процесу в парадигмі цифрового середовища навчання. Підвищується потреба в оволодінні фундаментальними науковими знаннями та тенденція до збільшення частки самостійної роботи та самоорганізації в контексті положень Болонської декларації, але недоліком є недостатні темпи використання цифрового навчального середовища під час підготовки фахівців спеціальності «Агроінженерія». Соціально-педагогічне значення професійної підготовки бакалаврів з агроінженерії, недостатня вивченість окресленої проблеми, нові потреби педагогічної науки і практики зумовлюють необхідність теоретичного та практичного обґрунтування методів навчання в умовах цифрового навчального середовища [63], [64].

Модель освітньої ефективності з включенням додаткових змінних збагачує системну інтерпретацію ключових важелів освітнього процесу. Структурна педагогічна модель – це система, яка імітує або відображає певні властивості, ознаки, характеристики об'єкта навчання або принципи його внутрішньої організації чи функціонування і представлена у певній формі. У нашому дослідженні під запропонованою структурною моделлю будемо розуміти сукупність факторів, що впливають на підготовку бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти і в результаті формують фахівця [275], [276]. Вона складається з наступних блоків: цільового, концептуального, змістовного, технологічного та результативного (рис.2.1).



Рисунок 2.1. Модель підготовки студентів спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища

*Джерело: розроблено авторами*

*Цільовий блок* характеризується визначенням сучасних провідних ідей підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія», а саме: задоволення соціального замовлення на підготовку спеціаліста в зазначеній галузі; підвищення потреби в самовдосконаленні протягом життя; оновлення вимог до навчання в контексті технічного прогресу. Загальною метою цільового блоку є підготовка бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

*Концептуальний блок* враховує методичні підходи та завдання підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Серед методичних підходів виділяють: компетентнісний, професіографічний, технологічний. Компетентнісний підхід передбачає переорієнтацію на формування загальних та фахових компетентностей. В ході освітньої діяльності бакалаври спеціальності «Агроінженерія» мають виконувати професійні функції, а також аналізувати проблемні ситуації та вміти на основі цього аналізу приймати оптимальні рішення, які б враховували зміст і структуру їх професійної діяльності. Професіографічний підхід включає виробничо-технічні, соціальні, психологічні та психофізіологічні характеристики майбутнього фахівця. Технологічний підхід надає нові можливості для оволодіння різними видами технологічної діяльності, дозволяє точніше прогнозувати результати та керувати навчальним процесом, аналізувати, систематизувати науковий досвід та його використання, комплексно вирішувати освітні проблеми, створювати належні умови для розвитку особистості, знижувати вплив негативних обставин на здобувачів вищої освіти, оптимально використовувати ресурси, обирати найефективніші технології, розробляти сучасні рішення професійних проблем. Для реалізації концептуального блоку передбачаються наступні завдання: розробити теорію та методику навчання в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти; розробити завдання для перевірки рівня підготовки;

дослідити рівень підготовки бакалаврів в галузі агроінженерії в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

*Змістовний блок* описує зміст навчання на кожному з рівнів, а саме: дисципліни початкового рівня (1-2 курси), дисципліни бакалаврського рівня (3-4 курси), навчання та стажування. Цей блок передбачає єдність змісту навчальних дисциплін та способів засвоєння змісту та їх відповідність цьому змісту. Зміст освіти визначається освітніми програмами підготовки, програмами навчальних дисциплін, іншими нормативними документами, навчально-методичною літературою. Завдання практики при підготовці бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» включають: вивчення досвіду та практичних навичок з організації та обслуговування техніки агропромислового комплексу, монтажу обладнання агропромислового виробництва, роботи з технікою та використанням провідних сільськогосподарських технологій.

*Технологічний блок* включає освітні технології, форми навчання та засоби навчання бакалаврів спеціальності «Агроінженерія». Технології навчання поділяються на дистанційні, інтерактивні, проблемні, практичні. Форми навчання включають лекції, лабораторні, практичні, семінарські та самостійні роботи.

Розглянемо навчальні інструменти, які використовуються в процесі підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Відеолекція – це логічно закінчений, науково обґрунтований, послідовний і систематизований виклад певної наукової проблеми, теми чи розділу навчального предмета у формі відео, який може супроводжуватися слайдами, відеофрагментами, завданнями та містити інтерактивні елементи. Віртуальна лабораторна робота – форма навчання, при якій здобувач вищої освіти під керівництвом викладача особисто проводить імітаційні експерименти з метою практичного підтвердження окремих теоретичних положень окремої дисципліни в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Також бакалавр спеціальності «Агроінженерія»

набуває навичок роботи з лабораторним обладнанням, технікою, комп'ютерами, вимірною технікою, методами експериментальних досліджень.

Інтерактивна практична робота базується на типі практичного навчання, спрямованого на поглиблення, розширення, деталізацію та закріплення теоретичного матеріалу та забезпечення зворотного зв'язку шляхом використання цифрового навчального середовища вищої освіти. Доповненням до інтерактивних практичних робіт є інтерактивні плакати та інфографіка. Онлайн-тестування здійснюється на основі використання навчальних тестових тренажерів, в основі яких лежать цифрові методи оцінювання знань, умінь і навичок студентів, спрямовані на підготовку здобувачів вищої освіти до виконання тестових завдань, що сприяє підвищенню якості освіти. Навчальний тестовий тренажер – це комплекс, система моделювання комп'ютерних і фізичних моделей, спеціальних методик з одночасним контролем знань з певної теми, які створені для підготовки майбутнього фахівця до якісного та швидкого прийняття рішень. Навчальні мобільні додатки – це окремий програмний продукт, розроблений спеціально для мобільних пристроїв з метою оптимізації вирішення проблеми чи завдання. Інженерні програми для проєктування та конструювання поділяються на програми для прямих розрахунків (AutoCAD, 3DMax) і математичні пакети для інженерних розрахунків, які використовуються для виконання різноманітних математичних розрахунків (PTC Mathcad, SMath Studio та ін.) [320]. Ці програми здатні розраховувати розмірно-масові характеристики тіл і плоских фігур, визначати параметри напружено-деформованого стану конструкцій, статичний та динамічний розрахунок (аналіз стійкості, розрахунок ударних впливів), розрахунок спеціальних умов для моделювання взаємодії системи з рідинами, газами (задачі з гідродинаміки), моделювання електромагнітних та інших фізичних явищ і процесів.

Онлайн-трансляція – це онлайн-конференція в режимі реального часу для обговорення, захисту проєктів, вона відбувається за допомогою програмного забезпечення, а саме сервісів Moodle, Google Classroom, Zoom, Microsoft Team, Google Meet тощо. Форуми та чати використовуються для надання інформації та обговорення питань, які виникли у здобувачів вищої освіти в ході освітньої діяльності. Їх можна використовувати в різних ситуаціях: для вирішення термінової інженерної проблеми; генерувати нові та обговорювати існуючі ідеї; підводити підсумки конференції. Інженерні дослідницькі проєкти розвивають здатність до дослідження, аналітичної роботи, експериментування та критичного мислення. Результати проєктів обговорюються на конференціях чи круглих столах в умовах цифрового навчального середовища, здобувачі вищої освіти презентують свої проєкти та створюють інженерні продукти. Вебінар – це семінар, організований за допомогою Інтернет-технологій, головною особливістю якого є інтерактивність [321]. Він є потужним інструментом для обговорення інженерно-технічних проблем за участю спеціалістів, виробників та роботодавців. В рамках вебінару можуть бути обговорені окремі аспекти роботи з інструментами, сучасні технології, особливості використання техніки і технологій в рамках заявленої тематики [322].

*Результативний блок* забезпечує моніторинг професійної підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія», який здійснюється на основі певних критеріїв: мотиваційного (визначає рівень навчальної та дослідницької мотивації); операційного (визначає ступінь інтеграції індивідуальних навичок у професійну підготовку в навчальному онлайн середовищі); інтеграційного (забезпечує вибір професійних засобів у процесі роботи із завданнями в галузі техніки); креативного (визначає мотивацію до професійного саморозвитку в умовах навчання). Показниками мотиваційного критерію є: бажання досягти професійної значущості, стійкий інтерес до вивчення фахових дисциплін,

активізація свідомого ставлення до професійної діяльності в цифровому навчальному середовищі, практичний інтерес до відповідної професійної діяльності через використання окреслених засобів навчання. Операційний критерій передбачає набуття відповідних навичок, а саме: поєднувати аудиторну роботу з роботою в цифровому навчальному середовищі; робити висновки на основі поєднання інформації, отриманої в умовах зазначеного навчального середовища і на практиці; продуктивно працювати з джерелами інформації та використовувати онлайн-засоби навчання. Показниками інтеграційного критерію є вміння відтворювати набуті знання та шукати інформацію в навчальному онлайн-середовищі та на практиці, аналізувати результати здобувачів вищої освіти та обмінюватися набутими знаннями в комунікаційних середовищах, розуміння потреб і діяльності в процесі професійної самоосвіти, формування розробок, методик на основі результатів професійної освіти тощо. Креативний критерій представлений такими показниками: контролювання процесу навчання в цифровому навчальному середовищі; здійснення професійного пошуку і використання отриманої інформації для вирішення завдань за фахом; обробка контенту іноземних масових відкритих онлайн середовищ; створення інформаційних продуктів та апробація розробок і методик на міжнародному рівні.

Окреслені етапи запропонованої моделі можна реалізовувати на початковому, середньому, достатньому або високому рівнях. Початковий рівень вимагає вміння розуміти сутність професійної діяльності та використовувати засоби навчання, мотивацію до навчання в цифровому навчальному середовищі. Середній рівень вимагає знання основних принципів вибору засобів навчання для поглиблення дослідження, відтворення знань у навчальному процесі та практиці, пошуку інформації про професійні проекти в галузі агроінженерії із залученням сучасних інформаційних технологій. Достатній рівень означає, що здобувач вищої освіти вміє оформлювати та подавати матеріали за результатами наукових

досліджень для участі в наукових конкурсах, грантах, вмiє формулювати та вирішувати проблеми, що виникають у професійній діяльності, ділитися власними знаннями з іншими учасниками навчального процесу, вмiє систематично контролювати процес навчання в цифровому навчальному середовищі. Високий рівень передбачає участь у наукових конференціях, семінарах, здобувачі вищої освіти публікують результати своїх досліджень, усвідомлюють необхідність постійної самоосвіти для успішної професійної діяльності, формують професійні продукти, розробки та методики та впроваджують їх у практику, вмiють використовувати електронні продукти та засоби навчання в процесі професійної діяльності. Моніторинг включає оцінювання, самооцінку та визначення рівня підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища. Результатом застосування окресленої моделі є готовність бакалаврів спеціальності «Агроінженерія» до професійної діяльності та здатність свiдомо та самостійно контролювати результати своєї діяльності та професійно вдосконалюватися.

## **2.2. Набуття фахових компетентностей із загальнотехнічних дисциплін бакалаврами з агроінженерії в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Сучасні здобувачі вищої освіти повинні володіти базою теоретичних знань, вмiти оперувати сучасними цифровими медіакомунікаційними технологіями, використовувати передові досягнення навчання в умовах цифрового навчального середовища. Зміст навчання в університетах зумовлений, з одного боку, глобалізаційними процесами світу, а з іншого – появою нових технологій у професійній освіті. Навчання в умовах цифрового навчального середовища та набуття фахових компетентностей в таких умовах актуалізується не лише глобальними трансформаційними викликами, а й реаліями сучасності – переходом



на дистанційну та змішану форму освіти. Освітні стандарти базуються на компетентнісному підході та поділяють концепцію, що визначає вимоги до спеціаліста. У рамках інтеграції у світовий освітній простір актуальною є орієнтація навчальних планів здобувачів вищої освіти на компетентнісний підхід. Проблеми компетентнісної освіти досліджують відомі міжнародні організації: ЮНЕСКО (UNESCO Competency Framework, 2016), Європейська комісія (European Commission, Competency Framework, 2016), Рада Європи (Council of Europe, Reference Framework of Competences for Democratic Culture, 2020) та ін. У сучасних умовах розвитку інформаційного суспільства виникає потреба у розробці такої технології підготовки здобувачів вищої освіти, яка б забезпечувала можливість набуття професійних компетентностей у цифровому навчальному середовищі [410], [420].

Цифрове навчальне середовище – це освітнє середовище, наповнене оцифрованим мультимедійним, інтерактивним та графічним контентом і забезпечує медіа-комунікацію як цикл зворотного зв'язку. Дослідниками [114] зазначено, що цифрові медіа комунікації базуються на комп'ютерних технологіях; вони гнучкі, гібридні та мають інтерактивний потенціал. Вони мають доступ до інших комунікацій і є середовищем як масового, так і індивідуального спілкування. Дослідники [116] стверджують, що в результаті цифровізації освіти в європейських країнах система навчання тісно пов'язана з тими компаніями, які визначатимуть професійні стандарти та фахові компетентності. Основним ресурсом цифрової освіти є інформація [117]. Цифровізація освіти змінює традиційну систему освіти в напрямку формування її нової якості [118]. Науковці [110] відзначають, що ці зміни відображаються в наступному: кількість віртуальних освітніх платформ зростає; один електронний ресурс можна багаторазово використовувати для надання різних освітніх послуг; здійснюється впровадження нових технологій в освіту та цифрові медіа комунікаційні освітні платформи, які надають послуги.

В умовах технічного прогресу компетентнісний підхід у навчанні здобувачів вищої освіти має реалізовуватися через три аспекти: розробка та впровадження сучасних освітніх стандартів у педагогічну практику підготовки майбутніх фахівців; навчання здобувачів вищої освіти засобами цифрових інформаційних технологій; здійснення контролю якості набуття компетентностей у цифровому просторі. Цілями створення та використання цифрового простору є підтримка та розвиток як базового навчального процесу, так і технології навчання в умовах цифрового середовища закладу вищої освіти та створення інструменту для планування та організації робіт з удосконалення навчально-методичної бази закладів освіти.

Технологія набуття фахових компетентностей із загальнотехнічних дисциплін бакалаврами з агроінженерії в умовах цифрового навчального середовища передбачає інтеграцію сучасних систем, інтерактивних засобів, навчальних тренажерів, відеоконтенту та навчального аудіо. Веб-ресурси університету мають такі блоки: інформаційні блоки з дисциплін; консультаційні пункти для здобувачів та викладачів через тематичні форуми, чати та електронну пошту; блок подання навчальної інформації в текстовій, аудіовізуальній, графічній формі та у формі гіперпосилань; контролюючий і аналітичні підрозділи цифрових медіа комунікацій та набуття професійних компетентностей.

В ході проєктування цифрового освітнього простору, необхідно підібрати освітні завдання таким чином, щоб вони могли сформувати відповідні компетентності серед здобувачів вищої освіти. Реалізація запропонованої технології базується на трьох фундаментальних аспектах [64].

1. Створення репозиторію професійних компетентностей у цифровому просторі на базі переліку компетентностей, затверджених в освітніх стандартах.

2. Прив'язка закладених у репозиторій фахових компетентностей до завдань у цифровому освітньому просторі. Після формування репозиторію компетентностей в цифровому

навчальному середовищі, створюючи завдання для курсу, необхідно визначити, які саме компетентності чи їх компоненти можуть сформувати запропоноване завдання. Технологічно вибирається відповідна компетентність або окремий компонент і закріплюються в курсі цифрового навчального середовища.

3. Моніторинг набуття фахових компетентностей здобувачами вищої освіти засобами цифрового навчального середовища: оцінювання в цифровому середовищі та надання коментарів.

Для створення репозиторію в цифровому навчальному середовищі необхідно створити відповідний освітньої програми, вказавши її категорію. Після створення шаблону важливо сформувати шкалу оцінки компетентностей і дати їй правильну назву. Ступінь компетентності для кожного завдання можна визначити за шкалою рівнів, за визначенням рівнів (високий, середній і достатній) або за бальною шкалою. Після розробки шкали оцінювання компетентностей необхідно закодувати освітні компоненти та компетентності. Компетентності можна кодувати за принципом перших літер (рис. 2.2). Після заповнення репозиторію компетентностей їх необхідно додати до кожного цифрового навчального курсу. Кожне завдання має бути продумане та подане таким чином, щоб воно сприяло комплексній системі формування компетентностей за фахом. Побудова процесу набуття компетентностей та їх складових на основі комплексу завдань є прив'язкою до послідовності виконання певних завдань. Одна компетентність, по суті, є сукупністю результатів виконання завдань, до яких вона прикріплена. Актуальним аспектом окресленого питання є моніторинг системи набуття компетентностей здобувачами вищої освіти в умовах цифрового простору. Моніторинг – це постійний огляд стану набуття професійних компетентностей з метою запобігання небажаним відхиленням за найважливішими параметрами в процесі підготовки бакалаврів з агроінженерії у цифровому просторі закладу вищої освіти. Моніторинг здійснюється за допомогою набору методів і

чітко розроблених процедур. Після завершення завдання за навчальною шкалою, вказано ступінь набуття компетентностей, що додається до завдання в рамках курсу в умовах цифрового освітнього середовища (Додаток Е).

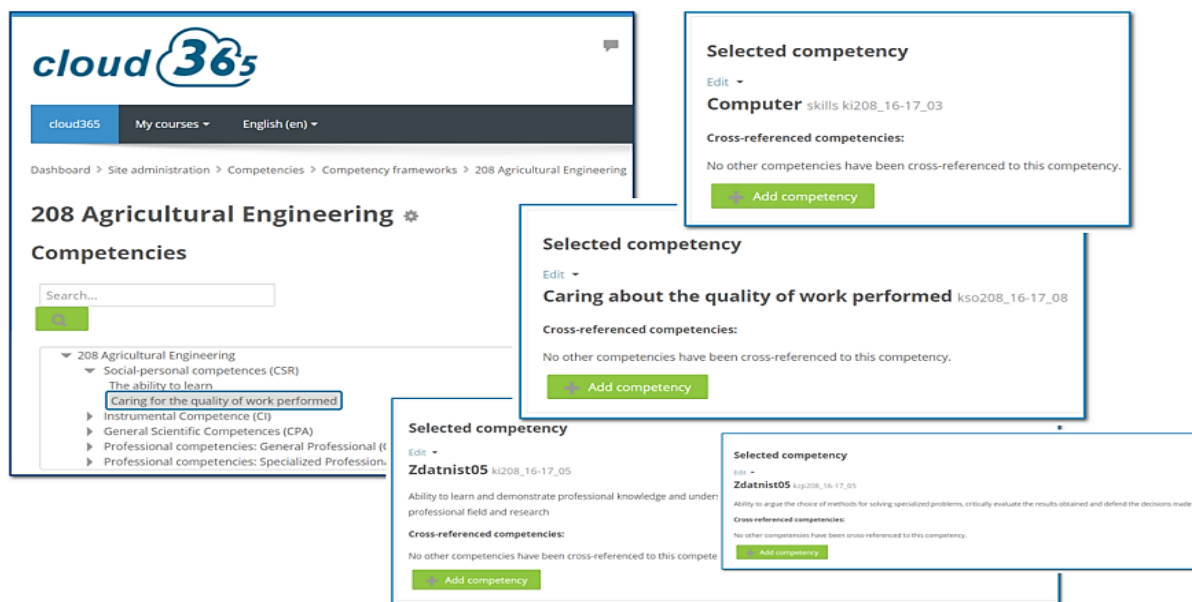


Рисунок 2.2. Загальний вигляд репозиторію компетентностей для спеціальності «Агроінженерія» в умовах цифрового навчального середовища

*Джерело: розроблено авторами*

Після виконання завдань можна отримати цілісну картину компетентностей, набутих у результаті навчання з усіх курсів, передбачених освітньою програмою. Насправді це середній показник від загального відсотка набуття компетентностей, отриманих під час опанування навчальних курсів у цифровому навчальному середовищі. Таким чином, застосування технології набуття компетентностей із загальнотехнічних дисциплін бакалаврами з агроінженерії в умовах цифрового навчального середовища збільшує можливості для якісної підготовки здобувачів вищої освіти в окреслених умовах.

### **2.3. Імплементация технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Під час викладання загальнотехнічних дисциплін виникає потреба в нових підходах, які пов'язані з міждисциплінарною підготовкою та використанням сучасних технологій. Такий рівень викладання загальнотехнічних дисциплін для майбутніх інженерів в сучасних умовах, які спричинила пандемія та повномасштабне вторгнення забезпечується в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Дослідники [344], [345] зазначають, що оскільки практика цифрового навчання та технологічні інструменти для її реалізації змінюються, таке навчання продовжує розвиватися. В роботі [82] зазначено, що інформаційні технології, інженерні програми та доступ до Інтернету сприяють переходу до навчання в умовах цифрового середовища закладу вищої освіти, оскільки студенти можуть отримати безперервний доступ до навчального процесу. Також відзначено, що з розвитком технологій навчання в цифровому навчальному середовищі змінюються освітні системи [109]. Здобувачі вищої освіти мають можливість виконати завдання в зручний для них час, переглянувши відео, яке викладач опублікував в умовах платформи цифрового навчання закладу вищої освіти. Педагоги-практики [81], [78] відзначають, що варіант з більшим ступенем взаємодії можливий при використанні мобільних пристроїв під час занять, тобто існує можливість отримати прямий зворотній зв'язок під час навчання вдома та взаємодіяти зі здобувачами вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища під час аудиторних занять. В роботах [377], [378] підкреслено, що для успішного використання навчального контенту потрібен викладач, який використовує методичні, дидактичні та технічні знання для поєднання відповідних інструментів навчання. Також експоненціально зростає використання аудіовізуальних матеріалів. Інтерактивне навчання пропонує набагато вищий рівень зануреності в освітній процес в

умовах цифрового навчального середовища та досвіду навчання в умовах онлайн платформ [79]. Навчальне онлайн середовище закладу вищої освіти – це система доступних для користувача джерела інформації, способів і засобів її оволодінням, а також умови інформаційної взаємодії суб'єкта з цими джерелами. Навчання в умовах зазначеного середовища закладу вищої освіти потребує використання інтерактивних аудіовізуальних онлайн-інструментів, таких як відеолекції, онлайн-практикуми, навчальні тестові тренажери. В ході викладання загальнотехнічних дисциплін це підвищує наочність, ефективність та зворотній зв'язок.

Представлено технологію викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти (рисунок 2.3). Викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах зазначеного середовища передбачає не тільки класичні форми навчання в аудиторії, а й доповнюється підготовкою до лекційних, практичних, лабораторних робіт, супроводом самостійної роботи здобувачів вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища. При вивченні циклу дисциплін початкового рівня (1-2 роки навчання), до яких відносяться нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, теоретична механіка, матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів, механіка матеріалів і конструкцій використовуються такі онлайн інструменти для представлення лекцій: відеолекції, онлайн глосарій. Відеолекції передбачають використання зображень, відеофрагментів, що покращує якість сприйняття навчальної інформації, а також забезпечують контроль знань у кінці кожного інформаційного блоку [61]. Для практичних робіт використовуються відеоінструкції до практичних занять, онлайн практичні заняття, круглі столи в рамках тематичних форумів, інтерактивні плакати. Проведення онлайн-практичних занять та круглі столи в рамках тематичних форумів з подальшим обговоренням проблемних питань підвищує рівень засвоєння результатів, отриманих під час вивчення загальнотехнічних дисциплін. Лабораторні роботи в умовах

цифрового навчального середовища закладу вищої освіти здійснюються за допомогою онлайн лабораторних робіт, відео інструкцій до розрахункової частини лабораторних робіт. Самостійна робота при викладанні загальнотехнічних дисциплін представлена чатами і тематичними форумами, вебінарами, онлайн тестовими тренажерами. Тестові тренажери мають широкий спектр застосування, їх можна використовувати для засвоєння процесу чи принципу роботи механізму, а також вони можуть бути комплексними імітаторами технічних процесів і обладнання. Онлайн тестовий тренажер в навчальному середовищі можна розглядати як навчальний комплекс, систему моделювання, набір комп'ютерних і фізичних моделей на основі виконання конкретного навчального завдання, він створений на основі інженерних тестових завдань, які допомагають засвоїти правила, методи, закони, теореми та інший зміст під час вивчення загальнотехнічних дисциплін.

Викладання лекцій із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти в контексті підготовки дисциплін бакалаврського рівня (3-4 курси), до яких відносяться теорія механізмів і машин, взаємозамінність та стандартизація технічних вимірів, деталі машин здійснюється за допомогою інтерактивних лекцій, вебінарів. Інтерактивні лекції надають можливість використання динамічних інтерактивних елементів і можуть мати посилання на зовнішні гіпертекстові сторінки з мережі Інтернет, що сприяє підвищенню рівня набуття фахових компетентностей здобувачами вищої освіти інженерних спеціальностей.

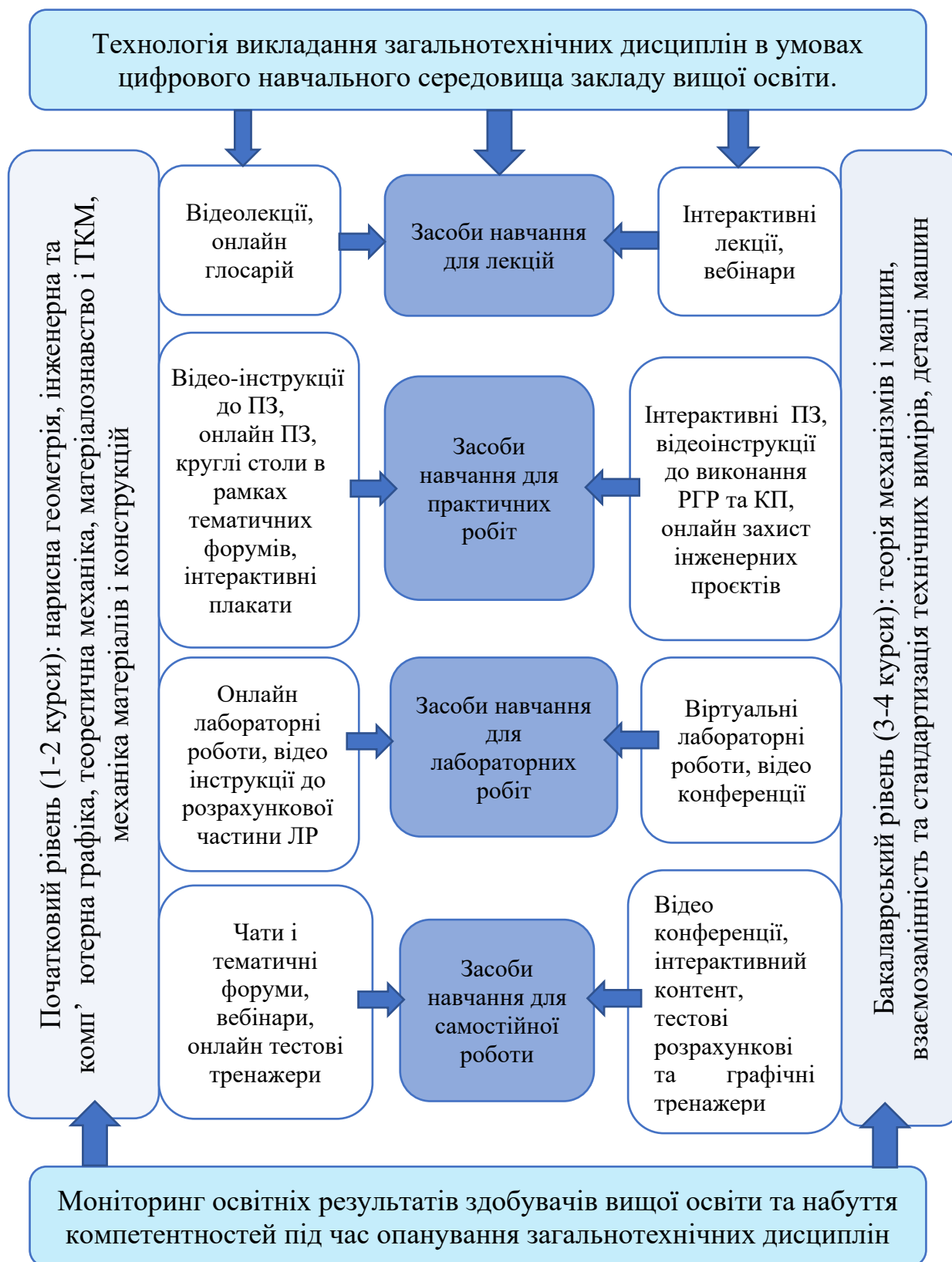


Рисунок 2.3. Технологія викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

*Джерело: розроблено авторами*



Практичні форми навчання представлені інтерактивними практичними завданнями, відеоінструкціями до виконання розрахунково-графічних робіт та курсових проєктів, онлайн захистом інженерних проєктів. Відеоінструкції до практичних завдань містять пояснення щодо використання спеціальних інженерних програм, необхідних для розрахунку та проєктування технічних засобів, що важливо в контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін. Для представлення лабораторних робіт використовуються такі інструменти: віртуальні лабораторні роботи, відео конференції.

Самостійна робота здобувачів вищої освіти та перевірка освітніх результатів реалізується шляхом використання відео конференцій, інтерактивного контенту, онлайн розрахункових та графічних тренажерів. Розрахункові та графічні тренажери включають такі навчальні завдання, в основі яких лежить робота з інженерно-графічними зображеннями та виконання креслень деталей в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Заключним етапом використання технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти є моніторинг освітніх результатів здобувачів вищої освіти та набуття компетентностей під час опанування загальнотехнічних дисциплін.

Для кожного учасника курсу можна відстежувати статистичні дані, на їх основі здобувач вищої освіти отримує семестрові бали. Моніторинг балів за виконані завдання в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти формується із наступних складових частин: відповіді в умовах тематичних форумів і чатів, конференції, засвоєння теоретичного змісту, оцінювання практичних завдань, проходження тестових навчальних тренажерів.

В цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти здобувачі мають можливість набути компетентності, які закріплені за завданнями. В результаті проходження курсу для кожного здобувача вищої освіти формується показник набуття

компетентностей. На основі отриманих балів та набутих компетентностей по кожному здобувачу вищої освіти можна сформувати його рейтинг в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

#### **2.4. Формування навчальних посібників із загальнотехнічних дисциплін для навчання в умовах цифрового навчального середовища**

Сучасний інформаційний простір відкриває здобувачам вищої освіти шлях до поглиблення та підвищення рівня знань, формує впевненість у своїх силах. Здобувачі вищої освіти, які навчаються в цифровому навчальному середовищі, вміють проєктувати власний розвиток, мають бажання застосовувати набуті знання, практичні та технологічні навички у професійній діяльності. В роботах [85], [100] відзначено, що технології цифрового навчання – це сукупність освітніх технологій, у тому числі психолого-педагогічних, інформаційно-комунікаційних, які дають можливість реалізувати процес навчання в закладах вищої освіти. У підготовці майбутніх інженерів велика увага приділяється вивченню загальнотехнічних дисциплін, які надають здобувачам вищої освіти систему знань, умінь і навичок у сфері застосування сучасної техніки, формують інженерну думку та створюють основу для подальшого вивчення фахових дисциплін. Використання інтерактивних аудіовізуальних онлайн-засобів дозволяє наочно ознайомитися з теоретичними, практичними та експериментальними положеннями, що є важливим для вивчення загальнотехнічних дисциплін майбутніми інженерами [95]. Враховуючи специфіку викладання цих дисциплін, а саме значну кількість фундаментальних понять у кожній дисципліні та практико-орієнтованість, виникає необхідність організації підготовки майбутніх інженерів в цифровому навчальному середовищі.

В сучасних умовах реалізація вивчення загальнотехнічних дисциплін для майбутніх інженерів має передбачати інтеграцію

навчання в аудиторії та освіти в умовах цифрового навчального середовища. Необхідно трансформувати підходи до навчання, які пов'язані з міждисциплінарною освітою та використанням сучасних технологій [99]. Такий рівень підготовки майбутніх інженерів здійснюється в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти, що забезпечує постійний доступ до освітнього процесу. Для успішного використання навчального контенту потрібен куратор, який використовує спеціальні знання для поєднання відповідних інструментів та шляхів навчання для здобувачів вищої освіти. Використання інтерактивних аудіовізуальних онлайн-засобів експоненціально зростає під час навчання. Але в контексті окресленої проблеми педагогічні особливості використання цифрового навчального середовища потребують більшої уваги в контексті викладання загальнотехнічних дисциплін у закладах вищої освіти.

Одним із шляхів формування цифрового навчального середовища під час вивчення цих дисциплін є формування навчальних посібників з інтерактивними елементами з метою структурування навчальної інформації. Такі навчальні посібники є інструментом засвоєння як теоретичного матеріалу, так і навігації по курсу в умовах цифрового навчального середовища, де представлені інтерактивні аудіовізуальні онлайн-засоби. Запропонований підхід може допомогти у якісному засвоєнні змісту освіти за обраною спеціальністю [65], [270].

Дослідниками [206] відзначено, що можливості цифрового навчального контенту, тематичних форумів, широкий доступ до електронної інформації та простота використання онлайн засобів навчання підвищує інтенсивність засвоєння навчального матеріалу. Навчання в умовах цифрового навчального середовища базується на курсах, де більша частина або весь вміст надається в умовах онлайн платформ. Сучасні технології, такі як засоби штучного інтелекту, можуть вивести цифрове навчання на новий рівень [207]. Розвиток технологій і послуг інформаційно-комунікаційних технологій

проклав шлях для альтернативних, але ефективних підходів в освітніх процесах [281]. Автори [208], [210] зазначають, що сучасна освіта зосереджується на інноваційних тенденціях у цій сфері, починаючи від онлайн освіти до колаборативного та інтерактивного навчання та моделювання навчальних програм на базі підходу STEM, основними складовими якого є наука, технологія, математика, інженерія. Пандемія COVID-19 та повномасштабне вторгнення змусили коледжі та університети по всьому світу перейти до онлайн-викладання та навчання, вимагаючи від викладачів адаптації за дуже короткий час. Загальнотехнічні дисципліни в контексті вищої аграрної освіти є важливим блоком освітніх компонент, але під час їх вивчення студенти можуть стикнутися з певними труднощами [209].

Викладання загальнотехнічних дисциплін в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти потребує використання широкого спектру інтерактивних аудіовізуальних онлайн засобів та зручності їх використання в такому середовищі під час лекцій [219], практичних [220] та лабораторних занять [221], модульного контролю [222] та інженерних програм [223], [224] та з використанням елементів STEM [225]. Зазначене середовище характеризується значним педагогічним потенціалом, методами та засобами навчання та контролю при вивченні загальнотехнічних дисциплін, що активізує навчальну діяльність здобувачів вищої освіти.

Для вивчення загальнотехнічних дисциплін майбутніми інженерами доцільно сформувати навчальні посібники з інтерактивними елементами для навчання в умовах цифрового навчального середовища. Підсумкова оцінка формується з балів, отриманих в аудиторії та рейтингу здобувачів вищої освіти під час навчання в цифровому навчальному середовищі.

У контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін майбутні інженери опановують модулі за допомогою навчальних посібників з інтерактивними елементами для навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Наприклад, у рамках

навчального курсу «Інженерна та комп'ютерна графіка» модуль «Точка, пряма та площина на складальному кресленні» в умовах цифрового навчального середовища забезпечено відеолекціями, практичні заняття доповнено відеоінструкціями до креслення в AutoCAD та інтерактивними плакатами для графічних робіт. Під час вивчення модуля «Геометричні характеристики плоских перерізів» в контексті опанування механіки матеріалів і конструкцій здобувачі вищої освіти ознайомлюються з відеолекцією та відеоінструкціями до практичних робіт. У контексті викладання теорії механізмів і машин представлено інтерактивні лекції, відеоматеріали, онлайн-інструкції для виконання розрахункових робіт, які є складовими засвоєння модуля «Кінематика точки, прості рухи твердого тіла». Контроль здійснюється шляхом захисту графічних та розрахунково-графічних робіт, проходження онлайн тестів, обговорення проблемних питань в рамках форуму.

Інтерактивні елементи зазначених навчальних посібників розподілені за рівнями. Початковий рівень вивчення загальнотехнічної дисципліни вимагає вміння розуміти сутність професійної діяльності. Майбутній фахівець усвідомлює необхідність підвищення кваліфікації, знає основні принципи поєднання навчального процесу в аудиторії з навчанням в цифровому середовищі та має чітке формулювання мети і завдань дисципліни. На початковому рівні навчання використовуються наступні інтерактивні елементи навчального посібника: мультимедійні лекції, відеоінструкції до практичних робіт, відеоінструкції до лабораторних робіт, тестові тренажери. Під час інтерактивної мультимедійної лекції монолог викладача супроводжується слайдами, відеофрагментами, завданнями. Після кожного пункту лекції є завдання, без виконання якого неможливо перейти до наступної частини. Відеоінструкції до практичних та лабораторних робіт спрямовані на поглиблення, розширення, деталізацію та закріплення теоретичного та практичного матеріалу, містять вказівки до виконання цих робіт. В основі тестових

тренажерів лежать інженерні завдання, які допомагають засвоїти правила, методи, закони, теореми та інший зміст.

Достатній рівень забезпечує знання основних положень дисципліни. Здобувач вищої освіти володіє навичками самостійної професійної діяльності з дисципліни; усвідомлює значення отриманих результатів для ефективної професійної діяльності; вміє відтворювати набуті знання на практиці та в цифровому навчальному середовищі; вміє здійснювати пошук інформації щодо інженерних проєктів із залученням сучасних інформаційних технологій. Для достатнього рівня вивчення використовуються наступні інтерактивні елементи навчального посібника: аудіовізуальні лекції, онлайн калькулятори для практичних робіт, онлайн лабораторні роботи, графічні навчальні тренажери. Аудіовізуальні лекції містять пояснення викладача до проблемних моментів теми у графічному, аудіо чи відео форматі. Онлайн калькулятори для практичних робіт допомагають працювати зі складними обчисленнями, будувати на їх основі графіки та епюри, переводити одиниці виміру. Онлайн лабораторні роботи забезпечують віддалений доступ до лабораторій. Графічні тестові тренажери базуються на тренуванні зорового сприйняття та роботі з інженерними кресленнями, схемами та іншими графічними об'єктами.

Середній рівень опанування загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти є маркером того, що у студента присутній стимул до самостійного навчання в зазначеному середовищі. Здобувач вищої освіти володіє навичками оформлення та подання матеріалів за результатами наукових досліджень для участі в наукових конференціях; вміє формулювати та розв'язувати проблеми, які потребують професійних знань, а також систематично контролювати процес навчання в цифровому навчальному середовищі. На середньому рівні навчання використовуються такі інтерактивні елементи навчального посібника: інтерактивні лекції, відеоінструкції для опанування інженерних програм проєктування та моделювання, онлайн

лабораторні роботи з представленням результатів в цифровому навчальному середовищі, гейміфіковані тестові тренажери. Інтерактивні мультимедійні лекції включають не тільки мультимедійні властивості, а й компоненти інтерактивності, які реалізуються шляхом взаємодії викладача та здобувача вищої освіти. Відеоінструкції для освоєння інженерної програми містять інструкції щодо роботи з програмою, ознайомлення з її інтерфейсом та інструментами, описують приклади практичних завдань. Лабораторні роботи з представленням результатів в цифровому навчальному середовищі включають імплементацію віртуальних лабораторних робіт в зазначене середовище, здобувачі вищої освіти обґрунтовують актуальність роботи, складають план доповіді, формулюють мету та ставлять завдання для її реалізації в рамках форумів чи вебінарів. Гейміфіковані навчальні тренажери базуються на виконанні завдань у формі ігор в умовах цифрового навчального середовища.

Високий рівень вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища потребує чіткої мотивації до професійного навчання та отримання різностороннього досвіду. Майбутній фахівець бере участь у наукових конференціях, семінарах, публікує результати наукової роботи на міжнародному рівні; вміє організовувати творчу роботу в процесі професійної діяльності; вміє органічно поєднувати інформацію та вміє окреслити майбутні професійні перспективи; формує продукти професійної діяльності та апробує розробки та методики на міжнародному рівні; вміє доводити результати наукових досліджень до розробки та впроваджувати їх у практику та використовувати електронні продукти та засоби навчання у процесі професійної діяльності; успішно мобілізує сили для вирішення професійних завдань [73]. На високому рівні навчання використовуються такі інтерактивні елементи навчального посібника: інтерактивна лекція із завданням на рефлексію, інженерний проєкт в умовах цифрового навчального середовища, онлайн лабораторна робота з обговоренням на

тематичному форумі, участь у вебінарі з презентацією інженерної розробки. Інтерактивна лекція із завданням на рефлексію включає завдання, під час виконання якого викладаються висновки щодо отриманої інформації. Онлайн лабораторна робота з обговоренням на тематичному форумі – це обмін повідомленнями у відкладеному режимі. За допомогою форумів в цифровому навчальному середовищі відбуваються дискусії, консультації та обмін практичним досвідом, отриманим під час роботи. В інженерному проєкті в умовах цифрового навчального середовища посилюється природничо-наукова складова освіти та застосування інноваційних технологій, розвивається здатність до дослідження, аналітичної роботи, експериментування та критичного мислення. Вебінар з презентацією інженерних розробок – це спосіб обміну відео зображеннями, звуком і даними за допомогою апаратно-програмних комплексів між учасниками навчального процесу. Це дає можливість обмінюватися досвідом, думками, розробками в галузі інженерії.

Рівень засвоєння загальнотехнічної дисципліни майбутнім інженером визначається обсягом знань, отриманих під час виконання завдань, представлених у навчальному посібнику з інтерактивними елементами. Схема навчання за допомогою навчальних посібників для вивчення загальнотехнічної дисципліни в цифровому навчальному середовищі представлена на рис.2.4. Здобувачі вищої освіти попередньо ознайомлюються з теоретичним матеріалом, потім розпочинають виконання завдань в умовах цифрового навчального середовища, які представлені в посібнику за допомогою QR-кодів. Здобувачі вищої освіти за допомогою додатків для зчитування QR-кодів переходять до відповідного розділу курсу та починають виконувати завдання на основі інтерактивних аудіовізуальних онлайн засобів. Цифрове навчальне середовище формує оцінку для здобувача вищої освіти та статистичні показники щодо завдання для викладача. Так, під час навчання в цифровому навчальному середовищі формується рейтинг здобувача вищої освіти, який впливає на підсумкову оцінку [73]. Викладач контролює час



виконання завдань в електронному середовищі та встановлює часові обмеження та кількість спроб (Додаток Д).

Крім набраних балів, в цифровому навчальному середовищі здобувачі вищої освіти мають можливість набувати компетентності, які додаються до завдань. У результаті проходження курсу здобувач вищої освіти отримує показник набуття компетентностей. На основі отриманих балів та набутих компетентностей для кожного здобувача вищої освіти можна сформувати рейтинг в цифровому навчальному середовищі [61].

Відповідно до запропонованої технології на базі кафедри загальнотехнічних дисциплін Миколаївського національного аграрного університету [5-11] розроблено низку навчальних посібників з інтерактивними елементами із загальнотехнічних дисциплін для навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти (дисципліни “Механіка матеріалів і конструкцій”, “Теорія механізмів і машин”, “Інженерна та комп’ютерна графіка”) (рисунок 2.5) [12-17], (Додаток Г).



Рис. 2.4. Схема навчання за допомогою посібників з інтерактивними елементами для навчання в умовах цифрового навчального середовища

*Джерело: розроблено авторами*

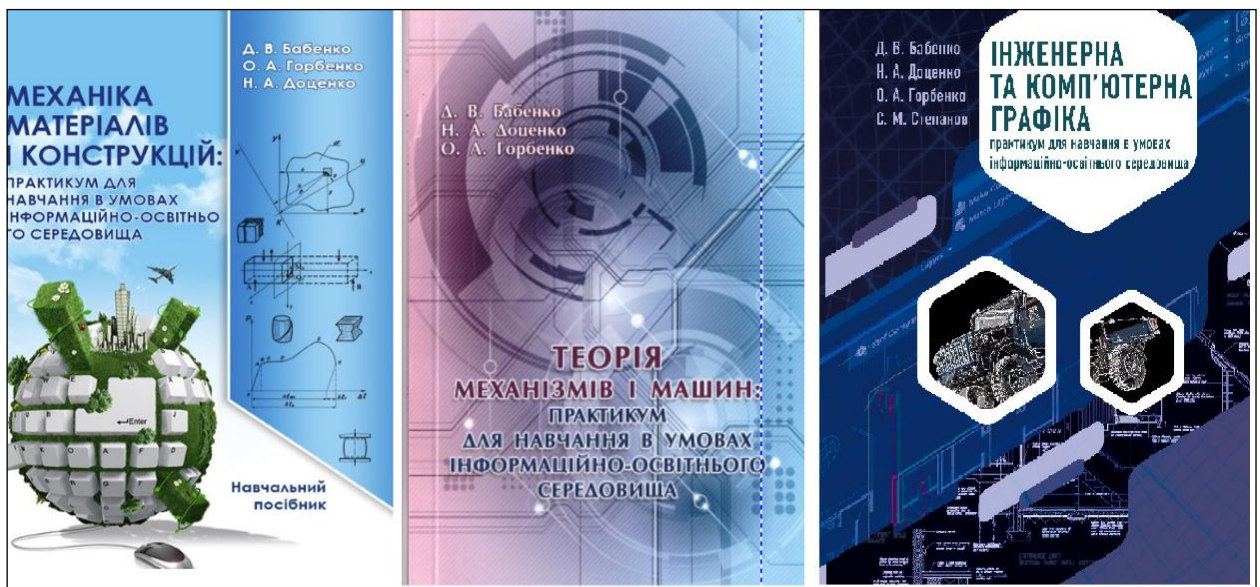


Рисунок 2.5. Навчальні посібники з інтерактивними елементами із загальнотехнічних дисциплін для навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

*Джерело: розроблено авторами*

Суть навчальних посібників з інтерактивними елементами для вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти полягає в тому, що за ними можна працювати як самостійно, так і в аудиторії. Для роботи в аудиторії подано теоретичний матеріал, прототипи практичних робіт та питання до заліків та екзаменів. Для навчання в цифровому навчальному середовищі представлено широкий спектр інтерактивних аудіовізуальних онлайн засобів навчання, які представлені в посібнику за допомогою QR-кодів та детально описані в розділі 3.

## **2.5. Моніторинг освітніх результатів здобувачів вищої освіти під час опанування загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Одним із пріоритетів сучасної освіти є її інформатизація, в контексті якої створення цифрового навчального середовища закладу вищої освіти та використання системи оцінювання освітніх

результатів здобувачів вищої освіти розширюють можливості підготовки інженерів [113], [114]. Теоретичні знання або аудиторна робота доповнені мультимедійними інтерактивними практичними або лабораторними завданнями дають можливість використовувати методи візуалізації [224]. Також, за рахунок використання цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, можна систематизувати і структурувати інформацію, зокрема для самостійного вивчення матеріалу здобувачами вищої освіти та здійснювати моніторинг їх освітніх результатів [428]. Підготовка майбутніх інженерів в аграрних закладах вищої освіти вимагає системного аналізу ступеня засвоєння знань на різних етапах навчання, набуття компетентностей за фахом, стимулювання себе як фахівця для подальшого самовдосконалення [429]. У дослідженнях [371], [373] відзначено, що подання змісту освіти має враховувати ступінь складності завдань у контексті набуття компетентностей та, за необхідності, використання інтерактивних засобів для корекції знань майбутніх інженерів. Тому виникає необхідність дослідження системи моніторингу освітніх результатів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, яка може бути використана для підвищення якості підготовки інженерів.

Дослідники [66], [380] зазначають, що метою моніторингу є створення основи для узагальнення та аналізу отриманої інформації про стан навчального процесу та основні показники його функціонування для оцінки та прогнозування тенденцій розвитку, прийняття управлінських рішень для досягнення результатів якості освіти. Спираючись на роботи [74], [76], під терміном «моніторинг освітніх результатів в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти» ми будемо розуміти збір, зберігання, обробку та поширення інформації про діяльність здобувачів вищої освіти у зазначеному середовищі, яке побудоване на основі інтеграції аудиторного навчання та здійснення освітнього процесу в умовах цифрового навчального середовища. З використанням системи

моніторингу можна контролювати, правильно підбирати інструменти, подавати зміст навчання, а оброблена таким чином електронна навчальна інформація забезпечує високу ефективність.

Автори [87], [90] відзначають, що вміння самостійно контролювати результати навчальної діяльності може підвищити якість знань майбутніх інженерів. Використання такої системи є аналізом статистичної інформації в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти та здатне забезпечити корекцію змісту освіти на основі отриманої статистичної інформації [97], [96].

Представлено систему моніторингу освітніх результатів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти (рис. 2.6). Загальна схема моніторингу освітніх результатів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти окреслює дослідження якості подачі навчального контенту для здобувачів вищої освіти та спостереження за їх освітніми результатами (Додаток Л).

Дослідження якості подачі навчального контенту для здобувачів вищої освіти складається з якості презентації теми та розкриття проблеми; статистики переглядів навчального контенту; моніторингу часового інтервалу виконання завдань та своєчасності оцінювання виконаних завдань із загальнотехнічних дисциплін. Моніторинг якості презентації теми та розкриття проблеми може виявити поточний стан якості знань здобувачів вищої освіти під час вивчення технічних дисциплін, позитивні сторони та недоліки з точки погляду на досягнення освітніх цілей з урахуванням їх подальшого вдосконалення. Такий моніторинг забезпечує можливість проаналізувати ступінь засвоєння матеріалу в межах теми, модуля, курсу, на основі отриманих даних можна скорегувати низьку якість засвоєння знань майбутніми інженерами. Під час подання завдань в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти під час вивчення загальнотехнічних дисциплін викладач повинен уникати завдань, результати яких можуть бути

отримані шляхом вгадування правильної відповіді, механічних повторень тощо.

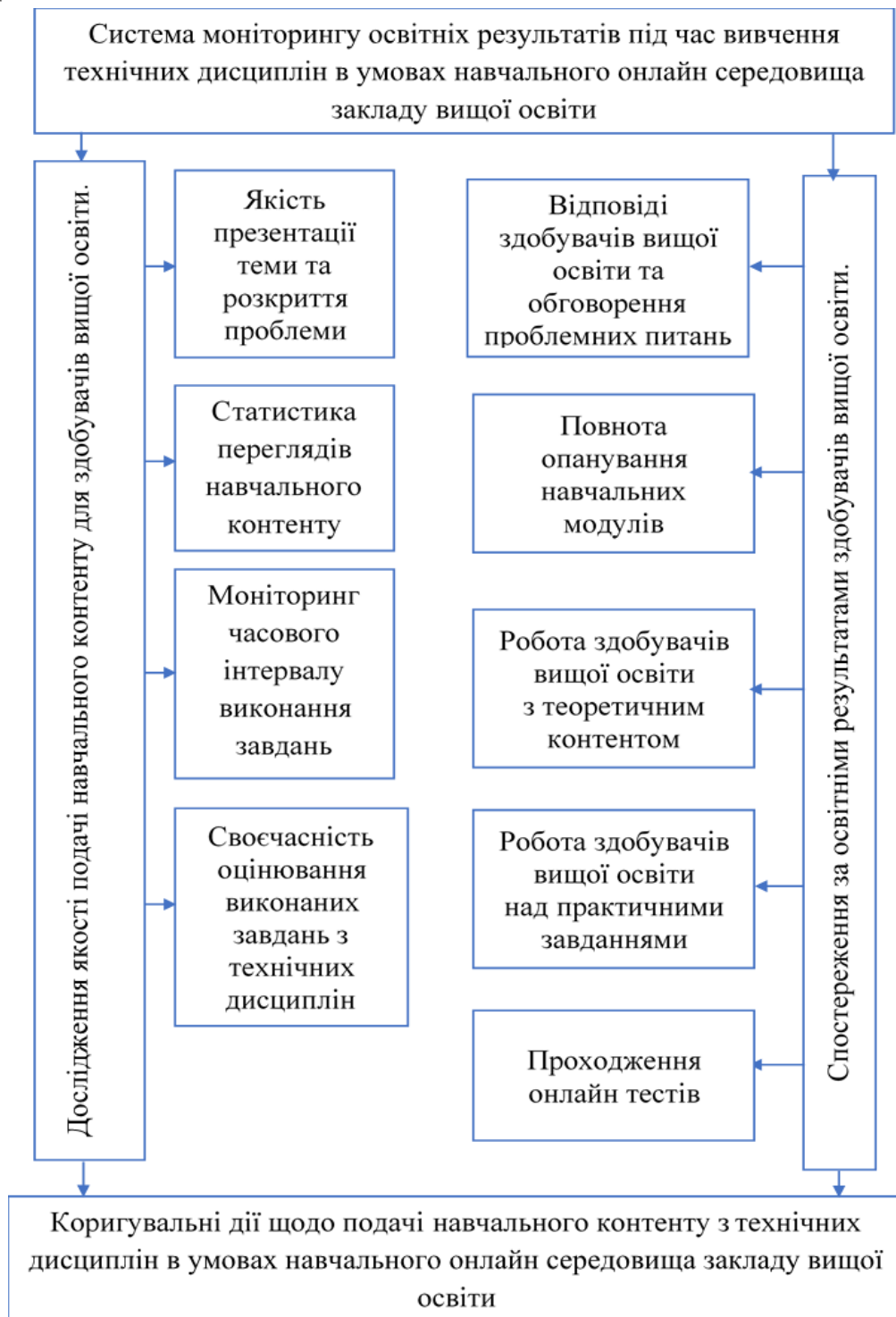


Рис.2.6. Система моніторингу освітніх результатів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

*Джерело: розроблено авторами*

Моніторинг статистики переглядів навчального контенту дозволяє аналізувати типи його подання та дає можливість вдосконалювати зазначений контент шляхом регулювання подання текстової, звукової та візуальної інформації. Оптимальна структура навчального контенту, дотримання загальних рекомендацій щодо оформлення навчального контенту та рекомендацій щодо розміщення інформації в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, оформлення інженерних моделей, графічного матеріалу сторінок позитивно впливає на статистику переглядів.

Моніторинг часового інтервалу виконання завдань дозволяє зробити висновок, які саме матеріали потребують додаткового часу на доопрацювання, а які завдання повинні бути виконані за допомогою додаткових матеріалів. Також важливим аспектом є аналіз результатів роботи з інтерактивними електронними засобами навчання, такими як: лекції з аудіовізуальним супроводом, мультимедійні презентації до практичних робіт, інтерактивні лабораторні роботи, онлайн тестові тренажери та ін. Своєчасність оцінювання виконаних завдань із загальнотехнічних дисциплін дозволяє опрацьовувати результати тестування, аналізувати та оцінювати якість кожного тестового завдання чи питання з точки зору його складності, а також, за необхідності, коригувати освітні результати.

Спостереження за освітніми результатами під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти включає моніторинг відповідей здобувачів вищої освіти та обговорення проблемних питань, повноту опанування навчальних модулів, роботу здобувачів вищої освіти з теоретичним контентом, роботу здобувачів вищої освіти над практичними завданнями та проходження онлайн тестів. Цифрове навчальне середовище закладу вищої освіти дозволяє аналізувати та обробляти відповіді здобувачів вищої освіти. Здобувачі вищої освіти інженерних спеціальностей під час вивчення технічних дисциплін

можуть переглянути коментарі до цих відповідей до кожного завдання.

Виходячи зі спостережень за частотою повторення теоретичного матеріалу, можна зробити висновок, що найбільш прийнятними формами теоретичного змісту є мультимедійні презентації, лекції з аудіовізуальним супроводом, відеолекції тощо. Моніторинг роботи здобувачів вищої освіти з практичними завданнями із загальнотехнічних дисциплін дозволяє виявити труднощі у виконанні завдань і на основі цих даних звернути увагу на проблемні моменти. Також, на підставі даних про час виконання завдання викладач може вибрати найбільш оптимальні результати здобувачів вищої освіти та орієнтуватися на час представлення змісту навчання в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти.

Моніторинг повноти опанування навчальних модулів дозволяє знайти індивідуальний підхід до кожного здобувача вищої освіти, відкоригувати систему накопичених знань із загальнотехнічних дисциплін, дозволяє проаналізувати ступінь опанування змісту навчання майбутніми інженерами шляхом вивчення результатів всіх завдань, запропонованих у цьому модулі. Ефективному створенню тестових завдань сприяє моніторинг використання навчальних тестових тренажерів здобувачами вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, де кожен тип запитання має свої статистичні показники, що дозволяють визначити частоту випадкового вгадування, кількість спроб, час виконання та здійснити корективи форми подання або змісту навчального контенту на базі цієї інформації.

## Висновки до розділу 2

В залежності від галузі знань та спеціальності, для якої викладаються загальнотехнічні дисципліни, зміст робочих програм може відрізнятися. В розділі представлено модель підготовки студентів інженерних спеціальностей в закладах вищої освіти аграрного спрямування (на базі спеціальності «Агроінженерія»). Цільовий блок характеризується визначенням сучасних провідних ідей підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія». Концептуальний блок враховує методичні підходи та завдання в цифровому навчальному середовищі. Змістовий блок описує зміст навчання на кожному з рівнів, а саме: дисципліни початкового та бакалаврського рівнів, практика. Технологічний блок включає технології, форми та засоби навчання. Використання інформаційних технологій та цифрових засобів навчання дозволяє наочно ознайомитися з теоретичними, практичними та експериментальними положеннями, що є важливим для підготовки майбутніх фахівців в галузі агроінженерії. Результативний блок забезпечує моніторинг професійної підготовки бакалаврів спеціальності «Агроінженерія», який здійснюється на основі визначених критеріїв: мотиваційного, операційного, інтеграційного, творчого.

Для покращення підготовки бакалаврів у закладах вищої освіти доцільно розробити електронні навчальні програми в цифровому просторі, цифрові репозиторії та навчальні курси. Значну увагу слід приділяти розробці змісту освіти та завдань, які здатні формувати професійні компетентності та моніторинг освітніх результатів. Набуття професійних компетентностей здобувачами вищої освіти може здійснюватися за допомогою цифрових медіа комунікаційних технологій. Використання запропонованої технології дає змогу оцінювати ступінь компетентності та навчальні досягнення, задає принципово іншу логіку організації навчального процесу.

Використання інтерактивних аудіовізуальних онлайн засобів дозволяє ознайомитися з теоретичними, практичними та



експериментальними положеннями в контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін. З метою інтеграції аудиторного навчання та освітнього процесу в умовах цифрового навчального середовища та полегшення навігації по курсу доцільно формувати навчальні посібники з інтерактивними елементами із загальнотехнічних дисциплін.

Вивчення загальнотехнічних дисциплін сприяє набуттю знань і вмінь майбутніх інженерів, розширює можливості для самоосвіти, обміну досвідом роботи в цифровому навчальному середовищі. Схема навчання за допомогою посібників з інтерактивними елементами така: здобувачі вищої освіти за допомогою QR-кодів, які представлені в посібнику, переходять до відповідного розділу курсу та починають виконувати завдання на основі інтерактивних аудіовізуальних онлайн-засобів, а цифрове навчальне середовище формує оцінку для студентів і статистичні показники для викладача. Інтерактивні елементи цих навчальних посібників розподілені за рівнями навчання здобувачів вищої освіти. Використання навчальних посібників з інтерактивними елементами в цифровому навчальному середовищі для вивчення загальнотехнічних дисциплін підвищує рівень мотивації до роботи в зазначеному середовищі, формує аналітичні навички та компетентність у професійній діяльності, що важливо для підготовки майбутніх інженерів.

В умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти доцільно проводити моніторинг оцінювання виконаних завдань, аналізу відповідей та роботи майбутніх інженерів з навчальними модулями, теоретичним змістом, практичними завданнями, онлайн тестами із загальнотехнічних дисциплін тощо. Такі засоби моніторингу цифрового навчального середовища закладу вищої освіти допомагають коригувати подальші дії та розвивати зміст освіти, що забезпечує якість опанування загальнотехнічних дисциплін. На основі цієї інформації можна регулювати процеси в цифровому навчальному середовищі закладу вищої освіти.

### **3. ЗАСОБИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОНТЕНТУ ІЗ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

#### **3.1. Відео та інтерактивні лекції як інструмент подачі теоретичного контенту із загальнотехнічних дисциплін**

В умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій відбувається модернізація в системі підготовки фахівців. Інформатизація освіти спрямована на використання сучасних цифрових технологій, які орієнтовані на реалізацію педагогічних цілей професійної підготовки, зокрема здобувачів вищої освіти аграрного профілю [105], [106]. Дослідники в галузі професійної освіти [131], [132] відзначають, що вдосконалюються форми і методи професійної підготовки інженерів, з'являються нові технології навчання та надання освітнього контенту. В основу професійної підготовки здобувачів вищої освіти аграрного спрямування мають бути покладено новітні інформаційні технології. В дослідженнях [451], [453] акцентується увага, що в ході інженерної підготовки кваліфікованих кадрів увага приділяється комп'ютерному проектуванню технічного обладнання і машин, вивченню питань створення сучасних відновлювальних джерел енергії, застосування енергоефективних технологій, створенню сучасних машин, механізмів та конструкцій. В контексті навчання в умовах цифрового навчального середовища оптимальним способом подання такого матеріалу є відеолекція. Вона допоможе відкрити ключові принципи роботи із сучасними комп'ютерними моделями та використання енергоефективної техніки.

Здобувачі вищої освіти інженерних спеціальностей в професійній діяльності займаються розробкою проєктної та конструкторської документації, розрахунком електричних схем із застосуванням обчислювальної техніки, плануванням навантажень і

витрат електроенергії, контролем роботи автоматичних систем управління, обслуговуванням сучасної техніки [122], [452].

Дослідники [101], [102] зазначають, що підготовка таких фахівців вимагає належного рівня, а саме використання систем комп'ютерного моделювання та сучасних електронних програм. Сучасні інформаційні технології – це інструментарій, який надає можливість ширше розкрити означені аспекти [123]. Відеолекції є одним із способів теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей. Тож виникає потреба як у доповненні освітнього матеріалу в умовах цифрового навчального середовища, так і у доповненні аудиторних лекцій відеоконтентом. З урахуванням окреслених потреб, слід зазначити, що є необхідною розробка технології підготовки відеолекцій із загальнотехнічних дисциплін для здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей.

На базі досліджень [449], [450] можна зазначити, що технологія – це система функціонування всіх складових педагогічного процесу, побудованих на науковій основі, що забезпечує досягнення запланованих результатів. Технологія створення аудіовізуального контенту в системі вивчення загальнотехнічних дисциплін передбачає ретельну підготовку. Важливо визначити, яка технологія створення відеолекцій підходить для повної реалізації змісту дисципліни. Відеолекція представляє собою візуальну форму подачі лекційного матеріалу аудіо та відео засобами. Викладання такої лекції для здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей зводиться до розгорнутого або короткого коментування візуальних матеріалів: деталей машин, схем, рисунків, фотографій, слайдів, таблиць, графіків, моделей.

Універсальним способом подання аудіовізуального контенту є відеозапис пояснення презентації. Підготовка такого типу навчального контенту включає в себе такі етапи:

1. підготовка презентації для створення аудіовізуального контенту;

2. підготовка текстової інформації для пояснення навчального матеріалу на слайді;

3. запис та створення навчального відео.

1. *Підготовка презентації для аудіовізуального контенту.*

Під час створення презентацій для аудіовізуального контенту із загальнотехнічних дисциплін слід дотримуватись певних алгоритмів. Навчальний матеріал слід подавати невеликими логічно закінченими блоками у чіткій послідовності відповідно до ієрархічної структури початкового матеріалу дисципліни – забезпечувати наявністю структурно-логічних схем вивчення дисципліни та максимально професійно спрямовувати здобувачів вищої освіти. Структура презентації повинна бути логічною, не перевантаженою текстовим матеріалом. Візуалізацію у слайдах потрібно подавати таким чином, щоб студенти могли самостійно дійти до потрібних висновків. Доцільно використовувати анімаційні ефекти для демонстрації різного типу фізичних, хімічних та технічних процесів. Всі слайди презентації мають бути витримані в єдиному стилі, а кількість слайдів потрібно скорочувати до мінімуму, тоді презентація буде стислою та ефективною. Розмір шрифту заголовку доцільно виділяти 24–54 пт, звичайного тексту 18–36 пт, кількість рядків тексту має бути не більше восьми, а кількість слів у рядку – не більше 8–10. Кольорова палітра повинна відповідати правилу трьох кольорів, також доцільно звернути увагу на кольоровий підбір візуальної, анімаційної та графічної інформації [125], [127]:

- колірні схеми мають бути контрастні для полегшення читання інформації;

- під час зміни слайдів має бути використано не більше трьох різних типів переходів;

- числові дані краще подавати у вигляді таблиць або діаграм, а графіки та діаграми, що розташовуються на слайдах, не потрібно перенасичувати їх інформацією;

- зображення (рисунок, фотографія, діаграма) мають бути призначені виключно для ілюстрації текстової інформації в області інженерії;

- ефекти анімації використовуються виключно для привернення уваги слухачів або для демонстрації динаміки розвитку процесу, окресленого в лекції.

2. *Підготовка текстової інформації для пояснення навчального матеріалу на слайді.*

Об'єм текстової інформації для пояснення одного слайду не повинен перевищувати 600–1000 друкованих знаків. Текстова інформація може бути представлена у вигляді короткого опорного плану та містити чітку структуру [128]. Доцільно користуватись примітками до слайдів для розміщення текстової інформації. Тоді під час демонстрації презентації зручно користуватись заготовками текстового матеріалу, подавши на слайді лише графічно-візуальні об'єкти.

3. *Запис та створення навчального відео* передбачає використання спеціальних комп'ютерних програм для запису та редагування відео. Щоб записати лекцію або пояснення до практичної чи лабораторної роботи з використанням аудіовізуального контенту важливо правильно підібрати софт [126]. Програма для створення аудіовізуального контенту повинна мати функції запису і редагування, можливість запису відео з екрану комп'ютера або ноутбука разом зі звуком, редагування відеоролику, зберігання його на жорсткому диску або в хмарних середовищах.

Наприклад, програма Camtasia 2019 пропонує три варіанти захоплення:

- повний екран: здійснюється запис всієї області монітора;
- фрагмент екрану: можливе самостійне налаштування розміру ділянки;
- обране вікно: використовується для запису дій в інтерфейсі браузера.

Перед тим, як почати запис відеолекції, необхідно налаштувати ширину і висоту вибраної ділянки запису. Відеозаписи краще робити в режимі доповідача, це дозволяє бачити одразу два слайди – той, який пояснюється та наступний. Також є можливість користуватися примітками, якщо це передбачено під час формування презентації. Після завершення запису можна редагувати навчальне відео: додати вступну частину, елементи пояснення у вигляді тексту або рисунків, додати звукові ефекти та скоригувати зроблені помилки під час запису. Після коригування відео формується навчальний відеофрагмент, який зберігається як на локальному диску так і в хмарних відеосервісах.

Окреслимо методичні вимоги до створення аудіовізуального контенту із загальнотехнічних дисциплін. Зазначений тип контенту для навчання в умовах цифрового навчального середовища повинен містити анотацію (в якій зазначені цілі та завдання теми) та завдання для контролю якості засвоєння навчального матеріалу. Навчальний матеріал повинен бути чітко структурований [103]. Вступна частина лекції має визначати цілі та завдання теми, виявляти її зв'язок з іншими дисциплінами, відзначати особливості навчального матеріалу. Для кращого засвоєння матеріалу зміст лекції на основі аудіовізуального контенту доцільно розділити на окремі частини [160], тривалість кожної частини може варіюватися від 6 до 20 хвилин. Відеолекція повинна надавати студенту можливість вибору індивідуального темпу навчання. Подання навчального матеріалу не повинно бути одноманітним. Під час створення аудіовізуального контенту слід використовувати графіки, математичні, логічні формули і вирази, структурно-логічні схеми, а також методи комп'ютерної анімації. Комп'ютерну анімацію слід поєднувати з інформацією поза екраном: коментарем лектора та іншими формами подання інформації [161]. У матеріалах на основі аудіовізуального контенту можливо додатково розмістити посилання на саму презентацію, розміщену в умовах цифрового навчального середовища. На рисунку 3.1 представлено етапи впровадження

відеолекції в навчальний процес в умовах цифрового навчального середовища, а саме: підготовку, оцінювання та її розміщення в умовах цифрового навчального середовища та в навчально-методичній літературі (Додаток Ж).



Рисунок 3.1. Технологія впровадження відеолекції для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

*Джерело: розроблено авторами*

Підготовчий етап включає в себе підготовку презентації, текстової інформації та запис відео. Підготовка оцінювання відеолекції складається з прикріплення компетентностей при її розміщенні в умовах цифрового навчального середовища та отримання здобувачами вищої освіти балів за проходження лекції. В умовах цифрового навчального середовища відеолекція розміщується за допомогою створення коду впровадження та завантаження відеолекції у відповідний розділ зазначеного середовища. В навчально-методичній літературі відеолекцію можна представити за допомогою QR-коду, який є посиланням на неї.

Аудіовізуальний контент – це спеціально підготовлений освітній продукт, який містить необхідні елементи підвищення сприймання начального матеріалу і підтримання інтересу до дисципліни. Технологія створення аудіовізуального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти передбачає етапи підготовки, редагування та розміщення в умовах зазначеного середовища.

### **3.2. Застосування засобів проєктування і моделювання під час опанування практичних завдань із загальнотехнічних дисциплін**

Розвиток нових технологій, комп'ютеризація всіх галузей економіки, науки та освіти вимагає створення та впровадження нових інформаційних засобів і технологій, виникає необхідність їх впровадження нових підходів у підготовці майбутніх спеціалістів [83], [86]. Отже, існує потреба вдосконалення педагогічних підходів до виконання практичних робіт, зокрема при вивченні загальнотехнічних дисциплін.

Дослідники [330], [331] відзначають, що створення 3D-моделей нині перебуває на новому етапі розвитку під час вивчення технічних дисциплін. Тому здобувачі вищої освіти повинні використовувати 3D-моделі при вивченні будови спеціалізованого обладнання під час



практичних занять та опанувати навички проєктування 3D моделей для майбутньої професійної діяльності.

В останні роки у зв'язку з розвитком графічних інтерфейсів і графічних пакетів широкого поширення набули 3D моделі. Комп'ютерна модель у процесі виконання практичних робіт при вивченні загальнотехнічних дисциплін повинна якомога повніше відображати всі основні чинники та зв'язки, що характеризують реальні ситуації та обмеження [332], [333]. Крім того, дослідники [107], [108] стверджують, що 3D-моделі мають бути настільки ж універсальними (щоб охоплювати найширший діапазон об'єктів за призначенням) і простими (щоб допомогти виконати необхідні дослідження з мінімальними витратами). Представлено технологію застосування 3D моделей у процесі виконання практичних робіт при вивченні загальнотехнічних дисциплін (рис. 3.2).

Застосування засобів проєктування і моделювання під час опанування практичних завдань із загальнотехнічних дисциплін досягається за рахунок таких організаційно-методичних умов, як: використання комп'ютерних 3D-моделей у практичних роботах; створення та впровадження в навчальний процес практичних робіт з розробкою комп'ютерного 3D-моделювання; надання необхідних методичних рекомендацій щодо використання та розвитку комп'ютерного 3D-моделювання під час виконання практичних робіт. Ця мета досягається на основі таких форм навчання, як інструктаж і безпосередньо виконання практичних робіт, а також наочних і практичних методів. Інструктаж – це різновид пояснення і представлення завдання викладачем [129]. Він включає демонстрацію прийомів та інструментів 3D візуалізації (Додаток И).



Рис.3.2. Технологія застосування 3D моделей у процесі виконання практичних робіт при вивченні загальнотехнічних дисциплін

*Джерело: розроблено авторами*

При виконанні практичних робіт під час вивчення загальнотехнічних дисциплін необхідно дотримуватись такої послідовності:

1. розгляд та вивчення методів побудови комп'ютерних 3D моделей;
2. виконання звітнього завдання;
3. обговорення отриманих результатів;
4. захист практичної роботи із звітом, який містить розрахункові значення та побудовані 3D-моделі обладнання та висновки. Здобувач вищої освіти повинен відповісти на запитання викладача щодо практичної роботи і представити власні 3D-моделі згідно до виданого завдання.

Для досягнення мети даної технології використовуються такі методи, як візуальні та практичні. Візуальні методи передбачають представлення механізмів та обладнання у вигляді тривимірних зображень для максимальної зручності їх розуміння; надання матеріальної форми будь-якому технічному об'єкту, процесу тощо. При візуалізації навчального матеріалу під час виконання практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін слід враховувати, що візуальні образи скорочують ланцюжок словесних міркувань і розширюють можливості цифрового навчання. Таким чином, візуалізація навчальної інформації під час виконання практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін дозволяє вирішити низку педагогічних завдань: забезпечення інтенсифікації практичних занять; посилення активізації практичної навчально-пізнавальної діяльності; формування та розвиток критичного та наочно-просторового мислення та зорового сприйняття [119], [120]. Практичні методи навчання передбачають різні види просторової діяльності та вимагають самостійності здобувачів вищої освіти у навчанні. Виконання робіт у 3D-просторі передбачає повторення певних дій з метою їх засвоєння, яке базується на розумінні, супроводжується свідомим контролем і коригуванням. Практичні роботи не повинні являти собою випадковий набір однотипних дій, вони мають будуватися за системою, чітко спланованою послідовністю дій, включаючи поступове ускладнення.

Ефективність практичної роботи із загальнотехнічних дисциплін залежить від аналізу її результатів. Цінність практичного методу полягає в тому, що він допомагає пов'язати теорію з практикою, забезпечує здобувачів вищої освіти володінням методами дослідження у 3D-просторі, формує навички користування обладнанням, навчає обробляти результати вимірювань і робити правильні наукові висновки та пропозиції.

До засобів навчання входить навчально-методичне забезпечення, Інтернет-ресурси та апаратно-програмне забезпечення. Навчально-методичне забезпечення виконання практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін на основі 3D-моделей механізмів та обладнання являє собою комплекс навчально-методичних матеріалів, що забезпечують освітній процес. До інтернет-ресурсів належать: курси дистанційного навчання; масові відкриті онлайн-курси, які передбачають виконання практичних робіт з технічних дисциплін у рамках освітньої програми; інтерактивні освітні портали, що забезпечують роботу з 3D простором; аудіовізуальний контент.

Апаратно-програмне забезпечення – це комплекс програм для виконання практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін у 3D просторі. Воно перетворює матеріальні технічні об'єкти на комп'ютерні моделі та прототипи [129], [130]. Для виконання 3D моделей механізмів та обладнання доцільно використовувати такі програми як: Wings 3D, 3DMonster, Daz Studio, Autodesk 123D, PTC Creo, Autodesk 3ds Max. За допомогою 3D моделей можна вивчити будову та принцип дії механізмів та обладнання, апаратно-програмне забезпечення надає можливість розібрати 3D-моделі на конструктивні елементи або з запропонованих компонентів зібрати пристрій у просторі.

Організаційно-методичні умови, форми, методи та засоби забезпечують прогрес у рівнях використання комп'ютерного моделювання в процесі виконання практичних робіт при вивченні загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального

середовища. Початковий рівень використання 3D моделювання в процесі виконання практичних робіт при вивченні загальнотехнічних дисциплін характеризується наявністю теоретичних знань. Здобувач має уявлення про основні терміни та процеси, розуміє поетапність виконання практичних робіт. Маючи теоретичні знання, здобувач вищої освіти вміє працювати з комп'ютерними 3D моделями. Середній рівень враховує наявність теоретичних знань, що характеризують початковий рівень, а також розуміння роботи в 3D просторі. Здобувач вищої освіти вміє в рамках конкретної практичної роботи формувати 3D-проекти комп'ютерних моделей, самостійно виконувати розрахунки. Високий рівень враховує наявність ключових компонентів, що характеризують середній рівень, а також забезпечує навички самостійного формування комп'ютерних моделей у 3D просторі в контексті практичної роботи. Здобувачі вищої освіти вміють проектувати покрокові завдання для формування комп'ютерних моделей у 3D просторі, розуміють принципи формування ключових 3D моделей. Результатом запропонованої технології є застосування 3D моделей у навчальній та професійній діяльності майбутніх інженерів.

### **3.3. Розробка курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Однією з важливих частин навчального процесу в умовах інженерної освіти є створення курсових проєктів з фахових дисциплін. Виконання такого виду робіт під час вивчення загальнотехнічних дисциплін має на меті закріпити теоретичні знання шляхом розробки структурної та принципової схеми, а також проведення розрахунків різноманітних пристроїв, вузлів та елементів з використанням довідкової літератури, стандартів [121]. Проте проблеми виникають не лише через складність виконання курсового

проєкту, а й через технічні підходи до його виконання в умовах цифрового навчального середовища.

Важливим аспектом виконання курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища є ефективне впровадження елементів САПР під час фахової підготовки майбутніх інженерів [329]. Автори [135], [162] зазначають, що при виконанні комплексної програми підготовки здобувачів вищої освіти рівень використання засобів цифрового освітнього середовища та рівень готовності викладачів до творчої позааудиторної роботи підвищується разом із загальним показником їх задоволеності позааудиторною роботою у закладах вищої освіти. У роботах [164], [166] відзначено, що перехід до цифрового навчання потребує спеціалістів із відповідним рівнем математичних знань та навичок роботи з інформаційно-комунікаційними технологіями, включаючи комп'ютерне моделювання. В роботах [167], [168] окреслено практичне використання моделі для підготовки студентів-магістрів до монтажних та пусконаладжувальних робіт, яка передбачає унікальну структуру навчального процесу, застосування відповідних методологій та засобів навчання, які б гарантували побудову компонентів фахової підготовки.

В умовах виконання курсових проєктів важливо забезпечити здобувачів вищої освіти спеціальності сучасними методами навчання, набором засобів для їх реалізації в умовах цифрового навчального середовища. В роботах [444], [445] відзначено, що майбутні інженери потребують не лише оволодіння комплексом технічних знань та умінь, а й розвитку інженерного мислення, реалізації STEM-навичок. Створення курсових проєктів в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти потребує дидактичної, методичної та технологічної підтримки з боку закладів вищої освіти. Технологія створення курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в цифровому навчальному середовищі представлена на рис.3.3.

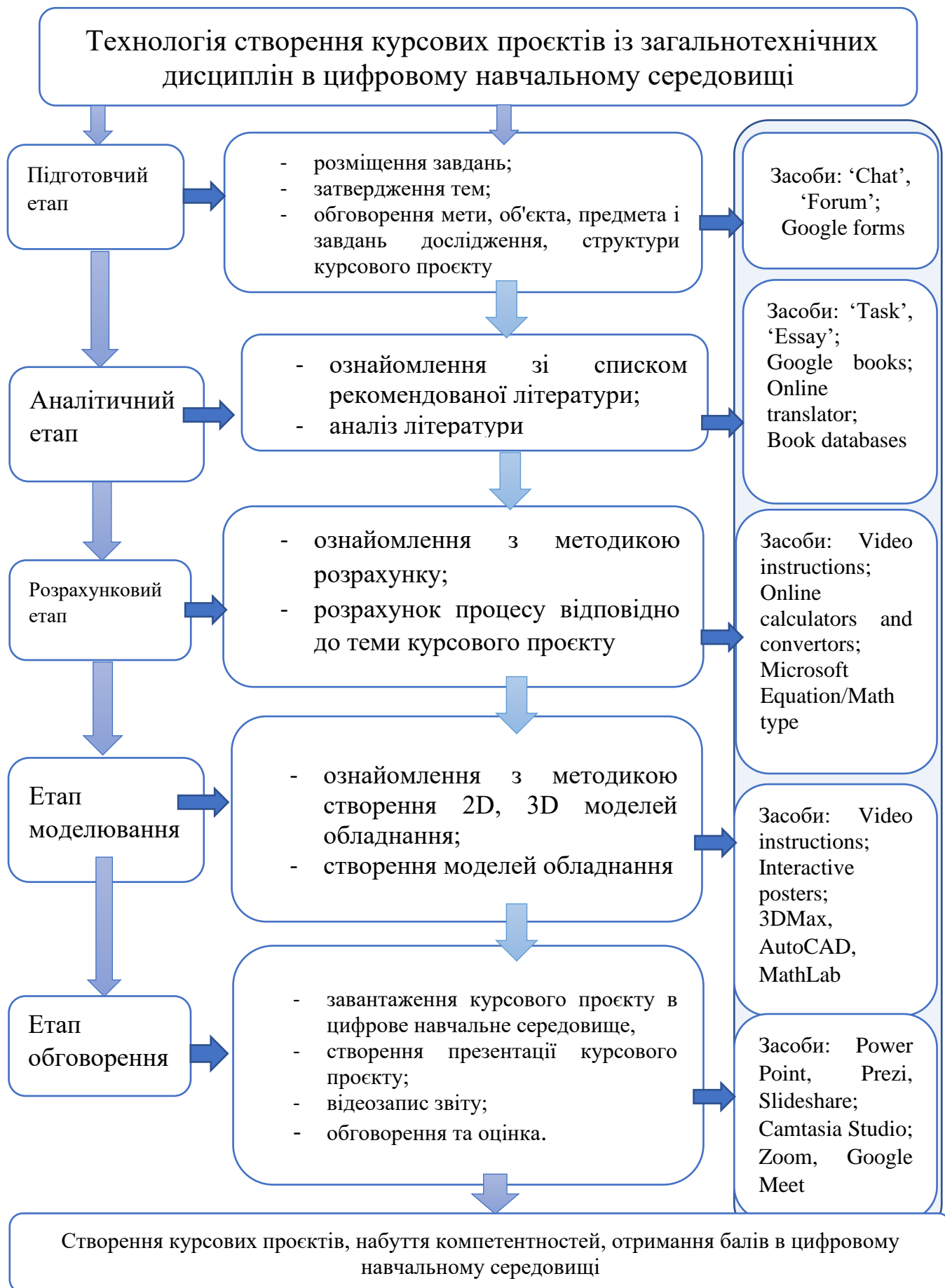


Рис. 3.3. Технологія створення курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в цифровому навчальному середовищі. Джерело: розроблено авторами

Технологія створення курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в цифровому навчальному середовищі складається з п'яти етапів: підготовчого, аналітичного, розрахункового, етапів моделювання та обговорення. Представлена процедура роботи на кожному етапі, а також навчальні онлайн-інструменти її реалізації.

Підготовчий етап включає розміщення завдань в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, обговорення та затвердження теми курсового проєкту та розгляд мети, об'єкта, предмета та завдань дослідження, структури курсової роботи. Курсовий проєкт, як і будь-яке дослідження, виконується з чітко визначеною метою. В роботах [55], [185] відзначено, що сенс такого дослідження полягає в можливості застосування практичних результатів. Дослідники [56], [441] відзначають, що практичну значущість курсового проєкту має сенс окреслити ще на етапі складання плану, висунення гіпотези та формулювання актуальності теми, обраної для дослідження.

Отримані дослідником результати можуть бути застосовані на практиці або на теоретичному рівні. Сформульовано сутність теоретичного та практичного значення роботи. Підготовчий етап передбачає взаємодію викладача та студентів, тут рекомендується використовувати засоби цифрового навчального середовища, такі як чат чи форум або використовувати гугл-форми для підтвердження теми курсового проєкту. На аналітичному етапі відбувається ознайомлення зі списком рекомендованої літератури та її аналіз. Необхідно не лише окреслити думки авторів, а і висунути дискусійні питання.

Наприклад, на основі аналізу думок ряду авторів здобувач вищої освіти представляє класифікацію машин та механізмів, або проводить узагальнення положень наукових шкіл. Однак виконання курсового проєкту не обмежується вивченням теорії. Як правило, дослідження також містить аналітичну та рекомендаційну частини, де вивчається сучасний стан галузі, обґрунтовуються тенденції,



визначаються проблеми. Також важливо працювати з актуальними джерелами та дотримуватись вимог академічної доброчесності [392].

На розрахунковому етапі відбувається ознайомлення з методикою розрахунку та розрахунку процесу відповідно до теми курсового проєкту. Для розрахунків в контексті виконання курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін здобувачі вищої освіти можуть використовувати відеоінструкції та онлайн калькулятори та конвертори величин.

Етап моделювання передбачає ознайомлення з методикою створення 2D, 3D моделей обладнання. Цей етап спрямований на оволодіння методами постановки та формалізації задач автоматизованого проєктування об'єктів техніки, набуття навичок алгоритмізації основних проєктних операцій і процедур, які використовуються при практичному створенні систем і комплексів автоматизованого виробництва. Одночасно із засвоєнням зазначених знань студенти повинні вміти виконувати практичні завдання, спрямовані на засвоєння операцій створення документів технічних проєктів САПР у середовищах Auto САПР [111], [112].

Загальна мета етапу моделювання при створенні курсових проєктів базується на власних знаннях, уміннях і навичках студентів щодо використання програмних засобів комп'ютерного проєктування та моделювання з прикладними системами CAD/CAM/CAI та периферійним комп'ютерним обладнанням як інструментальною підтримкою вирішення наукових досліджень та інженерних проблем в подальшій діяльності, які в основному зосереджені на комп'ютеризованих інтегрованих системах в технічній промисловості.

На етапі обговорення необхідно представити курсовий проєкт викладачу та аудиторії. Необхідно завантажити курсовий проєкт в цифровому навчальному середовищі, створити його презентацію. Відповідно до презентації студент записує відеодоповідь і відбувається онлайн-обговорення отриманих результатів. Виявивши проблеми, здобувачу вищої освіти надаються рекомендації,

шукаються шляхи вирішення складних ситуацій. Готовність розробок до продуктивного впровадження становить практичну цінність курсового проєкту.

Результатом використання технології створення курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в цифровому навчальному середовищі є створення інженерної роботи, під час цього процесу студент набуває компетентності та отримує бали в умовах зазначеного середовища. В ході створення курсового проєкту майбутній інженер набуває знань щодо вимог та шляхів підвищення технічного рівня та створення оптимізаційних математичних моделей елементів і систем обладнання; режимів роботи обладнання; системи показників ефективності використання ресурсів; методики реалізації бізнес-плану. Також студенти опановують навички розробки механічних пристроїв та систем з вирішення сучасних питань енергоресурсозбереження та використання можливостей розрахункового проєктування на основі оптимізаційних математичних моделей; оцінки ресурсного потенціалу аграрного формування; обґрунтування технологічних підстав та економічної доцільності співпраці; управління матеріально-технічними та енергетичними ресурсами.

#### **3.4. Використання інтерактивних плакатів для практичних робіт під час викладання загальнотехнічних дисциплін**

Навчання інженерів за допомогою цифрових технологій в наш час стає все більш актуальним, це пов'язано з розвитком техніки і технологій і високим рівнем конкуренції на ринку. Однією з головних переваг цифрових технологій є збір і обробка великих обсягів даних, що дозволяє збирати та аналізувати інформацію про систему в режимі реального часу та швидко виявляти та усувати системні проблеми [393]. Дослідники [75] зазначають, що цифрові технології також можна використовувати для віддаленого моніторингу та управління.

Під час вивчення загальнотехнічних дисциплін за допомогою цифрових технологій важливу роль відіграє використання інтерактивних плакатів, які дозволяють набути практичні навички роботи у цифровому середовищі та відпрацювати найефективніші стратегії навчання. В роботах [77], [395] відзначено, що такий вид професійної підготовки є необхідним елементом розвитку техніки і технологій та забезпечення безперервного та ефективного функціонування освітньої системи. Для цього необхідно розробити освітні програми, які включають не лише теоретичні знання, а й практичні навички роботи з цифровими технологіями та інструментами [442]. Автори [394], [440] зазначають, що також необхідно враховувати, що розвиток цифрових технологій є динамічним і швидким процесом, тому майбутні інженери повинні постійно підвищувати свій рівень знань і навичок, щоб бути в курсі останніх тенденцій і технічних можливостей. Однією з основних проблем під час викладання загальнотехнічних дисциплін за допомогою цифрових технологій є відсутність візуалізації процесів, що може призвести до недостатньої ефективності використання освітніх ресурсів.

Створення ефективних процедур цифрового навчання значною мірою впливає на мотивацію до його використання [325]. Автори [324], [443] окреслюють основні чинники, що відзначають його ефективність це: доступність технологій, якість цифрового контенту та електронна соціальна взаємодія, їх комбінація пропонується для подальшого визначення ефективності використання електронного навчання та, як наслідок, академічних досягнень. Поєднання ефектів занурення та інтерактивності запропоновано як життєздатну технологію для вищої освіти, тоді як інтерактивні компоненти залучають користувача до процесу оптимізації через графічний інтерфейс, аналітичні компоненти таких функцій вирішують проблеми оптимізації, які невидимі для людського ока [84].

Представлено систему створення інтерактивних плакатів на основі інтерактивних еволюційних обчислень. Такий тип

інтерактивного контенту використовують для покращення дизайну залежно від суб'єктивної оцінки користувача після того, як згенеровано певну кількість плакатів з різними макетами та кольорами [360]. Дослідження, мета якого полягала в тому, щоб створити колекцію інтерактивних плакатів, які наочно демонструють основні завдання, що необхідно виконати в електронній лабораторії. Ці плакати орієнтовані на студентів, які вивчають різні предмети та мають різні рівні. Визначено, що це доступний і простий спосіб надати інформацію та забезпечити зміст навчання поясненнями [361], [362]. У дослідженні [92] використовується інтерактивна платформа, керована даними, для автономного створення плакатів із сильною естетичною привабливістю на основі текстових даних. Цей фреймворк використовує великомасштабну попередньо підготовлену візуально-текстову модель для відновлення фонових зображень із заданих текстів, а потім впорядковує тексти та зображення [383], [384]. Запропонований підхід дає студентам реальний досвід представлення інженерних концепцій за допомогою плакатів, одночасно навчаючи їх формулювати конкретні концепції відповідно до встановлених стандартів. Для контролю освітнього процесу в цифровому навчальному середовищі використовуються статистичні дані, які формуються за результатами проходження здобувачами вищої освіти курсів та використання інтерактивних електронних засобів навчання.

У дослідженнях [93], [367], [368] зазначено, що підготовка інженерів за допомогою цифрових технологій є важливим завданням, оскільки ці технології стають все більш невід'ємною частиною аграрної галузі. Цифрові засоби навчання можуть допомогти забезпечити ефективність, безпеку та сталість систем [95]. Цифрові технології дозволяють створювати наочні, інформативні та змістовні навчальні матеріали в різних форматах. Один із них – інтерактивний плакат. Плакат – це візуальне зображення, яке можна використовувати для навчання, подання інформації, закріплення навичок тощо. Незалежно від мети використання, плакат є засобом

подачі інформації, тобто його основна функція – демонстрація матеріалу [94], [369]. Поняття інтерактивності означає здатність інформаційно-комунікаційної системи реагувати на дії користувача. Інтерактивні плакати – це засіб надання інформації з різними варіантами реакції на дії користувача [390]. З цього випливає, що інтерактивний плакат не можна вважати статичною ілюстрацією чи просто набором мультимедійних компонентів [396]. Це система, де зміст взаємодіє з користувачем за допомогою посилань, текстових або цифрових областей введення, кнопок навігації та інших інтерактивних елементів [91].

Автори [389] зазначають, що інтерактивні плакати використовуються в освітній сфері, і тут вони вирішують дві важливі задачі: залучають здобувачів вищої освіти до процесу навчання та забезпечують максимальну наочність навчального матеріалу. За змістом і формою інтерактивні плакати поділяються на одно- і багаторівневі. Для розробки інтерактивного плаката першого типу використовується однорівнева схема побудови, відповідно: зміст аркуша змінюється в залежності від стану інтерактивних елементів, наприклад, при натисканні кнопок або активації полів введення тексту. Набагато складнішим типом інтерактивного плаката є багаторівневий плакат – він працює як меню: плакат першого рівня служить відправною точкою для переходу до компонентів другого рівня або посилання на джерело. Кожен із компонентів другого рівня може виступати як самостійний мультимедійний чи інтерактивний плакат, у свою чергу, одно- чи багаторівневий, або бути окремим документом. Багаторівневі плакати агрегують великий обсяг матеріалу, структурують його і формують в єдиний інформаційний блок.

Незалежно від типу інтерактивного плаката, в робочій зоні можна розмістити будь-які мультимедійні елементи: статичні ілюстрації, анімацію, текст [388]. Інтерактивні дозволяють демонструвати 3D-моделі та 3D-анімацію, що є надзвичайно наочним та ефективним при вивченні пристрою, правил експлуатації

та ремонту обладнання. Ще більше функціональності плакату надає використання додаткових елементів: звукові та графічні файли, інтерактивні інтерфейси, складні анімаційні сцени [98], [391].

Інтерактивні плакати є гнучким інструментом навчального процесу. З ним здобувачі вищої освіти швидко засвоюють новий матеріал і закріплюють вивчене, а викладач отримує можливість структурувати великий обсяг інформації у формі, зручній для розуміння. Використовуючи інтерактивні елементи, можна вирішити одне з ключових завдань навчання – привернути увагу студента, зацікавити його та залучити до активної пізнавальної діяльності.

Викладання загальнотехнічних дисциплін за допомогою цифрових технологій є важливим завданням, оскільки ці технології стають все більш невід’ємною частиною аграрної галузі. Цифрові технології можуть допомогти забезпечити ефективність, безпеку та сталість технічних систем. Технологія створення інтерактивних плакатів як навчального засобу практичних завдань у контексті технічної освіти представлена на рис.3.4.

Технологія створення інтерактивних плакатів до практичних завдань для інженерів може включати етапи, окреслені нижче.

1. Визначення типу навчального матеріалу. По-перше, необхідно застосувати навчальний матеріал, яким повинні володіти майбутні інженери. Ці матеріали можуть включати знання технічних процесів, навички роботи з програмним забезпеченням, уміння аналізувати великі обсяги даних, навички роботи з сучасними технологіями тощо. Необхідно підібрати поняття, терміни, розрахунки, які забезпечують набуття фахових компетентностей.

2. Розробка інтерактивного плакату. На основі визначених компетентностей слід розробити технологію навчання, яка допоможе майбутнім інженерам отримати знання та навички із загальнотехнічних дисциплін. Навчання може включати курси з технічних процесів, програмного забезпечення, аналізу даних, ознайомлення з сучасними технологіями. Інтерактивні плакати можуть бути представлені у вигляді схеми, таблиці, графіку тощо.

3. Інструменти. Існує багато інструментів, які можна використовувати в інтерактивних плакатах: графічний і відеоконтент, аудіоконтент, 3D, VR і AR.

4. Засоби моніторингу. В ході кінцевого етапу необхідно оцінити ефективність навчання. Оцінка може включати перевірку знань і навичок із загальнотехнічних дисциплін, спостереження за процесами та результатами, а також відгуки від них щодо якості інструментів контролю та ефективності навчання.



Рис.3.4. Технологія створення інтерактивних плакатів для практичних завдань у контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін

*Джерело: розроблено авторами*

Важливо проаналізувати результати використання технології створення інтерактивних плакатів як доповнення до пояснення завдань у контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін. Це дасть можливість використовувати ефективність застосованих методів і

засобів, визначити проблемні моменти та внести корективи у навчальний процес.

Загалом, використання інтерактивних плакатів як навчального інструменту для практичних завдань у контексті технічної освіти має бути спрямоване на розвиток компетентностей, які є частиною роботи з сучасними технологіями. Для досягнення цієї мети важливо поєднувати теоретичну освіту та практичну підготовку, використовувати сучасні методи та засоби, підтримувати мотивацію та створювати сприятливе середовище для розвитку професійних навичок. Запровадження такої технології під час викладання загальнотехнічних дисциплін дозволить забезпечити ефективну підготовку в умовах цифрового навчального середовища.

### **3.5. Впровадження віртуальних онлайн лабораторних робіт в навчальне середовище закладу вищої освіти**

Стрімкий розвиток цифрових технологій та зростання попиту на дистанційну та змішану форму навчання призводять до широкого використання сучасних педагогічних засобів навчання, таких як віртуальні лабораторії. Вивчення загальнотехнічних дисциплін вимагає від студента як теоретичних знань, так і практичних навичок. Але в дослідженнях [400], [401] зазначається, що необхідно брати до уваги обмеження, такі як відсутність обладнання та труднощі фізичної присутності в конкретному місці. Подолати ці проблеми можна за допомогою віртуальних лабораторій, які надають доступ до навчальних ресурсів і експериментальних досліджень у зручний час і за зручних обставин.

Основна перевага віртуальних онлайн лабораторій – це доступність, головна умова – підключення до Інтернету [346], [347]. Також необхідно відзначити економічні переваги, оскільки використання віртуальних лабораторій дозволяє уникнути використання дорогого лабораторного обладнання [334], [335]. Віртуальні онлайн лабораторії дозволяють студентам виконувати експерименти стільки разів, скільки це необхідно для повного



набуття професійних компетенцій [328]. У дослідженні [327] відзначено, що моніторинг навчальних результатів, самоконтроль і зворотній зв'язок допомагають здобувачам вищої освіти покращити розуміння теоретичних і практичних положень професійних проблем.

Використання віртуальних лабораторних робіт в контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін надають широкі можливості для навчання, допомагають долати виклики сучасного суспільства та інтегрувати в навчальний процес сфери високих технологій. Традиційні методи навчання повинні доповнюватися доступними, креативними та ефективними цифровими навчальними ресурсами [376]. Впровадження зазначеного типу засобів навчання призведе до підвищення якості знань у галузі техніки шляхом впровадження сучасних технологій, а також сприятиме розвитку практичних навичок у майбутніх спеціалістів.

Існує багато викликів і проблем, які необхідно подолати під час впровадження віртуальних онлайн лабораторій під час викладання загальнотехнічних дисциплін. У віртуальному середовищі складно передати практичні навички, і необхідно враховувати, що вивчення загальнотехнічних дисциплін потребує великої кількості теоретичних знань і практичних навичок [355]. Також важливим аспектом є вибір відповідної онлайн-платформи, яка зможе моделювати реальні технічні процеси з необхідною точністю [363].

Під час викладання загальнотехнічних дисциплін в контексті впровадження віртуальних онлайн-лабораторій необхідно забезпечити послідовний доступ до вищезазначеного типу засобів навчання для всіх студентів [341], [402]. Також необхідно окреслити методичні аспекти впровадження віртуальних лабораторій, такі як інструкції, навчальні матеріали та методичні рекомендації, адаптовані для цифрового навчального середовища [342], [343].

Підготовка викладачів до ефективного використання та впровадження має враховувати володіння методами підтримки інтересу та мотивації до проведення віртуальних лабораторних робіт

та отримання зворотного зв'язку з навчанням [348]. Впровадження віртуальних лабораторних робіт в умовах цифрового навчального середовища, організація навчального процесу, розподіл обов'язків є основними етапами окресленої проблеми [349]. Вирішення цих проблем потребує комплексного підходу та врахування взаємодії всіх суб'єктів освітнього процесу [403].

Беручи до уваги наукову літературу та дослідження авторів [350], [351], можна зазначити, що проблема впровадження віртуальних лабораторій в умовах цифрового навчального середовища є багатограним завданням, яке нині стоїть перед закладами вищої освіти. У дослідженні [370] окреслено такі основні аспекти цього питання, як технічні вимоги, педагогічна ефективність та вплив на навчальний процес.

Дослідження [411] зазначає, що віртуальні лабораторії допомагають студентам краще досягати теоретичних концепцій через інтерактивні експерименти та візуалізацію процесів техніки. В роботах [405], [447] окреслено можливість проводити експерименти без прив'язки до місця та часу, що особливо корисно для дистанційної або змішаної форми навчання. В умовах цифрового навчального середовища відсутні ризики, пов'язані з роботою з обладнанням [408]. Але, незважаючи на це, автори [409] підкреслюють, що віртуальні лабораторії не можуть повністю замінити реальні лабораторні роботи через отримання практичних навичок на реальному обладнанні.

У випадку віртуальних лабораторій існує широкий спектр можливостей адаптації до індивідуальних потреб та рівня знань здобувачів вищої освіти, вони забезпечують інтерактивне навчання та розвиток аналітичного та критичного мислення [427], [430]. Крім того, існує потреба в додатковому навчанні викладачів, що може потребувати часу та ресурсів [133].

Для ефективного впровадження віртуальних онлайн лабораторій необхідно враховувати багато аспектів, таких як баланс між віртуальними та реальними лабораторними заняттями та

технічні, економічні та педагогічні фактори [437], [440], [446]. Запропонована педагогічна технологія дозволяє значно підвищити якість знань і доступність навчального матеріалу. На рис.3.5 представлена технологія впровадження онлайн віртуальних лабораторій у закладах вищої освіти.

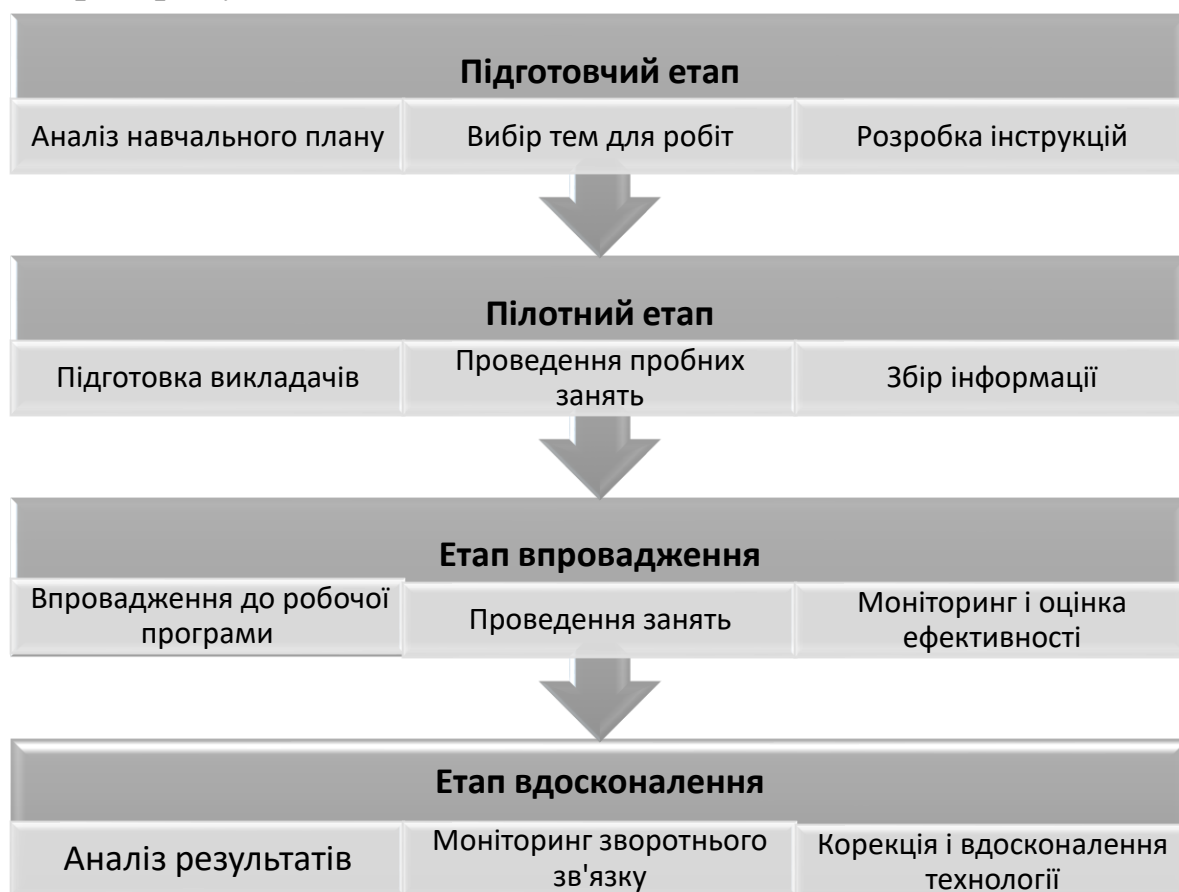


Рис. 3.5. Технологія впровадження віртуальних онлайн лабораторних робіт в цифрове навчальне середовище закладів вищої освіти

*Джерело: розроблено авторами*

План впровадження складається з чотирьох етапів: підготовчий, пілотний, впровадження та вдосконалення. Основною особливістю підготовчого етапу є вибір тем для віртуальних лабораторних робіт на основі навчальної програми. Необхідне програмне забезпечення та обладнання має враховувати розробку методичних матеріалів та засобів навчання. Етап пілотного впровадження складається з навчання викладачів та коригування

методики на основі проведення пілотних занять під час використання віртуальних лабораторій.

Етап впровадження являє собою повномасштабну реалізацію запропонованої технології. Практичний аспект цього етапу враховує проведення систематичних занять та постійний контроль і оцінку ефективності та результатів навчання. Етап вдосконалення базується на аналізі результатів і зворотному зв'язку. На основі цього етапу можна вносити зміни та вдосконалення запропонованої технології в контексті методології та програмного забезпечення. Впровадження віртуальних онлайн лабораторій у навчальний процес закладу вищої освіти може значно підвищити якість освіти, зробити її більш гнучкою та доступною, а також покращити розуміння студентами складних технічних понять.

Використання віртуальних лабораторій розширює навчальні можливості здобувачів вищої освіти на основі того, що в сучасних умовах проведення експериментів у режимі реального часу буває складно реалізувати. Основна мета віртуальних лабораторій – допомогти студентам досягти розуміння теоретичних концепцій за допомогою інтерактивної демонстрації та візуалізації. Віртуальні онлайн-лабораторії можуть базуватися на особистих потребах студента, існує широкий спектр можливостей для повторення експериментів і витрати необхідної кількості часу на засвоєння теоретичних концепцій. Вирішуючи реальні проблеми в техніці шляхом моделювання, віртуальні лабораторії розвивають аналітичні навички та навички вирішення проблем. Інтерактивність підвищує залученість здобувачів вищої освіти та робить навчальний процес більш мотиваційним.

### **3.6. Розробка тестових навчальних тренажерів із загальнотехнічних дисциплін**

У зв'язку з пандемією [227], [228] та введенням воєнного стану в Україні [216] виникає необхідність модернізації системи освіти, широко використовується практика використання змішаної або

дистанційної форми навчання [229]. Удосконалюються форми і методи навчання, з'являються нові технології навчання та надання змісту освіти [230], виникає необхідність оцінювання її якості [217]. Це стосується як оцінки рівня знань, умінь і професійних компетентностей студентів [232], так і якості освітніх послуг, які їм надаються в рамках технічної освіти [231], [218].

Як організація навчального процесу, так і контроль якості освіти залишаються предметами численних досліджень і дискусій [234], [235]. На дистанційних етапах інженерної освіти актуальним стає зворотний зв'язок при отриманні інформації в онлайн-форматі [406]. Також необхідно зазначити, що будь-яке подання інформації має контролюватися на засвоєння здобувачами вищої освіти [407]. У дослідженнях [387], [390] відзначено, що основною вимогою до контрольних заходів діяльності здобувачів вищої освіти є професійна спрямованість моніторингу в умовах цифрового навчання. Для досягнення об'єктивності контролю в умовах цифрового навчального середовища необхідно дотримуватися вимог інформативності, обґрунтованості та достовірності контролю.

Аспекти дистанційного та змішаного навчання досліджуються багатьма вченими, зокрема в роботах [236], [237] здійснено дослідження впливу цифрового та онлайн-навчання. Дослідники розглядали оцінку якості дистанційного навчання [11], аналізували сприйняття дистанційного навчання під час пандемії COVID-19 [238]. Вчені [329], [240] досліджували вплив відео конференцзв'язку під час дистанційного навчання. Також розглядалися технологічні та інструкторські параметри та академічна успішність студентів зазначеної форми навчання [241]. Оцінка використання вебінарів та віртуальних симуляцій [242], проблема професійної підготовки інженерів широко досліджується в педагогічній теорії [243], педагоги враховують, що навчання фахівців у галузі техніки ведеться на основі багаторічного досвіду побудови та експлуатації систем споживання [244], світового досвіду та сучасних комп'ютерних технологій [245].

В дослідженнях [246], [385] відзначено, що зростає потреба ринку праці в інженерах з розширеними знаннями в галузі техніки. Інновації інженерних методів навчання на основі мультимедійних технологій висвітлюються в роботах багатьох авторів [268], [386]. Науковці в дослідженнях [267], [384] зосереджуються на застосуванні цифрових методів навчання в інженерній освіті. Також дослідники [140], [141], [142] аналізують окремі аспекти контролю якості та ефективності використання електронних навчально-методичних комплексів навчальних дисциплін в освітньому процесі. Під час організації навчального процесу викладач повинен враховувати мету, зміст, засоби навчання, функції, види і методи контролю [143], [144].

Під час навчання в умовах цифрового навчального середовища аудиторна робота супроводжується захистом практичних та лабораторних робіт, а позааудиторна робота супроводжується онлайн-контролем за допомогою засобів навчання, зокрема тестового контролю, що включає різні види тестів, модульних і підсумкових оцінювальних заходів, які включають виконання проблемних завдань. Онлайн-контроль у рамках позааудиторної роботи студентів може передбачати різні види контрольних робіт, завдань та моніторинг навчальної діяльності в цифровому середовищі.

Визначено наступні типи тестових завдань, що утворюють комплексний і підсумковий тест за запропонованою технологією: графічні, анімовані, аудіо та розрахункові [62], [70]. Наведено приклади тестів у розрізі вивчення загальнотехнічних дисциплін (рис. 3.6), (Додаток К).

*Розрахункові* тести можуть відрізнятися за складністю та охоплювати різні галузі науки. Метою розрахункового тесту є вимірювання навичок чисельного мислення, здатності розв'язувати задачі та розвиток математичної грамотності здобувача вищої освіти. Студент повинен виконати обчислення, а потім ввести числову відповідь. За допомогою зазначеного типу тестів здобувачі

вищої освіти можуть покращити свої навички швидкого обчислення, а також розуміння теоретичної, технічної та математичної складової опанування загальнотехнічних дисциплін.

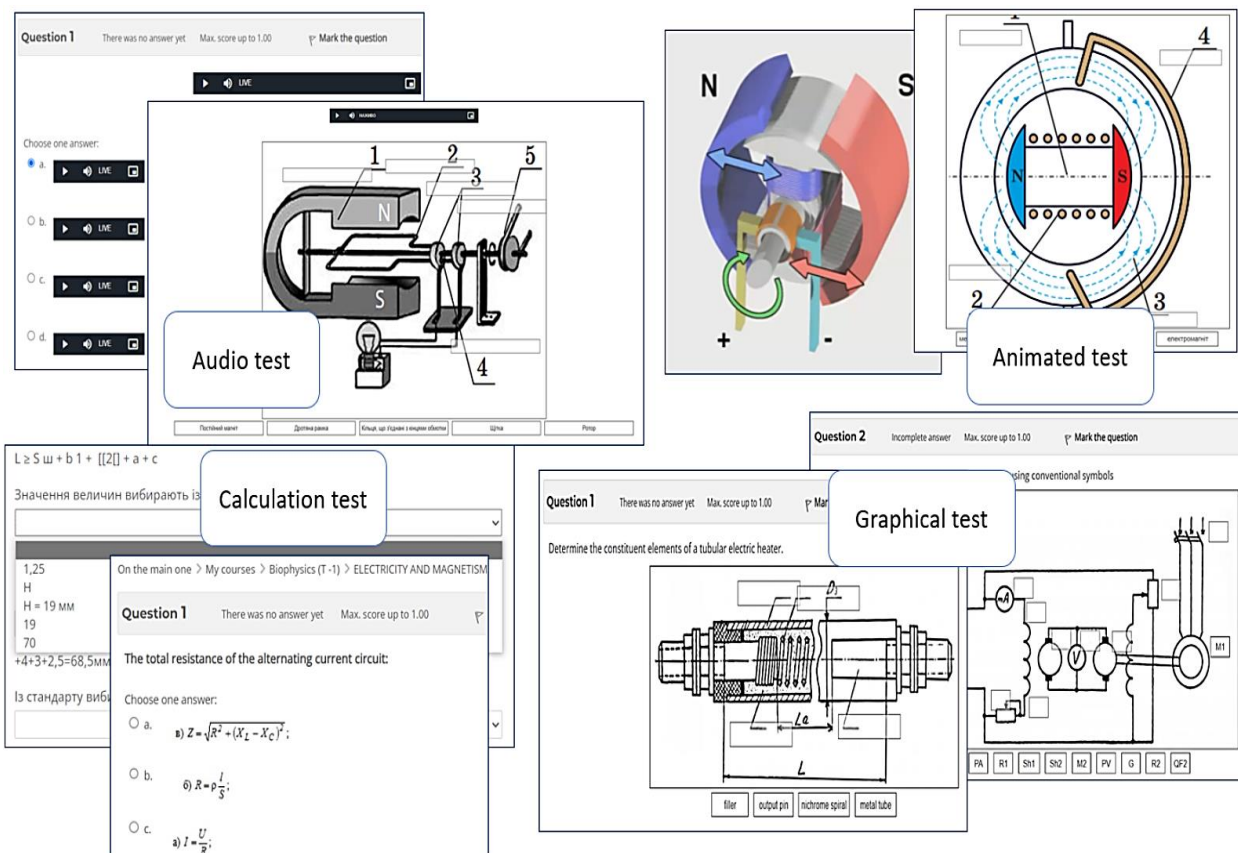


Рис.3.6. Приклади тестових навчальних тренажерів під час викладання загальнотехнічних дисциплін

*Джерело: розроблено авторами*

*Аудіотест* – це контрольний захід, який передбачає фіксацію рівня засвоєння знань на заданому інтервалі засвоєння змісту освіти. Суть аудіотесту полягає в тому, що студент має можливість прослухати аудіопитання та варіанти можливих аудіо відповідей на це питання. Після прослуховування здобувач вищої освіти обирає правильну відповідь. Аудіотести є актуальними в навчальному процесі у зв'язку з тим, що сучасні студенти віддають перевагу аудіофайлам порівняно з текстовим і навіть відео форматом. Тому розробка цього типу тестових завдань обов'язково повинна супроводжуватися сучасним аудіовізуальним контентом.

Застосування цього типу тестових завдань запобігає механічному виділенню відповіді, активізує пам'ять і ступінь засвоєння змісту навчання. Тому в умовах онлайн-контролю актуальним є використання аудіотестів.

Використання *графічного* тесту має на меті розвиток професійних компетентностей через тренування зорового сприйняття та роботи з інженерними кресленнями, схемами та іншими графічними об'єктами в умовах цифрового навчального середовища. Цей тип тесту дає можливість поглибити уявлення про певні процеси та технічні системи в межах комплексу, слугуючи доповненням до теоретичного вивчення навчальних матеріалів, практичного застосування та лабораторних робіт. Тест, який дозволяє перетягнути візуальне зображення в текстове поле, дозволяє аналізувати та розрізняти різні види змісту освіти. До роботи надається опис графічних елементів, процедур, складних систем і компонентів інженерного об'єкту. Здобувач вищої освіти має розглянути запропоновані об'єкти та графічні зображення, потім зіставити опис і графічне зображення. Такий тип тестових завдань може допомогти у розвитку аналітичних навичок, тренуванні пам'яті та зорового сприйняття. Мета графічного тесту – допомогти здобувачам вищої освіти розвинути здатність візуально сприймати інженерні об'єкти.

На основі плоского або просторового представлення графічний тест дозволяє користувачам переносити слова на зображення. Візуальні інструменти мають бути ретельно підібрані і містити відповідні елементи, які були розглянуті в рамках аудиторної роботи. Текстові пояснення – це спосіб вивести інформацію про аспекти запропонованого візуального образу. Логічна візуалізація площинних або просторових фігур та інтеграція їх складових є основними цілями графічного тесту для перетягування зображень на зображення. Під час виконання графічного тесту також можна перетягувати елементи у відповідну область креслення, такий тип тестового питання доцільно застосовувати під час вивчення



фізичних процесів або складних компонентів обладнання. Таким чином, не потребуючи спеціального обладнання, цей тип тестів дозволяє розвивати практичні навички, а також тренувати зорову пам'ять і ознайомлюватися з практичними аспектами.

На основі GIF-анімації фізичних процесів розроблено *анімовані* тести. В рамках зазначеного типу тесту потрібно вибрати одне із запропонованих зображень, щоб окреслити суть технічного процесу. Процеси моделювання фізичної взаємодії твердих тіл, руху систем частинок, рідини та газу, моделювання динамічного руху та просторової анімації геометричних форм можна опанувати в рамках анімованих навчальних тренажерів. Анімовані навчальні тренажери є ефективним інструментом доповнення аудиторного навчання. Також вони можуть бути доповненням до контролю проведення фізичних досліджень, які потребують спеціального обладнання та розуміння принципу його роботи.

В контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін розрахункові тестові тренажери забезпечують:

- знання основних властивостей матеріалів та технологічних вимог до матеріалів;
- вміння визначати статичні та динамічні навантаження на робочі органи машин та механізмів;
- вміння розраховувати конструкції на міцність, жорсткість і довговічність;
- вміння теоретично розраховувати машини та механізми;
- вміння заповнювати технічну документацію;
- вміння розраховувати необхідну потужність машин;
- вміння складати рівняння руху машин і механізмів.

Тестові графічні тренажери надають можливість:

- опановувати методику виконання креслень нестандартних деталей;
- опановувати методику виконання складальних креслень машин на основі стандартних вузлів;

- здійснювати проектування з'єднань і механізмів машин і обладнання;
  - здійснювати проектування та дослідження систем обслуговування машин і обладнання;
  - визначати відповідність режимів роботи машин конструктивним особливостям;
  - узгоджувати параметри та режими роботи машин.
- Тестові анімовані тренажери надають можливість:
- аналізувати конструкції машин і обладнання та оцінювати їх технічний рівень;
  - прогнозувати технічний стан машин, обладнання та систем;
  - ознайомлюватися з організацією технічного обслуговування, діагностикою та зберіганням машин і обладнання;
  - мати уявлення про основні принципи налаштування обладнання для виконання технологічних процесів;
  - здійснювати дефектування деталей машин;
  - обирати технічні засоби для виконання основних і допоміжних операцій.

Навчання в умовах цифрового навчального середовища забезпечує гнучкість щодо часу та місця навчання, дозволяючи студентам отримувати доступ до матеріалів та оцінювання знань у зручному для них темпі. Під час опанування загальнотехнічних дисциплін, де практичні експерименти можуть поєднуватися з теоретичним навчанням [434], [435], використання тестових навчальних тренажерів надає студентам можливість продемонструвати своє розуміння інженерних концепцій [436], [439]. Здобувачі вищої освіти можуть отримати доступ до матеріалів і ресурсів для оцінювання в будь-який час і в будь-якому місці, що особливо корисно в умовах цифрового навчального середовища, коли у студентів можуть бути різні розклади та навчальні вподобання [165], [169].

Навчання в умовах цифрового навчального середовища дозволяє інтегрувати різноманітні методи оцінювання, включаючи

як традиційні оцінювання, так і інноваційні методи оцінювання, такі як оцінки за виконання завдань на основі інтерактивних аудіовізуальних онлайн засобів. За рахунок цього розуміння студентами концепцій загальнотехнічних дисциплін оцінюється комплексно, задовольняючи різні стилі навчання та вподобання [438].

Своєчасний зворотний зв'язок має вирішальне значення для сприяння саморегульованому навчанню та сприяння просуванню студентів на шляху до оволодіння предметом [137]. Це дозволяє студентам визначити слабкі місця та шукати додаткової підтримки чи необхідних ресурсів, сприяючи більш динамічному та персоналізованому досвіду навчання [138], [170]. Онлайн-оцінювання може надати здобувачам вищої освіти миттєвий зворотний зв'язок, дозволяючи їм визначити сильні та слабкі сторони у своєму розумінні загальнотехнічних дисциплін [163]. Цифрове навчальне середовище генерує дані про успішність здобувачів вищої освіти, які можна проаналізувати, щоб отримати уявлення про їх рівень знань та аспекти опанування дисципліни, які потребують подальшого посилення.

Дослідники [139], [145] виступають за використання інструментів аналізу даних для інформації про навчальні рішення та персоналізації досвіду навчання. Цифрове навчальне середовище генерує детальну аналітику та дані про успішність здобувачів вищої освіти, які можуть інформувати про навчальні рішення та необхідні втручання. Викладачі можуть використовувати ці дані, щоб визначити тенденції, оцінити ефективність навчальних стратегій і адаптувати свої підходи до навчання, щоб краще задовольнити потреби окремих студентів або груп [157], [158].

Навчання в умовах цифрового навчального середовища сприяє інтеграції формувального оцінювання (поточне оцінювання, яке використовується для моніторингу прогресу здобувачів вищої освіти) і підсумкового оцінювання (підсумкове оцінювання, яке використовується для оцінювання загальних досягнень здобувачів

вищої освіти) [149], [150]. В роботах [151], [152] відзначено, що постійно оцінюючи рівень розуміння певних понять та концепцій загальнотехнічних дисциплін здобувачами вищої освіти в рамках заняття, викладачі можуть визначити прогалини в навчанні на ранній стадії та забезпечити цільове втручання для підтримки освітнього процесу. Також варто зазначити, що онлайн-оцінювання сприяє підтримці академічної доброчесності [186]. Викладачі повинні впроваджувати такі стратегії, як інструменти контролю [148], рандомізовані банки запитань і програмне забезпечення для виявлення плагіату, щоб підтримувати академічні стандарти та гарантувати цілісність результатів оцінювання [146], [147].

Цифрове навчальне середовище добре підходить для розвитку критичного мислення та навичок вирішення проблем у контексті загальнотехнічних дисциплін. За допомогою тестових навчальних тренажерів, інженерних проєктів і комп'ютерних програм здобувачі вищої освіти заохочуються застосовувати свої знання для вирішення практичних проблем, пов'язаних з технічними концепціями.

Навчання в умовах цифрового навчального середовища сприяє доступності та інклюзивності, пристосовуючись до різноманітних потреб здобувачів вищої освіти, у тому числі з обмеженими можливостями. Онлайн-ресурси мають бути розроблені таким чином, щоб вони були доступними для всіх, забезпечуючи справедливий доступ до навчальних матеріалів та оцінювання [192], [193]. Дослідниками [171] підкреслено, що такий підхід дозволяє здійснити диференціацію та персоналізовану підтримку для різних студентів, у тому числі для тих, хто має особливі освітні потреби або для іншомовних здобувачів вищої освіти.

На рисунку 3.7 представлена принципова технологія процесу навчання із застосуванням тестового навчального тренажера. Як показано на схемі, такий тренажер включає в себе сукупність програмних і апаратних засобів, що дозволяють здійснювати процес навчання без безпосередньої взаємодії людини і реальної лабораторної установки.

Апаратні можливості тренажера – це сучасний персональний комп'ютер, оснащений якісними пристроями введення та виведення інформації [182]. Програмні засоби – це математично обґрунтована віртуальна модель, що включає в себе систему графічної візуалізації, звуковий супровід і текстову інформацію [155]. Введення і виведення інформації здійснюється згідно з розробленим алгоритмом за допомогою платформи цифрового навчального середовища. У процесі навчання здобувач вищої освіти проходить основні етапи пізнавальної діяльності: сприйняття, ознайомлення з матеріалом; осмислення, закріплення, контроль знань; формування професійних компетентностей; розвиток інженерного мислення.

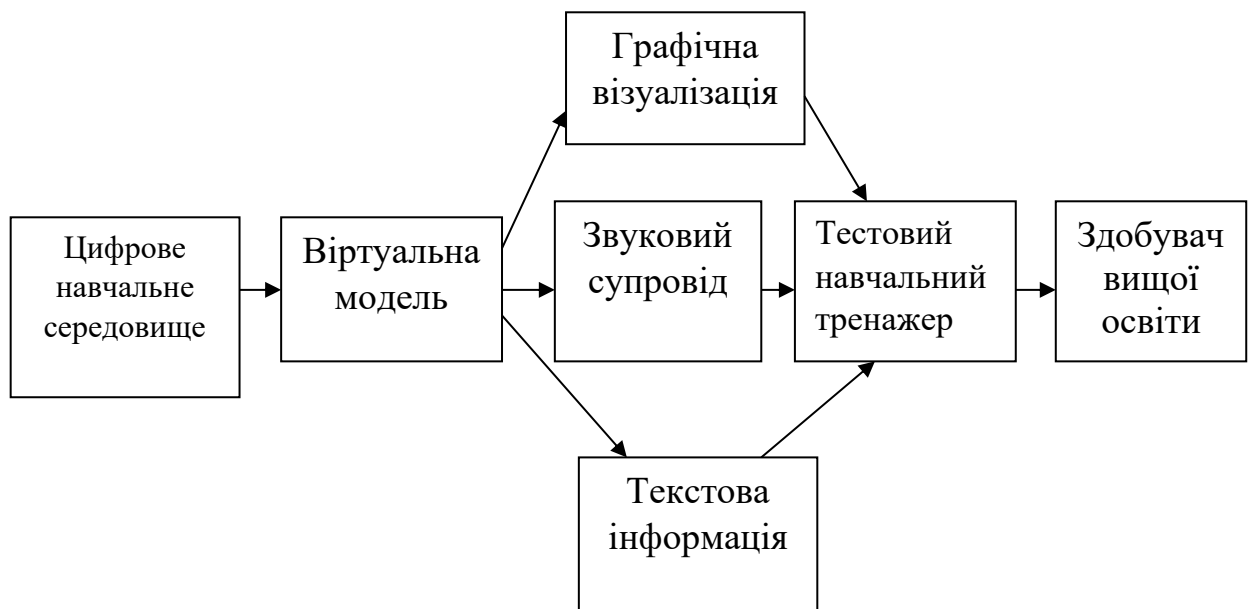


Рис.3.7. Технологія визначення рівня знань із загальнотехнічних дисциплін із застосуванням тестового навчального тренажера

*Джерело: розроблено авторами*

Викладачі можуть надати додаткові або альтернативні варіанти оцінювання, щоб гарантувати, що всі студенти мають рівні можливості продемонструвати своє розуміння концепцій загальнотехнічних дисциплін. Змішані навчальні середовища пропонують можливості для проєктування завдань і оцінювання, що

відображає рівень знань здобувачів вищої освіти стосовно застосування концепцій техніки і технологій. Студенти можуть співпрацювати над проектуванням та усуненням несправностей за допомогою інструментів віртуального моделювання або працювати над інженерними проєктами, які поєднують теоретичні знання з практичними навичками [189], [190].

В роботах [187], [188] відзначено, що онлайн-контроль навчальних результатів в контексті використання цифрового навчального середовища дає численні переваги, в т.ч. гнучкість, доступність, різноманітні формати оцінювання, зворотній зв'язок у режимі реального часу, можливості автентичного оцінювання, гарантії академічної доброчесності, а також підвищену залученість і мотивацію. Однак автори [183], [412] зазначають, що педагогам важливо продумано розробляти та впроваджувати онлайн-оцінювання, щоб максимізувати його ефективність і забезпечити її відповідність навчальним цілям і потребам здобувачів вищої освіти.

Загальнотехнічні дисципліни є багатофункціональними та охоплюють безліч областей техніки та технологій [413]. Враховуючи факт розвитку цифрового навчання та мультимедійних технологій, існує потреба у розробці ефективних засобів навчання для оцінювання знань студентів [197], [198]. Використання тестових навчальних тренажерів значно покращує якість оцінювання та рівень навчання. У контексті вивчення загальнотехнічних дисциплін студенти стикаються з вивченням складних теоретичних і практичних аспектів технічних процесів і обробки різних типів матеріалів, тому ці поняття важко оцінити за допомогою традиційних типів тестів, також існує потреба у візуалізації технічних процесів і концепцій. Тестові навчальні тренажери містять графічні та інтерактивні елементи, які активізують процес навчання.

Існує багато аспектів, які необхідно враховувати при створенні та реалізації тестових навчальних тренажерів в цифровому навчальному середовищі, а саме технічних, методичних та педагогічних [156]. Подолання цих проблем призводить до

створення ефективних засобів навчання, оцінки та підвищення якості та рівня знань [199], [200]. Для повної реалізації концепцій загальнотехнічних дисциплін необхідно вибрати відповідний мультимедійний елемент (відео, графіку, 3D, анімацію тощо) [153], [154].

Окреслені види тестових навчальних тренажерів мають бути належним чином інтегровані в навчальну програму та являти собою систему, яка об'єктивно відображає рівень знань студентів та враховує різні аспекти вивчення загальнотехнічних дисциплін [175], [176]. Необхідно забезпечити зворотний зв'язок із викладачами та студентами, щоб внести корективи в техніко-семантичні аспекти розроблених тестів [177], [178]. Деякі тести потребують додаткових матеріалів і ресурсів, щоб допомогти студентам зробити розрахунки або подолати труднощі в опануванні теоретичних понять загальнотехнічних дисциплін [179], [180].

Окреслено принципи інтерактивності [195], [196], розвитку практичних навичок та адаптованості до потреб студентів та техніко-методичні проблеми, які необхідно вирішити під час виконання зазначеного типу тестів [194], але існує необхідність їх розробки на основі мультимедіа, щоб зробити вивчення загальнотехнічних дисциплін більш наочним.

Розробка тестових навчальних тренажерів – це багатогранний процес, який складається з наступних етапів: планування, створення контенту, вибору інструментів навчання та онлайн-платформ, розробки, тестування і впровадження. Технологія розробки тестових навчальних тренажерів в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти представлена на рис.3.8.

Основною метою етапу планування є визначення цілей і завдань тестування, необхідно визначити, які саме аспекти загальнотехнічної дисципліни буде охоплювати тестовий тренажер: це може бути теорія, практика, діагностика тощо. Також необхідно обрати типи тестів: відео, 3D, графічні, анімаційні, а також засоби, які допомагають створювати зазначені види тестів. На етапі створення

контенту викладач розробляє цифрові матеріали: створює відео, розрахункові або інтерактивні матеріали для пояснення ключових понять матеріалу, готує графіки, рисунки, діаграми для ілюстративних питань та готує структуру тесту. Тест може мати різну структуру: проведення віртуальних експериментів, розрахунків, аналіз графіків і діаграм, аналіз даних, вирішення задач. Останнім етапом є створення відповідей і пояснень у вигляді відео, 3D-графіки, анімації або графіків.

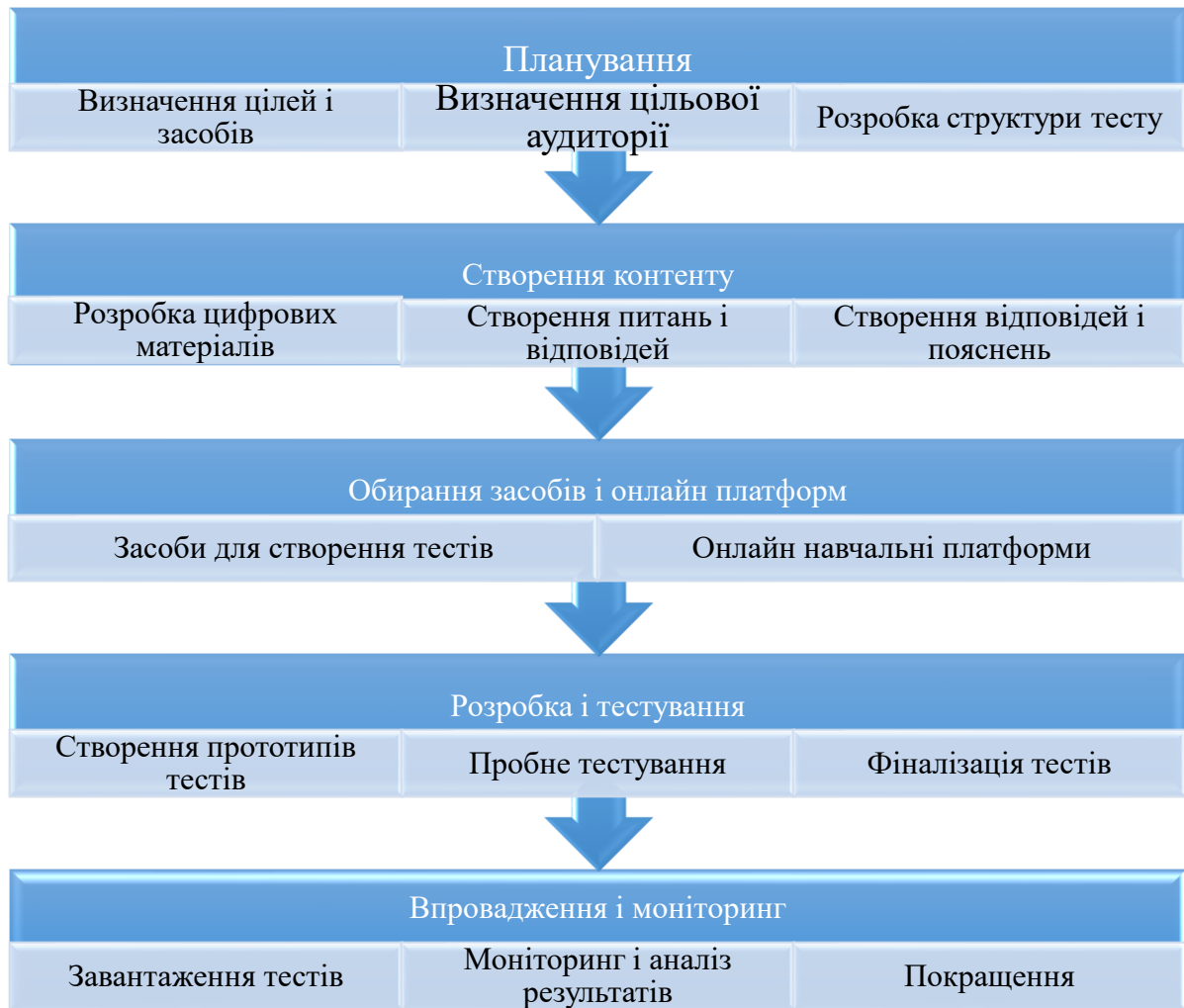


Рис. 3.8. Технологія розробки навчальних тестових тренажерів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

*Джерело: розроблено авторами*



Ключовим компонентом етапу впровадження є перевірка сумісності тестів з обраною платформою. Розробка та тестування тестового навчального тренажеру охоплює створення та перевірку тестових прототипів. Завершальним етапом є впровадження тестових навчальних тренажерів в умовах цифрового навчального середовища, розміщення їх на платформі онлайн-навчання, надання студентам доступу до тестів та надання інструкцій. На цьому етапі можна відстежувати та аналізувати навчальні результати студентів і на основі цих даних робити висновок про ефективність розроблених тестових навчальних тренажерів, а також визначати проблемні місця та вносити покращення.

Розглянемо створення системи тестових навчальних тренажерів для дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій», на основні модулів: центральний розтяг та стиск, кручення, згин. Для кожного модуля розроблено чотири комплексні тести, на етапі розробки важливо вибрати тип тестового навчального тренажеру: графічний, відео, 3D, анімаційний, який найбільш повно надає інтерактивні можливості та допомагає студентам набути необхідні компетентності. Представлено схему складання комплексу зазначених тестових навчальних тренажерів (рис. 3.9).

У відеотестах запитання та відповіді надаються у відео. Такий тип тестових навчальних тренажерів розвиває візуалізацію, допомагає отримати практичні навички із загальнотехнічних дисциплін. Але необхідно вибрати платформу, яка підтримує інтеграцію відео. Існує багато освітніх платформ, які підтримують інтеграцію відео з відеохостингами, такими як YouTube або Vimeo: Edmodo, Quizizz, Moodle або платформи розробки веб-додатків, наприклад React або Vue.js.

У графічному тесті відповіді та запитання представлені у вигляді графіків та діаграм. Цей тип тесту розвиває вміння інтерпретувати дані, аналізувати графіки та діаграми. Завдання можуть вимагати аналізу наданих графіків і діаграм, побудови графіку на основі наданих даних, порівняння двох або більше

рисунків чи графіків і надання висновків. Можна використовувати інструменти візуалізації, використовувати кольори, мітки. Цей тип тестів може використовувати інформацію з таких бібліотек, як Matplotlib, Plotly, Excel та інших.



Рис.3.9. Схема складання комплексу тестових навчальних тренажерів з механіки матеріалів і конструкцій

*Джерело: розроблено авторами*

Тести на основі тривимірних зображень є більш складною та інтерактивною формою оцінювання знань, яка потребує спеціальних інструментів для створення та подання запитань і відповідей. Питання можуть стосуватися розпізнавання об'єктів: ідентифікувати об'єкти на 3D-зображенні; маніпулювання: повертання, масштабування, змінювання положення об'єктів; аналіз структури або функцій 3D-об'єктів. Програмне забезпечення Blender, Unity, WebGL допомагає створювати 3D-моделі.

Анімовані тести ефективні для оцінки візуального сприйняття, динаміки, розуміння понять, які важко пояснити за допомогою статичних зображень, наприклад, фізичні та технічні процеси. Питання, які надаються, вимагають інтерпретації анімації, передбачення подальших процесів на основі анімації, порівняння кількох анімацій або висновків. Анімація може бути різноманітна: 2D, 3D, інтерактивна. Існують такі платформи для анімації, як Adobe Animate, Blender, Unity. Наприклад, може бути показана анімація якогось процесу, а на її основі необхідно зробити інтерпретацію цього процесу та прогнозування подальших наслідків. Комплексний підхід у розробці тестових навчальних тренажерів допомагає студентам зрозуміти концепцію дисципліни та розвинути необхідні практичні навички.

Існує багато важливих аспектів у розробці тестових навчальних тренажерів в цифровому навчальному середовищі, які необхідно враховувати, наприклад інтерактивність, покращення взаємодії, персоналізація та адаптивність, методологічні аспекти. Вони базуються на симуляції, анімації, відео та 3D-графіці. Тестові навчальні тренажери підвищують мотивацію та зацікавленість, а також їх можна адаптувати до рівня знань кожного студента. Також є можливість додавати додаткові рекомендації та пояснення, що сприяє отриманню конкретних знань і подальшому самостійному виправленню помилок. Цей вид контролю необхідно інтегрувати в навчальний процес, доповнюючи лекційні, практичні та лабораторні заняття.

### **3.7. Створення навчального контенту для відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін**

Основною метою сучасної освіти є впровадження інформаційних технологій у навчальний процес та управління закладами вищої освіти, створення вільного доступу до культурної, освітньої та наукової інформації [172]. Інформатизація сприяє розвитку системи безперервного навчання, яка передбачає

індивідуальну траєкторію навчання [421], [422]. Доступ здобувачів вищої освіти до різноманітних джерел інформації розвиває критичне мислення та самостійність, забезпечує творчий підхід до навчання [423], [424]. Інтеграція контенту відкритої освіти в підготовку закладів вищої освіти із загальнотехнічних дисциплін є ефективним способом вирішення проблем вищої освіти, пов'язаних з пандемією та повномасштабним вторгненням. В роботах [415], [416] зазначено, що використання цифрових освітніх ресурсів посилює вплив внутрішньої мотивації до навчання у здобувачів вищої освіти. Авторами [417], [425] підкреслено, що при проєктуванні змісту технологічної освіти необхідно враховувати загальні принципи побудови змісту освіти та принципи його оновлення відповідно до вимог часу. Ефективність змісту загальнотехнічних дисциплін і методики навчання технологій визначається результативністю професійної діяльності [297], [432]. Окреслено основні особливості розробки та проведення практико-орієнтованих занять, що активізують та стимулюють пізнавальний інтерес студентів до оволодіння необхідними професійними компетентностями при вивченні загальнотехнічних дисциплін [433].

Здобувачі вищої освіти потребують онлайн-курсів, які не лише надають інформацію, але й надають практико-орієнтовані аспекти навчання [435], [426]. Під час здійснення дослідження [431] здобувачі вищої освіти проходили чотири взаємопов'язані кроки під час навчання у відкритих цифрових ресурсах: пошук інформації, її використання, повторення та аналіз та обмін знаннями. Під час формування курсів в умовах цифрового навчального середовища, необхідно структурувати інформацію так, щоб здобувачі вищої освіти початкового рівня могли бачити зразки для наслідування [352], а також пропонувати інтеграцію теоретичної та практичної інформації [184]. В роботах [418], [419] відзначено, що для закладів вищої освіти визначено необхідність методичного забезпечення підготовки навчального контенту на базі платформ цифрової освіти.

Представлено технологію створення навчального контенту для відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін (рис. 3.10), яка включає створення відео, інтерактивного, графічного контенту. Описано етапи створення кожного із зазначених типів освітнього контенту, впровадження його у відкриті освітні ресурси.

Результатом використання цієї технології є виконання здобувачами вищої освіти завдань, отримання балів та набуття компетентностей. Використання сучасних мультимедійних та інтерактивних технологій дозволяє підвищити наочність та ергономічність сприйняття навчального матеріалу, що позитивно впливає на мотивацію та ефективність навчання. Створення навчальних відео може підвищити залученість здобувачів вищої освіти до навчання та значно урізноманітнити навчальний процес на змішаних та онлайн-курсах. Можна ефективно інтегрувати аудіо- та візуальні елементи, щоб допомогти здобувачам вищої освіти краще зрозуміти складні поняття. Навчальні відео можуть мати різні форми для досягнення цілей курсу. Це може бути як відеолекція, знята на камеру, так і пояснення навчального матеріалу у форматі скрінкасту (відео з екрана) за допомогою слайдів презентацій, схем чи інших графічних елементів. Наступним кроком доцільно розглянути програму курсу (очікувані результати, цілі, завдання, матеріали), обрати цифрові засоби для запису та монтажу відео. Розглянуто деякі ресурси для запису відеоконтенту. Zoom – сервіс для відеоконференцій, онлайн-зустрічей і дистанційного навчання, підходить для індивідуальних і групових занять. Перевагами при використанні цієї програми є можливість поділитися екраном зі звуком. FastStone Capture – потужна, легка, але функціональна програма для створення скріншотів, дозволяє записувати будь-яку дію на екрані, включаючи переміщення миші та голос з мікрофона, у відеофайлах із високим ступенем стиснення. Програма Camtasia Studio дозволяє редагувати відео після його створення та має всі необхідні інструменти, такі як нарізка та додавання різних ефектів (Додаток М).



Рис.3.10. Технологія створення навчального контенту для відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін

*Джерело: розроблено авторами*

Навчальний зміст відкритих освітніх ресурсів із загальнотехнічних дисциплін може бути різноманітним, включаючи курси, навчальні матеріали, навчальні об'єкти, зміст модулів тощо [266]. Дослідники [265] зазначають, що створення медіа та

інтерактивного контенту для відкритих цифрових ресурсів є ефективним способом підготовки вищих здобувачів освіти. Інтерактивні технології збагачують процес навчання, залучаючи до процесу сприйняття навчальної інформації більшість сенсорних компонентів тих, хто навчається. Вони інтегрують потужні розподілені освітні ресурси, можуть забезпечити середовище для формування ключових компетентностей, до яких також належать інформаційно-комунікаційні [260], [332]. В роботах [339], [261] відзначено, що використання інтерактивних технологій, зокрема, інтерактивних завдань і вправ дозволяє: індивідуалізувати процес навчання, систематизувати навчальний матеріал з урахуванням різних способів навчальної діяльності, компактно подавати великий обсяг навчальної інформації, чітко структурованої та послідовно організованої, посилити зорове сприйняття та полегшити засвоєння навчального матеріалу. За допомогою величезної кількості інтернет-ресурсів можна створити збірник інтерактивних завдань. Це можуть бути завдання такого характеру: на співвідношення понять і визначень, вставлення пропущеного символу, кросворди, ребуси, шаради, пошук слова, вікторини з однією та багатьма правильними відповідями, інтерактивні ігри, побудова шкали часу тощо.

Для створення інтерактивного контенту можуть бути використані такі сервіси: для інтерактивних завдань (LearningApps, EdPuzzle), для інтерактивних плакатів (ThingLink), для робочих таблиць (Google images), для словникових карток (Quizlet), для відео (H5P). Інтерактивний конструктор завдань Learning Apps створений для підтримки процесу навчання за допомогою інтерактивних модулів або вправ. При цьому як здобувач вищої освіти, так і викладач можуть створювати інтерактивні модулі на основі шаблонів. Основна ідея інтерактивних завдань, які створюються завдяки цьому сервісу, полягає в тому, що студенти можуть перевірити та закріпити свої знання в ігровій формі, що сприяє формуванню їх пізнавального інтересу до певної дисципліни [340], [262]. Edpuzzle – онлайн-сервіс для створення відеороликів з

можливістю додавання голосових коментарів і запитань до матеріалу. Викладач може брати за основу відео з YouTube, Vimeo, KhanAcademy, TED-Ed, LearnZillio тощо, а також завантажувати їх з ПК. EDpuzzle інтегровано з Google Class. На основі одного відео є можливість створити інтерактивну вікторину з відкритими запитаннями або з вибором однієї відповіді з кількох, давати голосові коментарі та пояснення до відео або повністю його озвучувати.

Сервіс Thinglink – це інструмент для створення інтерактивної інфографіки або інтерактивних плакатів: інтерактивної карти, діаграми, таблиці. Між тим його можливості поширюються і на інші методи мультимедійної дидактики. Інтерактивна карта дозволяє уникнути перевантаження інформацією, зображеннями, написами. Інтерактивна таблиця має такі особливості: економічність і логічність побудови, читабельність, інтерактивність, візуалізація клітинок таблиці. Таблиця також може бути анімованою, з мінімальною кількістю друкованого тексту. У разі роботи з інтерактивною опорною схемою, натискаючи на окремі елементи, є можливість отримати більш повну інформацію або візуальне зображення. Інтерактивний аркуш у Google Docs – це цифровий інструмент для організації навчальної діяльності студентів за допомогою хмарних служб і веб-інструментів. Він може включати: елементи тесту, до яких відносяться: відкриті та закриті завдання, організація роботи з текстом, проблемні завдання з поетапним виконанням, завдання на вміння класифікувати, порівнювати. Зворотній зв'язок викладача з технології інтерактивних аркушів у Google Docs часто набуває форми коментарів на полях уже заповненого аркуша.

Сервіс Quizlet для створення словникових карток дозволяє запам'ятовувати інформацію, яку можна подати у вигляді навчальних карток. Досить один раз ввести основні поняття та визначення, додавши до них картинки та аудіофайли, і система сама поєднує різні вправи та ігри. У Quizlet є сім способів роботи: режим



карток – картки можна перевертати, щоб повторити терміни та визначення; режим запам'ятовування – на кожне питання необхідно двічі правильно відповісти; буквений режим – буде подано визначення або рисунок концепції та оцінено, наскільки добре студент знає матеріал; орфографічний режим – необхідно написати те, що почув; режим тестування – автоматично створюються різні варіанти тестів (кореляція, множинний вибір, вірне або невірне твердження, заповнення пропусків); два види ігор. H5P – зручний конструктор для створення інтерактивних завдань на основі шаблонів. Всі компоненти H5P виконані в сучасному форматі HTML5. Можна створювати інтерактивні відео, завдання, анкети, вікторини тощо.

Правильний графічний контент має вирішальне значення для створення 3D-моделі. 3D-модель можна описати як модель, яка зображує об'єкт у режимі 3D-графіки [247], [248]. Тривимірні моделі, які використовуються в таких галузях, як 3D-друк, інженерія, дизайн, архітектура є важливими компонентами цифрового виробництва [253], [254]. У 3D Max є можливість робити тривимірні моделі, є вбудована фізика і кінематика, система частинок, легко побудувати анімацію і отримати відео. 3D Max – широко використовуваний візуалізатор для створення тривимірних моделей. Переваги 3D Max: велика вибірка навчальних матеріалів, розширень і готових бібліотек; попит на фахівців на ринку. Autodesk AutoCAD – це більш спеціалізоване середовище, яке використовують переважно інженери, архітектори. AutoCAD має великі можливості для моделювання технічних процесів. Переваги AutoCAD: велика кількість навчальних матеріалів; простота використання; спеціалізація в технічній галузі. Sketch-Up – дуже проста у використанні програма для простого моделювання будівель та інтер'єрів. Він розрахований на масове використання, а тому має вбудовану систему навчання і мінімум інструментів, і впоратися з ними не складе труднощів. Він інтегрований із сервісом Google

Maps, щоб усі користувачі могли додавати на карту тривимірні моделі споруд.

Запропонована технологія створення навчального контенту для відкритих освітніх ресурсів із загальнотехнічних дисциплін представлена на прикладі механіки матеріалів і конструкцій, інженерної та комп'ютерної графіки та теорії механізмів і машин.

Під час засвоєння навчальних модулів з механіки матеріалів і конструкцій для здобувачів вищої освіти розроблені відеолекції, записані за допомогою Zoom. Для ознайомлення з методикою розрахунку практичних робіт модуля «Геометричні характеристики плоских перерізів» представлена відеоінструкція. У рамках виконання практичних робіт за допомогою сервісу Thinglink були створені інтерактивні плакати для знаходження центру ваги конструкції, моменту інерції, моменту опору перерізу та радіуса інерції. До модулів «Центральний розтяг і стиск», «Кручення» створені відеоінструкції до практичних робіт та інтерактивні плакати «Визначення поздовжнього зусилля в перерізах», «Визначення повного подовження або вкорочення стержня» та «Визначення крутного моменту», «Визначення кута закручування». У лабораторних роботах «Випробування сталевого зразка на розтяг», «Випробування зразків анізотропних матеріалів на стиск» та «Випробування сталевого стрижня на кручення» використовували 3D моделі цих зразків до та після деформації. Під час виконання модуля «Згинання» окрім відеолекцій, відеоінструкцій до практичних робіт, представлено інтерактивні плакати «Визначення поперечної сили та згинального моменту». Відеолекції та відеоінструкції до практичних робіт є інструментом підвищення наочності під час засвоєння теоретичного матеріалу, інтерактивні плакати допомагають ознайомитися з послідовністю виконання практичних робіт, скласти важливі поняття, опорні таблиці, рисунки тощо. 3D моделі в лабораторних роботах допомагають мати уявлення про перебіг деформації та її наслідки. Після кожного

модуля здобувачі вищої освіти проходять інтерактивне тестування та закріплюють свої знання та вміння.

Під час засвоєння навчальних модулів з інженерної та комп'ютерної графіки, формування відеолекцій на основі презентацій теоретичного матеріалу та роботи з програмами проєктування та моделювання Autodesk AutoCAD, 3D Max, Sketch-Up, для запису екрану використовувалася програма FastStone Capture. При опануванні модулів «Точка, пряма і площина на складальному кресленні», «Технічне креслення» використовувалися програми проєктування та моделювання для креслення в двовимірному просторі Autodesk AutoCAD, 3D Max, під час виконання модуля «Аксонометрія, розрізи, перерізи», «Креслення конструкції» використано створення 3D моделей у 3D Max, Sketch-Up. Для запису відеолекцій для відкритих освітніх ресурсів використовувався модуль H5P. Вправи та тести, створені в додатку Learning Apps, створені для закріплення навичок, отриманих під час виконання графічних робіт.

У рамках вивчення теорії механізмів і машин створено лекції з інтерактивними елементами. Наприклад, виконання та обговорення практичної роботи модуля «Структурний аналіз механізмів» виконується за допомогою інтерактивної робочої таблиці в Google Docs. Креслення схем механізмів і кінематичних схем, побудова планів швидкостей, сил і прискорень модулів «Кінематичний аналіз механізмів» і «Кінетостатичний аналіз механізмів» здійснюється за допомогою програм моделювання та проєктування.

Таким чином, створення навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін для відкритих освітніх ресурсів потребує залучення додаткових програм для відеозапису, модулів для створення інтерактивних завдань, плакатів, таблиць, тестів та використання програм проєктування та моделювання.

### Висновки до розділу 3

Розділ присвячений розробці засобів навчання для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти. Підготовка аудіовізуального контенту в системі навчання здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей включає в себе підготовку презентації, текстової інформації для пояснення навчального матеріалу на слайді, а також запис та створення навчального відео. Означені аспекти сприяють покращенню сприйняття навчального матеріалу. Розробка технології 3D моделювання передбачає організаційно-методичні умови (використання комп'ютерних 3D-моделей у практичних роботах; надання необхідних методичних рекомендацій для використання комп'ютерного 3D-моделювання під час виконання практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін), форми (інструктаж, практичні роботи), методи (візуальні та практичні) та засоби (навчально-методичне забезпечення, Інтернет-ресурси та апаратно-програмне забезпечення). Результатом впровадження запропонованої технології є використання 3D моделей механізмів та обладнання у навчальній діяльності майбутніх інженерів.

Виклики сьогодення вимагають від сучасних викладачів та здобувачів вищої освіти використання цифрового середовища навчання. Створення курсових проєктів студентами викликає певні труднощі, особливо коли це вимагає великої кількості розрахунків і креслень, як і у випадку виконання курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін. Запропонована технологія включає підготовчий, аналітичний, розрахунковий, моделюючий та дискусійний етапи.

Для навчання в умовах відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін доцільно використовувати відео, інтерактивний, графічний контент. Відеоконтент включає відеолекції, відеоінструкції до практичних та лабораторних робіт,

відеозапис виступу здобувачів вищої освіти. Інтерактивний контент складається з лекцій з інтерактивними елементами, інтерактивних плакатів, інтерактивних тестів. Графічний контент включає створення 3D моделей для практичних робіт та виконання практичних робіт з використанням програм моделювання та проєктування.

Запропонована технологія створення тестових навчальних тренажерів дає змогу ефективно організувати навчальний процес, поєднуючи викладання навчального матеріалу з контрольними заходами. Використання різноманітних форм тестування та контрольних робіт сприяє глибокому засвоєнню матеріалу.

Технологія створення інтерактивних плакатів для практичних завдань із загальнотехнічних дисциплін є ефективною та дозволяє підвищити якість навчання та підготовки фахівців. Запропонована технологія включає наступні етапи: визначення навчального матеріалу, розробка інтерактивного плакату, вибір різних типів засобів навчання для навчальних плакатів, оцінка ефективності та аналіз результатів. Окреслено технологію впровадження віртуальних онлайн лабораторних робіт у закладах вищої освіти. Відповідно до запропонованої технології описані етапи її реалізації.

Розробка та впровадження тестових навчальних тренажерів покращує залученість студентів, підвищує мотивацію та якість знань, відкриває можливості для персоналізованого навчання. Але існує потреба враховувати методичні, технічні та педагогічні аспекти та необхідність розробки різних типів тестів для набуття фахових компетентностей із загальнотехнічних дисциплін.

На основі окресленої технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти розроблено технологію розробки низки інтерактивних аудіовізуальних засобів навчання, але застосування окресленої технології потребує статистичної оцінки та проведення педагогічного експерименту.

## **РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКЛАДАННЯ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА АГРАРНОГО ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

### **4.1. Програма експериментального дослідження визначення ефективності технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти**

В ході дослідження ефективності застосування технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрної галузі був проведений педагогічний експеримент на базі Миколаївського національного аграрного університету. Всього в експерименті приймали участь 1040 осіб, які здобували освітній ступінь бакалавра з агроінженерії протягом 2022-2023 та 2023-2024 навчальних років. Всього в контрольній та експериментальній групах знаходилося по 520 осіб. Здобувачі вищої освіти експериментальної групи застосовували інтеграцію навчання в умовах цифрового навчального середовища та аудиторного формату, тоді як підготовка представників контрольної групи проходила відповідно до традиційної методики вивчення загальнотехнічних дисциплін з використанням навчальних матеріалів, розміщених на платформі дистанційного навчання.

Показники ефективності навчання за допомогою запропонованої технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрної галузі враховували результати навчання, самооцінювання здобувачами вищої освіти своїх результатів під час використання окресленої технології та оцінювання рівня викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового освітнього середовища викладачами, що здійснювалося засобами анкетування. Перевірка ефективності навчання за допомогою розробленої

технології здійснювалася для загальнотехнічних дисциплін на прикладі дисциплін «Нарисна геометрія», «Інженерна та комп'ютерна графіка», «Теоретична механіка», «Механіка матеріалів і конструкцій», «Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів», «Теорія механізмів і машин», «Взаємозамінність і стандартизація технічних вимірів», «Деталі машин». Самооцінювання ефективності використання окресленої технології для викладачів та здобувачів вищої освіти здійснювалося засобами анкетування. Дана частина має на виході відсоткові параметри, які характеризують рівень підготовки здобувача вищої освіти. В додатках наведено анкети для визначення рівня ефективності вивчення та викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти [269], [355]. Розрахунок визначення ефективності навчання ( $E_H$ ) здобувачів вищої освіти за допомогою використання запропонованої технології здійснювалося наступним шляхом:

$$E_H = \frac{(Ck_1 \cdot 100\% + Pk_1) + (Ck_2 \cdot 100\% + Pk_2) + \dots + (Ckn \cdot 100\% + Pkn)}{k}, \% \quad (1)$$

$P_{k_1 \dots k_n}$  – результати навчання здобувачів із загальнотехнічної дисципліни під час опанування лекцій, практичних, самостійних робіт, які передбачені робочими програмами дисциплін, моніторингу семестрових результатів;

$C_{k_1 \dots k_n}$  – показники самооцінювання згідно до проведеного анкетування;

$k_1, k_2, \dots, k_n$  – результат конкретного здобувача вищої освіти;

$k$  – кількість опитуваних здобувачів вищої освіти.

Для досягнення поставленої мети були використані такі методи: проведення опитувань та анкетування студентів та викладачів (Додаток А), (Додаток Б), (Додаток В), статистичний аналіз рівня знань з метою оцінки ефективності запропонованої технології [361]. В таблиці 4.1 представлені складові частини перевірки стану опанування загальнотехнічних дисциплін: аналіз результатів навчання та результати самооцінювання викладачів та

здобувачів вищої освіти. Для самооцінювання ефективності застосування окресленої педагогічної технології розроблено анкети на базі визначених критеріїв для викладачів, здобувачів вищої освіти та фахівців в галузі професійної освіти.

Таблиця 4.1

Зміст складових частин перевірки стану опанування загальнотехнічних дисциплін згідно до авторської технології

Назва	Зміст перевірки	Сутність перевірки
<b>I частина</b>		
Перевірка якості теоретичної та практичної підготовки студентів із загальнотехнічних дисциплін.	Перевірка знань в області загальнотехнічних дисциплін здобувачів вищої освіти по результатам семестрового контролю.	Дана частина має на виході параметри, які характеризують рівень підготовки здобувача вищої освіти. Проводилася діагностика засобами результатів аналізу балів по дисциплінам, які передбачені освітньою програмою.
<b>II частина</b>		
Самооцінювання рівня знань здобувачів вищої освіти.	Перевірка опанування навичок та отриманих знань засобами анкетування.	Наведено анкету для визначення рівня опанування загальнотехнічних дисциплін. Дана частина має на виході відсоткові параметри.
<b>III частина</b>		
Самооцінювання рівня викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища.	Перевірка якості викладання загальнотехнічних дисциплін згідно до окреслених критеріїв засобами анкетування.	Наведено анкети для викладачів та фахівців в галузі професійної освіти для визначення рівня викладання загальнотехнічних дисциплін. Дана частина має на виході відсоткові параметри.

*Джерело: розроблено авторами*



Основними цілями педагогічного експерименту були:

- 1) Підтвердити адекватність та ефективність запропонованої педагогічної технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрної галузі;
- 2) Дослідити ефективність підготовки здобувачів вищої освіти із загальнотехнічних дисциплін, що брали участь в експерименті.

Показники ефективності підготовки здобувачів вищої освіти із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища враховували результати якості навчання та самооцінювання. Для здійснення самооцінювання розроблено критерії та рівні викладання загальнотехнічних дисциплін.

#### **4.2. Критерії та рівні викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Впровадження інтерактивних та адаптивних методів навчання в цифровому навчальному середовищі сприяє покращенню якості підготовки студентів із загальнотехнічних дисциплін. Розроблені критерії можуть бути використані для створення ефективних освітніх програм, здатних забезпечити високий рівень знань та умінь студентів.

В табл.4.2 представлені критерії підготовки студентів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти.

Таблиця 4.2.

## Критерії викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах навчального онлайн середовища закладу вищої освіти

Критерій	Показники критерію
Доступність та якість навчальних матеріалів	Розробка інтерактивних навчальних посібників, відеолекцій та лабораторних робіт.
	Забезпечення вільного доступу до навчальних ресурсів через освітні платформи.
	Забезпечення студентів необхідним програмним забезпеченням та інструкціями.
Інтерактивність навчання	Використання віртуальних лабораторій та симуляторів для практичних занять.
	Впровадження онлайн-тестування та автоматизованої системи перевірки знань.
	Застосування проєктних завдань та кейс-методів для оцінки практичних навичок.
Зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів	Організація регулярних вебінарів та консультацій з викладачами.
	Підтримка студентів через форуми, чати та інші комунікативні інструменти.
	Розробка методик оцінювання, адаптованих до онлайн-формату.
Мотивація та залученість студентів	Проведення регулярних опитувань для виявлення потреб та інтересів студентів.
	Застосування гейміфікації та систем заохочень для стимулювання активності.
	Організація технічної підтримки для вирішення проблем, що виникають.

*Джерело: розроблено авторами*

На основі сформованих критеріїв визначено рівні викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти: відмінний рівень (P1), високий рівень (P2), добрий рівень (P3), задовільний рівень (P4), достатній рівень (P5).

Таблиця 4.3

Опис рівнів викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти

Критерій	Рівні	Зміст
Критерій 1: Доступність та якість навчальних матеріалів	P5	Навчальні матеріали розміщені на доступних онлайн платформах на базі LMS (Learning Management System), що забезпечує легкий доступ для всіх студентів. Інформація викладена зрозумілою мовою, з поясненням складної термінології, що полегшує розуміння матеріалу студентами. Навчальні матеріали містять актуальну та перевірену інформацію, що відповідає сучасним стандартам та вимогам до викладання загальнотехнічних дисциплін.
	P4	Матеріали представлені у різних форматах (текст, відео, аудіо, інтерактивні модулі), що робить їх доступними для студентів з різними уподобаннями та потребами. Матеріали чітко структуровані, поділені на логічні модулі та розділи, що полегшує їх сприйняття та вивчення.
	P3	Матеріали адаптовані для використання на мобільних пристроях, що дозволяє студентам навчатися у зручний для них час. Застосовуються механізми для отримання зворотного зв'язку від студентів (опитування,

		анкети) та своєчасного оновлення матеріалів на основі їх зауважень та пропозицій. Використовуються мультимедійні ресурси (відеолекції, анімації, інфографіки), які роблять матеріал наочнішим і цікавішим.
	P2	Матеріали складені з врахуванням планування індивідуальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Навчальні матеріали адаптовані до індивідуальних потреб та рівня підготовки кожного студента, що забезпечує персоналізований підхід до навчання. Представлені практичні завдання та проєкти, які допомагають студентам застосовувати теоретичні знання на практиці та розвивати професійні навички.
	P1	Матеріали перекладені кількома мовами, що забезпечує доступ до знань для студентів з різних країн. Застосовуються інтерактивні елементи (тести, вікторини, симулятори), що дозволяє студентам брати активну участь у навчальному процесі та перевіряти свої знання в реальному часі. Матеріали включають реальні кейси та приклади з практики, що сприяє кращому розумінню та засвоєнню матеріалу.
Критерій 2: інтерактивність навчання	P5	Основна увага приділяється наданню інформації студентам у форматі лекцій, навчальних матеріалів та відеозаписів. Представлений запис відеолекцій або проведення вебінарів в режимі реального часу. Надані навчальні посібники, слайди презентації та інші ресурси для самостійної роботи.

	<p>P4 Представлені інструменти для перевірки знань студентів та отримання зворотного зв'язку.</p> <p>Надається можливість обговорення навчального матеріалу у текстовому форматі в форумах та чатах, відповіді на запитання студентів.</p> <p>Представлені автоматизовані онлайн тести для перевірки теоретичних знань.</p> <p>Надаються регулярні опитування та анкети для оцінки задоволеності студентів та отримання пропозицій щодо покращення курсу.</p>
	<p>P3 Надаються інструменти для взаємодії студентів між собою та з викладачами.</p> <p>Надаються інструменти для спільної роботи студентів над груповими проєктами із окресленим розподілом ролей та обов'язків.</p> <p>Проводяться регулярні онлайн-зустрічі в рамках дискусійних клубів для обговорення складних тем та обміну думками.</p> <p>Представлені інтерактивні інструменти для практичних робіт.</p>
	<p>P2 Здійснюється використання інтерактивних та віртуальних інструментів навчання.</p> <p>Розроблені інтерактивні плакати до практичних робіт з метою покрокового опанування методики виконання завдань.</p> <p>Представлені інтерактивні тренажери та віртуальні лабораторії для проведення практичних та лабораторних занять.</p>
	<p>P1 Застосування індивідуального підходу до кожного студента з урахуванням його знань, потреб та інтересів.</p> <p>Використання програмного забезпечення, яке надає змогу підлаштовувати навчальні матеріали</p>

		<p>та завдання під рівень підготовки кожного студента.</p> <p>Забезпечення індивідуальних консультацій з викладачем для обговорення прогресу та вирішення труднощів, що виникають.</p> <p>Надання студентам інструментів для відслідковування досягнень та отримання рекомендацій щодо подальшого навчання.</p>
Критерій 3: Зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів	P5	<p>Надання зворотнього зв'язку, який спрямовано підтримку та підвищення мотивації студентів.</p> <p>Надання інструментів для виділення успішних прикладів та відслідковування прогресу.</p> <p>Підтримка та заохочення індивідуальних зусиль та покращень студентів за допомогою персоналізованих коментарів</p> <p>Надання своєчасного зворотнього зв'язку.</p>
	P4	<p>Зворотний зв'язок спрямований на перевірку та коригування розуміння студентами базових фактів та концепцій.</p> <p>Надання автоматизованих тестів та вікторин з метою перевірки правильності відповідей.</p> <p>Представлення коментарів до завдань, надання вказівок на правильні та неправильні відповіді з короткими поясненнями.</p> <p>Розробка технологічних інструментів: використання платформ для автоматизованого тестування, віртуальних лабораторій та засобів комунікації (форуми, чати, відеоконференції).</p>
	P3	<p>Надання практичних завдань та вправ з покроковими інструкціями та прикладами виконання.</p>

		<p>Впровадження лабораторних робіт та симуляцій з демонстрацією правильного виконання завдань та виправленням помилок.</p> <p>Включення студентів до активної взаємодії та обговорення результатів.</p>
	P2	<p>Розвиток у студентів навичок аналізу та синтезу інформації.</p> <p>Розбір складних завдань та кейсів: надання деталізованих коментарів та пояснень кроків розв'язання.</p> <p>Представлена методика розробки проектних робіт з оцінкою та рекомендаціями щодо покращення, вказанням на сильні та слабкі сторони.</p> <p>Здійснення адаптації зворотного зв'язку під індивідуальні потреби та рівень підготовки кожного студента.</p>
	P1	<p>Зворотний зв'язок спрямований на розвиток у студентів критичного мислення та здатності самостійно оцінювати свою роботу.</p> <p>Рецензування робіт: надаються детальні рецензії з акцентом на аргументацію та обґрунтування рішень.</p> <p>Застосування дискусій та дебатів: організація обговорень та надання конструктивної критики.</p>
Критерій 4: Мотивація та залученість студентів	P5	<p>Ініціювання інтересу у студентів до загальнотехнічних дисциплін.</p> <p>Ознайомлення з реальними прикладами застосування теоретичних знань у практиці.</p> <p>Введення у навчальний процес елементів гейміфікації (бали, значки, рівні).</p> <p>Створення конкурентного середовища через навчальні змагання та квізи.</p>

	<p>P4</p> <p>Окреслення професійної мотивації при вивченні загальнотехнічних дисциплін.          Організація практичних та лабораторних робіт.          Проведення вебінарів та зустрічей з професіоналами аграрної галузі.          Розробка та виконання проєктних завдань, пов'язаних із реальними технічними завданнями.</p>
	<p>P3</p> <p>Надання мотивації до прийняття участі в додаткових активностях.          Надання можливостей для самостійних досліджень та розробки індивідуальних проєктів.          Створення умов для участі студентів у наукових конференціях, семінарах та конкурсах.          Створення умов взаємодії з викладачами і наставниками поза навчальних занять.</p>
	<p>P2</p> <p>Надання мотивації до подальшого професійного розвитку.          Глибоке окреслення специфіки загальнотехнічних дисциплін.          Створення дослідницьких груп та лабораторій при навчальних закладах.          Організація стажувань та практик на підприємствах.</p>
	<p>P1</p> <p>Надання професійного розуміння загальнотехнічних дисциплін.          Активізація участі студентів у науково-дослідній діяльності, публікація студентами статей та виступи на конференціях.          Надання грантів та стипендій для реалізації наукових проєктів.          Організація стажувань та практик в наукових установах.</p>

*Джерело: розроблено авторами*



Забезпечення високої доступності та якості навчальних матеріалів із загальнотехнічних дисциплін в умовах інтеграції цифрового навчального середовища та аудиторного навчання потребує комплексного підходу та уваги до різних аспектів, таких як формат матеріалів, їх актуальність та інтерактивність. Поділ на рівні дозволяє систематизувати цей процес та забезпечувати високі стандарти навчання, що сприяє досягненню якісних освітніх результатів та підготовці кваліфікованих фахівців.

Інтерактивність викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища відіграє ключову роль у забезпеченні якісної освіти. Впровадження різних рівнів інтерактивності дозволяє створювати більш ефективні та захоплюючі освітні програми, що сприяють глибокому розумінню та засвоєнню матеріалу студентами.

Застосування багаторівневого зворотного зв'язку у викладанні загальнотехнічних дисциплін сприяє глибшому засвоєнню матеріалу, розвитку практичних навичок та критичного мислення, а також підвищенню мотивації студентів. Впровадження зазначених підходів до навчання в умовах цифрового навчального середовища дозволяє значно покращити якість освітнього процесу та забезпечити успішне навчання студентів.

Підвищення мотивації та залученості студентів щодо вивчення загальнотехнічних дисциплін потребує комплексного підходу, що включає використання різноманітних методик і інструментів. Важливо враховувати індивідуальні особливості студентів та створювати умови, що сприяють їхньому професійному та особистісному зростанню.

#### **4.3. Оцінювання рівня знань здобувачів вищої освіти при опануванні загальнотехнічних дисциплін**

Для оцінювання якості знань із загальнотехнічних дисциплін на основі опанування завдань в рамках навчальних курсів розроблено таблицю оцінювання (таблиця 4.4). В ході експерименту здобувачам

вищої освіти було запропоновано здійснити самооцінювання якості знань із загальнотехнічних дисциплін.

Таблиця 4.4.

Оцінювання якості знань із загальнотехнічних дисциплін

Рівень знань	Характеристики	Приклади
<p>Експертний рівень (А)</p> <p>На цьому рівні студенти мають найвищі знання та навички, що дозволяють їм робити внесок у розвиток загальнотехнічних дисциплін. Вони можуть розробляти нові методики та технології, публікувати наукові статті та виступати на конференціях.</p>	<p>Здатність розробляти нові методики та технології.</p> <p>Високий рівень професійних знань та навичок.</p> <p>Активна участь у науково-дослідній діяльності.</p>	<p>Розробка та впровадження інноваційних технологій.</p> <p>Публікація наукових статей та участь у міжнародних конференціях.</p> <p>Керівництво науково-дослідними проєктами та групами.</p>
<p>Просунутий рівень (В)</p> <p>Студенти на цьому рівні мають глибокі знання у загальнотехнічних дисциплінах і можуть самостійно розробляти та реалізовувати інженерні проєкти. Вони здатні застосовувати передові методи та технології, а</p>	<p>Здатність самостійно розробляти та реалізовувати інженерні проєкти.</p> <p>Вміння застосовувати передові методи та технології.</p> <p>Навички аналізу та інтерпретації складних даних.</p>	<p>Розробка інноваційних рішень для технічних завдань.</p> <p>Проведення передових досліджень та експериментів.</p> <p>Використання складного обладнання та спеціалізованого</p>

також аналізувати та інтерпретувати складні дані.		ПЗ для моделювання та аналізу.
Середній рівень (С)  Студенти на цьому рівні мають знання та навички, що дозволяють вирішувати технічні завдання та застосовувати різні методи аналізу. Вони можуть працювати з більш складним обладнанням та брати участь у виконанні практичних проєктів.	Здатність аналізувати та вирішувати складні завдання. Розуміння міждисциплінарних зв'язків. Вміння застосовувати різні методи та інструменти аналізу.	Проведення комплексних лабораторних досліджень. Розробка та виконання інженерних проєктів середньої складності. Використання спеціалізованого програмного забезпечення для аналізу даних.
Базовий рівень (D)  На цьому рівні студенти здатні самостійно вирішувати нескладні завдання та застосовувати отримані знання на практиці. Вони починають розуміти зв'язок між різними аспектами дисциплін і можуть використовувати стандартні методи та процедури.	Здатність виконувати типові завдання самостійно. Розуміння основних методик та процедур. Вміння працювати з базовим обладнанням та інструментами.	Виконання стандартних лабораторних і практичних робіт. Читання та інтерпретація простих технічних креслень та схем. Застосування базових математичних та фізичних законів для вирішення завдань.

<p>Початковий рівень (E)</p> <p>На цьому рівні студенти мають базове уявлення про основні поняття та терміни загальнотехнічних дисциплін. Вони знайомі з основними принципами та можуть виконувати найпростіші завдання під керівництвом викладача.</p>	<p>Знання основних термінів та визначень. Розуміння базових принципів та концепцій. Здатність виконувати елементарні задачі за допомогою вказівок викладача.</p>	<p>Ідентифікація простих технічних елементів та компонентів. Виконання базових обчислень та вимірювань. Використання простих інструментів та обладнання.</p>
<p>Незадовільний (FX)</p> <p>Студент має недостатні знання та навички в основних технічних областях, які є фундаментальними для розуміння та виконання інженерних або технічних завдань.</p>	<p>Погане розуміння взаємозв'язків між різними технічними дисциплінами. Труднощі з аналізом і синтезом інформації</p>	<p>Неправильне або поверхневе розуміння основних технічних понять. Нездатність застосувати знання на практиці. Невміння інтерпретувати технічну документацію. Потреба в повторному опануванні курсу.</p>

*Джерело: розроблено авторами*

Розподіл володіння загальнотехнічними дисциплінами на рівні допомагає краще зрозуміти процес навчання з огляду на прогрес студентів. Це також дозволяє більш точно оцінювати рівень знань та навичок студентів та спрямовувати їх розвиток у потрібному напрямку.

#### **4.4. Порівняльний аналіз рівня знань здобувачів вищої освіти при вивченні загальнотехнічних дисциплін**

В ході експериментального дослідження був проведений порівняльний аналіз рівня знань здобувачів вищої освіти під час вивчення загальнотехнічних дисциплін. За основний показник приймалася підсумкова семестрова оцінка із загальнотехнічних дисциплін, які вивчали здобувачі вищої освіти спеціальності «Агроінженерія» протягом експериментального періоду. Підсумкова семестрова оцінка для здобувачів вищої освіти контрольної групи, що навчалися з використанням навчального середовища закладу вищої освіти формувалася на основі опанування лекцій, виконання завдань, проходження тестового контролю та підсумкової атестації. Для здобувачів вищої освіти експериментальної групи, що навчалися згідно до запропонованої технології вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрної галузі, підсумкова оцінка формувалася на основі використання інтерактивних цифрових інструментів навчального середовища, таких як відео та інтерактивні лекції, віртуальні лабораторні роботи, онлайн практичні роботи, інтерактивні плакати, інженерно-технічні проекти, тестові навчальні тренажери тощо [414]. На рис.4.1 представлений порівняльний аналіз освітніх результатів здобувачів вищої освіти контрольної та експериментальної груп до та після проведення експерименту.

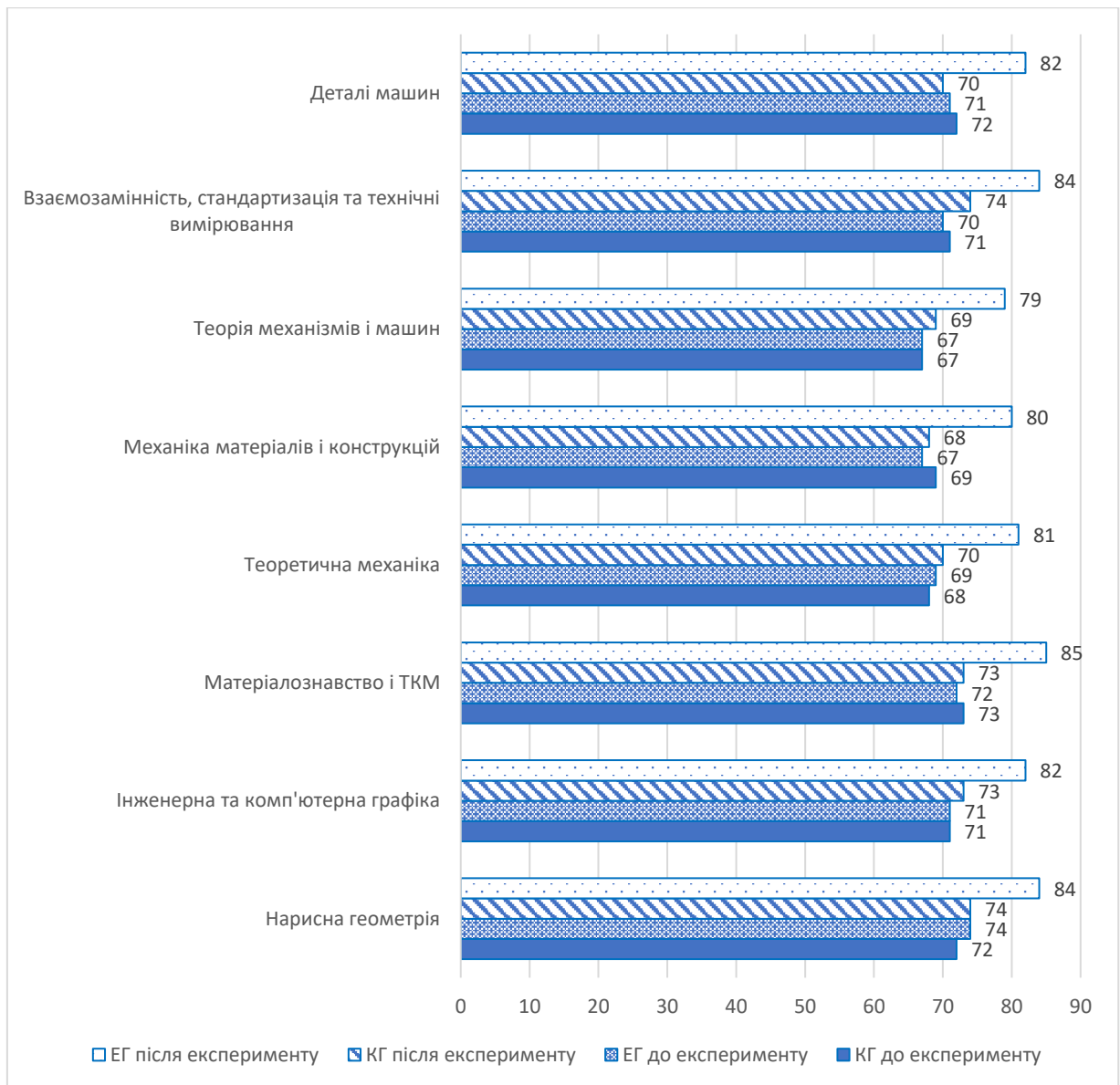


Рис.4.1. Аналіз освітніх результатів здобувачів вищої освіти контрольної та експериментальної груп до та після проведення експерименту.

*Джерело: розроблено авторами*

Аналіз освітніх результатів здобувачів вищої освіти контрольної та експериментальної груп до та після проведення експерименту в цілому показав, що до проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах не відзначає великої різниці в результатах навчання із загальнотехнічних дисциплін. В той час як після введення запропонованої технології здобувачі вищої

освіти в експериментальній групі мали значно вищі показники, ніж у контрольній.

Здобувачі вищої освіти в ході вивчення дисципліни «Нарисна геометрія» в контрольній групі отримували середній семестровий бал на рівні 72, в експериментальній групі – 74 бали. Після впровадження запропонованої авторами технології здобувачі вищої освіти в експериментальній групі отримували середній бал 84, в той час як в контрольній групі здобувачі вищої освіти отримували семестровий бал 74.

Під час опанування інженерної та комп'ютерної графіки в контрольній групі студенти отримували середній семестровий бал на рівні 71, такий же бал отримали і здобувачі вищої освіти експериментальної групи. Після введення запропонованої педагогічної технології здобувачі вищої освіти в експериментальній групі отримували середній бал 82, в той час як в контрольній групі здобувачі вищої освіти отримували семестровий бал 73.

В ході вивчення матеріалознавства і технологія конструкційних матеріалів в контрольній групі студенти отримували середній семестровий бал на рівні 73, здобувачі вищої освіти експериментальної групи отримували в середньому 72 бали. Після впровадження технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти здобувачі вищої освіти в експериментальній групі отримували середній бал 85, в той час як в контрольній групі здобувачі вищої освіти отримували семестровий бал 73.

Результати навчання теоретичної механіки показали, що до проведення експерименту здобувачі вищої освіти в контрольній та експериментальній групах отримували 68 та 69 балів відповідно, в той час як після імплементації запропонованої технології навчання в контрольній групі цей показник сягав 70, в експериментальній – 81 бал.

Результати навчання з механіки матеріалів і конструкцій дали змогу зробити висновок, що до проведення експерименту здобувачі

вищої освіти в контрольній та експериментальній групах в середньому набирали 69 та 67 балів відповідно, а після експерименту – 80 балів в експериментальній та 68 балів у контрольній групах.

Розглянемо результати навчання наступної дисципліни з циклу загальнотехнічних, це – теорія механізмів і машин. До проведення експерименту здобувачі вищої освіти в контрольній та експериментальній групах мали середній показник на рівні 67, в той час як після проведення експерименту в контрольній групі цей показник був на рівні 69, а в експериментальній – 79 балів.

Вивчення майбутніми інженерами дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» дало змогу визначити, що до впровадження окресленої технології здобувачі вищої освіти отримували 71 та 70 балів для контрольної та експериментальної груп, в той час як після впровадження окресленої технології викладання загальнотехнічних дисциплін вони отримували 74 бали в контрольній та 84 бали в експериментальній групах.

Вивчення деталей машин дало змогу стверджувати про рівень знань в експериментальній групі 72 бали, 71 бал – в контрольній групі, а після навчання здобувачів вищої освіти за запропонованою технологією в експериментальній групі цей показник сягав 70 балів, в той час як в контрольній – 82 бали.

На основі отриманих результатів навчання можна зробити висновок, що здобувачі вищої освіти до впровадження розробленої педагогічної технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти мали середній показник на рівні D. В той час після впровадження авторської технології в контрольній групі показники так і залишилися на цьому рівні, в той час як в експериментальній групі середній показник результатів навчання здобувачів вищої освіти підвищилися до рівня B, що свідчить про ефективність застосування окресленої педагогічної технології.



#### **4.5. Статистична перевірка ефективності технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти**

Для статистичної перевірки ефективності технології вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрної галузі було застосовано критерій Пірсона  $\chi^2$  [361] .

Критерій  $\chi^2$  застосовується у двох цілях:

- 1) для зіставлення емпіричного розподілу ознаки з теоретичним: рівномірним, нормальним чи якимось іншим;
- 2) для зіставлення двох, трьох або більше емпіричних розподілів однієї й тієї ж ознаки. Критерій  $\chi^2$  відповідає на питання чи з однаковою частотою зустрічаються різні значення певного показника в емпіричному і теоретичному розподілах чи двох і більше емпіричних розподілах [228], [355].

Для отримання вихідної інформації були взяті результати навчання здобувачів вищої освіти спеціальності «Агроінженерія» із загальнотехнічних дисциплін протягом 2022-2023 та 2023-2024 навчальних років та показники анкети самооцінювання за кожним з критеріїв підготовки студентів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, а саме: К1: доступність та якість навчальних матеріалів, К2: інтерактивність навчання, К3: зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів, К4: мотивація та залученість студентів.

Висунемо дві гіпотези:

$H_1$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  дорівнює критичному значенню або перевищує його, розбіжності між розподілами статистично достовірні; запропонована технологія вивчення загальнотехнічних дисциплін є ефективною;

$H_0$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  менше критичного значення, розбіжності між розподілами статистично недостовірні, запропонована технологія опанування загальнотехнічних дисциплін не є ефективною.

Визначено число ступенів вільності  $\nu=5$  ( $\nu=k-1$ ,  $k=6$ ).

Критичні значення  $\chi^2$  при  $\nu=5$ :

$$\chi_{\text{крит}}^2 = \begin{cases} 11.07 & (\rho \leq 0.05); \\ 15.086 & (\rho \leq 0.01) \end{cases} \quad (2)$$

Відмінності між двома розподілами можуть вважатися достовірними, якщо  $\chi^2_{\text{емп}}$  досягає або перевищує  $\chi^2_{0.05}$ , і тим більше достовірним, якщо  $\chi^2_{\text{емп}}$  досягає або перевищує  $\chi^2_{0.01}$ .

Контрольна група вивчала загальнотехнічні дисципліни аудиторно з доповненням їх онлайн курсами, експериментальна група використовувала інтеграцію аудиторних занять з навчанням в умовах цифрового навчального середовища із застосуванням інтерактивних аудіовізуальних засобів навчання.

На рис.4.2 представлений порівняльний аналіз доступності та якості навчальних матеріалів (критерій 1) до та після проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах.

Як бачимо, до проведення експерименту обидві групи мають низькі показники рівнів А-В, середні показники рівнів С-Д і досить високі показники рівнів (F-X). Після проведення експерименту показники високих рівнів в контрольній групі мають незначне підвищення, біля 5%, на середніх рівнях вони підвищуються до 10%, в той час як на низьких рівнях показники стають меншими на 5-10%. В той же час після проведення експерименту в експериментальній групі показники на рівні А підвищуються до 15% від вихідних, на рівні В – рівно на 15%, на рівні С – на 5%, на рівні D вони зменшуються на 5%, на рівні Е вони зменшуються на 12%, на рівні FХ вони зменшуються майже на 10%. Тобто це свідчить про те, що за результатами навчання збільшується кількість здобувачів вищої освіти високих рівнів і зменшується кількість студентів із низькими і незадовільними результатами. Якщо брати до уваги самооцінювання, то було відмічено якість та доступність навчальних матеріалів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового середовища закладу вищої освіти.

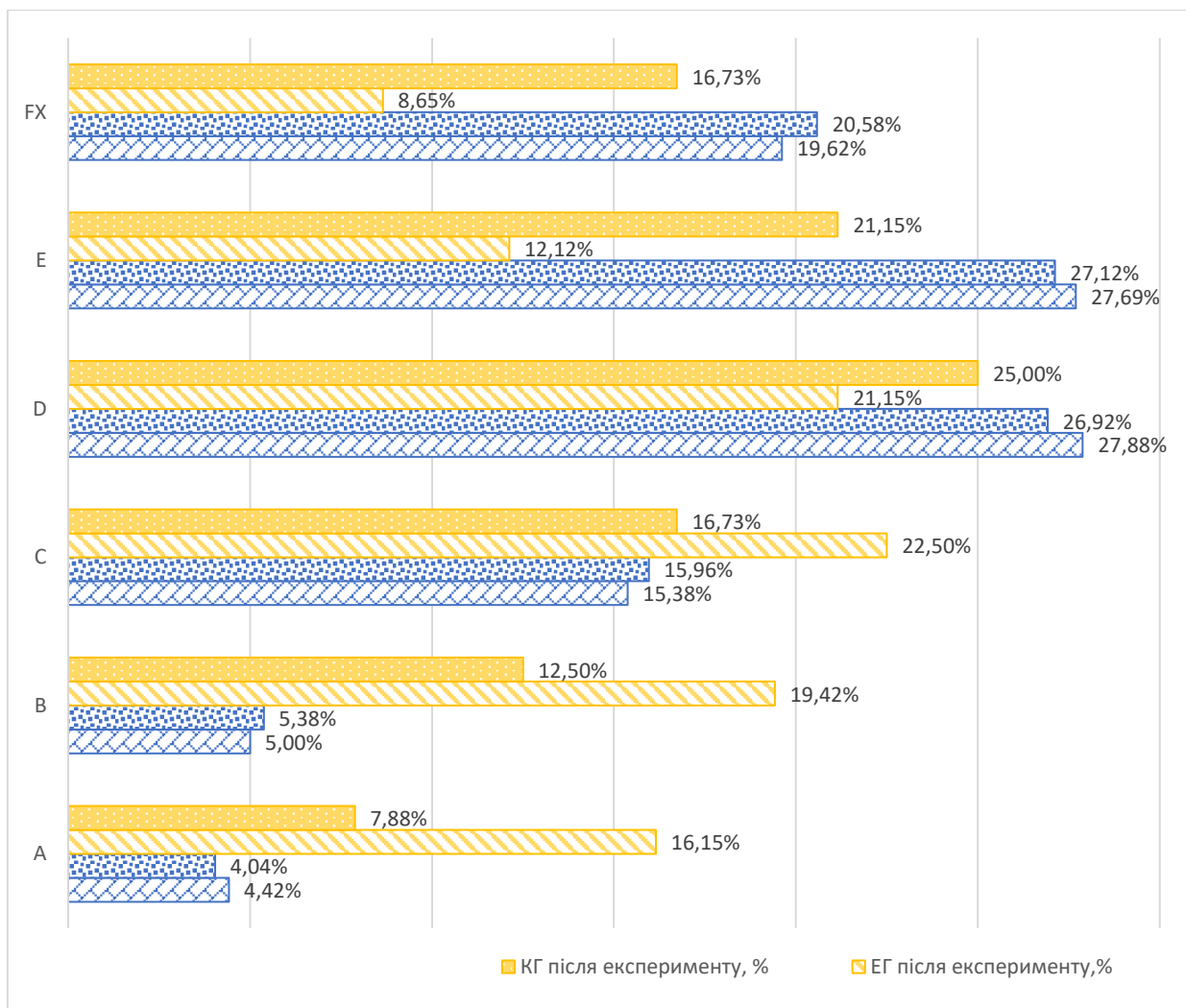


Рис.4.2. Порівняльний аналіз самооцінювання використання запропонованої технології за рівнями в контрольній та експериментальній групах за критерієм 1: доступність та якість навчальних матеріалів

*Джерело: розроблено авторами*

Перевіримо висунуті гіпотези статистично за допомогою використання критерію Пірсона  $\chi^2$ .

В таблиці 4.5 представлено статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін до проведення експерименту, на основі використання традиційних форм навчання, доповнених онлайн курсами за критерієм 1: якість та доступність навчання.

Таблиця 4.5.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 1 критерієм (якість та доступність навчальних матеріалів) до проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	4,42%	23	4,04%	21	4	0,19
<b>B</b>	5,00%	26	5,38%	28	4	0,14
<b>C</b>	15,38%	80	15,96%	83	9	0,11
<b>D</b>	27,88%	145	26,92%	140	25	0,18
<b>E</b>	27,69%	144	27,12%	141	9	0,06
<b>FX</b>	19,62%	102	20,58%	107	25	0,23
Загальна сума	100,00%	520	100,00%	520		<b>0,92</b>

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.5, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 0,92$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \leq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_0$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  менше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за 1 критерієм невеликі, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін до впровадження окресленої педагогічної технології потребує корекції.

В таблиці 4.6 представлено статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін після проведення експерименту за критерієм 1: якість та доступність навчання, здобувачі вищої освіти контрольної групи навчалися за допомогою традиційних методів, доповнених онлайн курсами, в той час як студенти експериментальної групи навчалися за допомогою запропонованої технології вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти.

Таблиця 4.6.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 1 критерієм (якість та доступність навчальних матеріалів) після проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	16,15%	84	7,88%	41	1849	45,10
<b>B</b>	19,42%	101	12,50%	65	1296	19,94
<b>C</b>	22,50%	117	16,73%	87	900	10,34
<b>D</b>	21,15%	110	25,00%	130	400	3,08
<b>E</b>	12,12%	63	21,15%	110	2209	20,08
<b>FX</b>	8,65%	45	16,73%	87	1764	20,28
<b>Загальна сума</b>	100,00%	520	100,00%	520		118,82

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.6, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 118,82$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \geq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_1$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  більше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за 1 критерієм мають суттєві відмінності, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін для експериментальною групи, яка навчалася за окресленою педагогічною технологією є ефективним.

На рис.4.3 представлений порівняльний аналіз інтерактивності навчання (критерій 2) до та після проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах.

Як бачимо, до проведення експерименту обидві групи мають приблизно однакові показники в контрольних та експериментальних групах, переважно низькі на рівнях А-С та високі на рівнях D-FX. Після проведення експерименту показники рівнів А-В на 10% вище в експериментальній групі, ніж в контрольній. На рівні С

відзначається підвищення до 6% в експериментальній групі. На низьких рівнях після проведення експерименту відзначається зниження показників в експериментальній групі на 6% на рівні D, на 10% на рівні E та на 12% на рівні FX, тобто збільшується кількість здобувачів вищої освіти високих рівнів і зменшується кількість студентів з низькими результатами. Отже, підвищення рівня інтерактивності навчання за рахунок використання цифрового навчального середовища позитивно впливає на якість вивчення загальнотехнічних дисциплін.

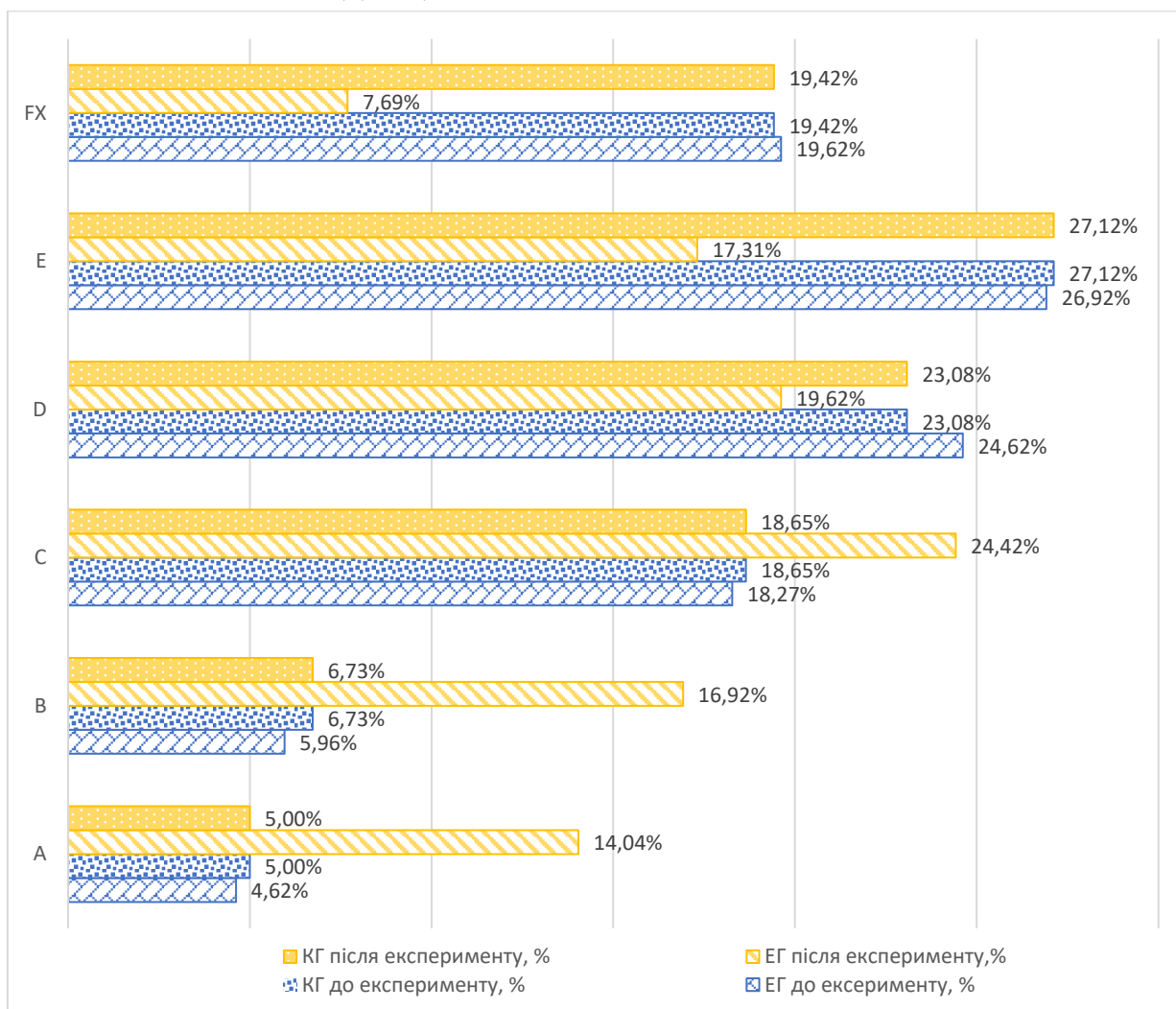


Рис.4.3. Порівняльний аналіз самооцінювання використання запропонованої технології за рівнями в контрольній та експериментальній групах за критерієм 2: інтерактивність навчання

*Джерело: розроблено авторами*

В таблиці 4.7 представлене статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін до проведення експерименту, на основі використання традиційних форм навчання, доповнених онлайн курсами за критерієм 2: інтерактивність навчання.

Таблиця 4.7.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 2 критерієм (інтерактивність навчання) до проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	4,62%	24	5,00%	26	4	0,15
<b>B</b>	5,96%	31	6,73%	35	16	0,46
<b>C</b>	18,27%	95	18,65%	97	4	0,04
<b>D</b>	24,62%	128	23,08%	120	64	0,53
<b>E</b>	26,92%	140	27,12%	141	1	0,01
<b>FX</b>	19,62%	102	19,42%	101	1	0,01
<b>Загальна сума</b>	100,00%	520	100,00%	520		1,20

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.7, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 1,90$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \leq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_0$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  менше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за 2 критерієм невеликі, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін до впровадження окресленої педагогічної технології потребує корекції.

В таблиці 4.8 представлене статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін після проведення експерименту за критерієм 2: інтерактивність навчання.

Здобувачі вищої освіти контрольної групи застосовували традиційні форми навчання, доповнені онлайн-курсами, в той час як представники експериментальної групи вивчали загальнотехнічні дисципліни із використанням цифрового освітнього середовища.

Таблиця 4.8.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 2 критерієм (інтерактивність навчання) після проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	14,04%	73	5,00%	26	2209	84,96
<b>B</b>	16,92%	88	6,73%	35	2809	80,26
<b>C</b>	24,42%	127	18,65%	97	900	9,28
<b>D</b>	19,62%	102	23,08%	120	324	2,70
<b>E</b>	17,31%	90	27,12%	141	2601	18,45
<b>FX</b>	7,69%	40	19,42%	101	3721	36,84
<b>Загальна сума</b>	100,00%	520	100,00%	520		232,49

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.8, значення  $\chi^2_{емп} = 232,849$  і  $\chi^2_{емп} \geq \chi^2_{крит.}$ . Обираємо гіпотезу  $H_1$  -  $\chi^2_{емп}$  більше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за 2 критерієм мають суттєві відмінності, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін для експериментальною групи, яка навчалася за окресленою педагогічною технологією є ефективним.

На рис.4.4 представлені показники зворотнього зв'язку, оцінювання та підтримки студентів (критерій 3) до та після проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах.



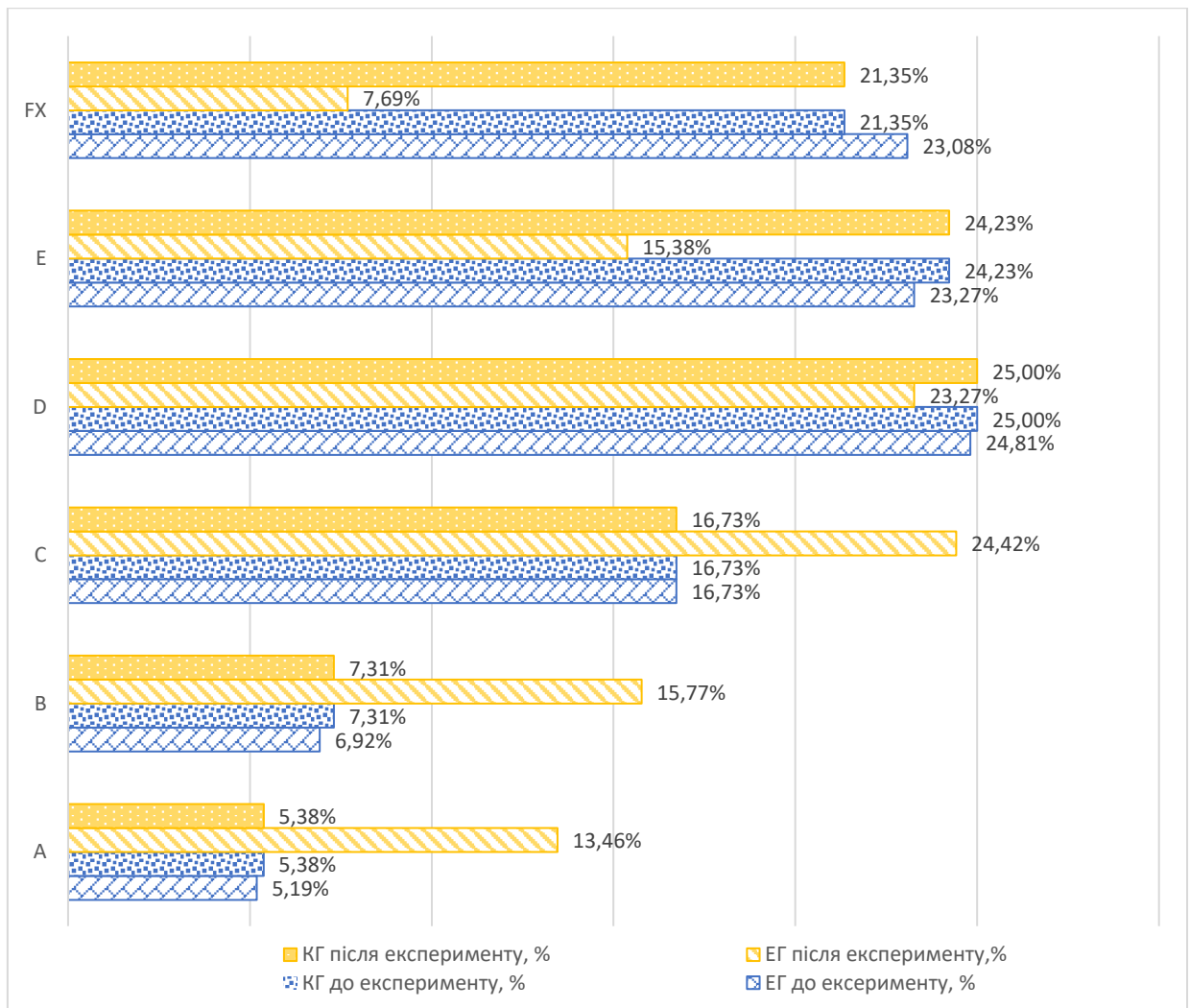


Рис.4.4. Порівняльний аналіз самооцінювання використання запропонованої технології за рівнями в контрольній та експериментальній групах за критерієм 3: зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів

*Джерело: розроблено авторами*

До експериментальної роботи обидві групи мають приблизно однакові показники в контрольних та експериментальних групах, переважно низькі на рівнях А-С та високі на рівнях D-FX. Після проведення експерименту показники рівнів А-С на 8% вище в експериментальній групі, ніж в контрольній. На низьких рівнях після проведення експерименту відзначається зниження показників в експериментальній групі на 2% на рівні D, на 9% на рівні E та на 14% на рівні FX, тобто збільшується кількість здобувачів вищої

освіти високих рівнів і зменшується кількість студентів з низькими результатами. Отже, зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів краще реалізуються під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища.

В таблиці 4.9 представлено статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін до проведення експерименту, на основі використання традиційних форм навчання, доповнених онлайн курсами за критерієм З: зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів.

Таблиця 4.9.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за З критерієм (зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів) до проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	5,19%	27	5,38%	28	1	0,04
<b>B</b>	6,92%	36	7,31%	38	4	0,11
<b>C</b>	16,73%	87	16,73%	87	0	0,00
<b>D</b>	24,81%	129	25,00%	130	1	0,01
<b>E</b>	23,27%	121	24,23%	126	25	0,20
<b>FX</b>	23,08%	120	21,35%	111	81	0,73
<b>Загальна сума</b>	100,00%	520	100,00%	520		1,08

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.9, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 1,08$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \leq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_0$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  менше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за З критерієм невеликі, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що

викладання загальнотехнічних дисциплін до впровадження окресленої педагогічної технології потребує корекції.

В таблиці 4.10 представлено статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін після проведення експерименту за 3 критерієм (зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів) для контрольної групи, яка навчалася на основі використання традиційних форм навчання, доповнених онлайн курсами та для експериментальної групи, яка здійснювала вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища.

Таблиця 4.10.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 3 критерієм (зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів) після проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2 / 2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	13,46%	70	5,38%	28	1764	63,00
<b>B</b>	15,77%	82	7,31%	38	1936	50,95
<b>C</b>	24,42%	127	16,73%	87	1600	18,39
<b>D</b>	23,27%	121	25,00%	130	81	0,62
<b>E</b>	15,38%	80	24,23%	126	2116	16,79
<b>FX</b>	7,69%	40	21,35%	111	5041	45,41
<b>Загальна сума</b>	100,00%	520	100,00%	520		195,17

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.10, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 195,17$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \geq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_1$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  більше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за 3 критерієм мають суттєві відмінності, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін для експериментальної групи, яка навчалася за окресленою педагогічною технологією є ефективним.

На рис.4.5 представлені показники мотивації та залученості студентів (критерій 4) до та після проведення експерименту в контрольній та експериментальній групах.

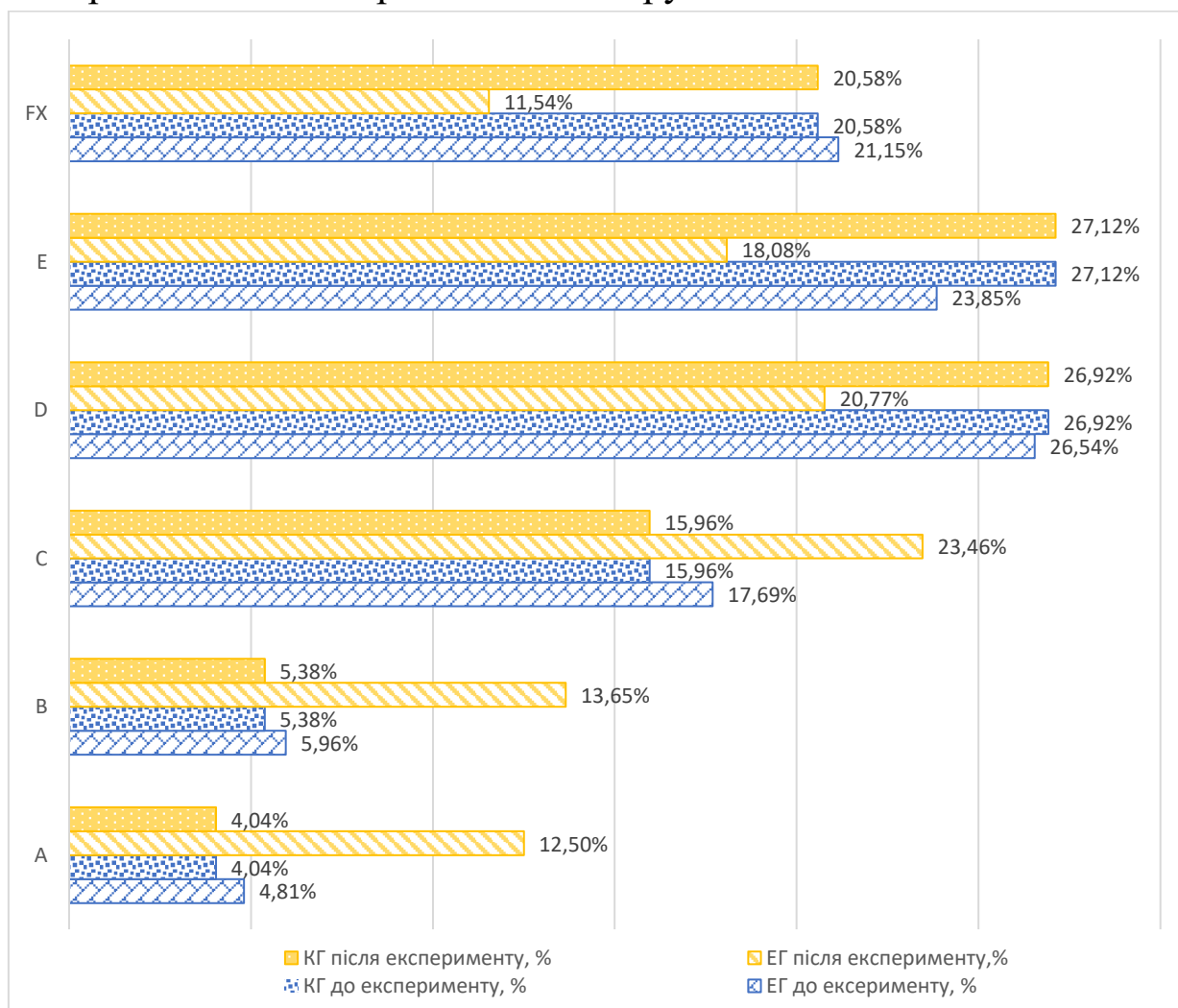


Рис.4.5. Порівняльний аналіз самооцінювання використання запропонованої технології за рівнями в контрольній та експериментальній групах за критерієм 4: мотивація та залученість студентів

*Джерело: розроблено авторами*

До експериментальної роботи обидві групи мають приблизно однакові показники в контрольних та експериментальних групах, переважно низький відсоток здобувачів вищої освіти рівнів А-С та високий показник рівнів D-FX. Після проведення експерименту показники рівнів А-С стали на 8% вище в експериментальній групі,

ніж в контрольній. На низьких рівнях після проведення експерименту відзначається зниження показників в експериментальній групі на 6% на рівні D, на 5% на рівні E та на 9% на рівні FX, тобто збільшується кількість здобувачів вищої освіти високих рівнів і зменшується кількість студентів з низькими результатами. Отже, мотивація та залученість студентів зростає під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового середовища.

В таблиці 4.11 представлено статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін до проведення експерименту, на основі використання традиційних форм навчання, доповнених онлайн курсами за критерієм 4: мотивація та залученість студентів.

Таблиця 4.11.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 4 критерієм (мотивація та залученість студентів) до проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	4,81%	25	4,04%	21	16	0,76
<b>B</b>	5,96%	31	5,38%	28	9	0,32
<b>C</b>	17,69%	92	15,96%	83	81	0,98
<b>D</b>	26,54%	138	26,92%	140	4	0,03
<b>E</b>	23,85%	124	27,12%	141	289	2,05
<b>FX</b>	21,15%	110	20,58%	107	9	0,08
Загальна сума	100,00%	520	100,00%	520		4,22

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.11, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 4,22$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \leq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_0$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  менше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та

експериментальною групою за 4 критерієм невеликі, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін до впровадження окресленої педагогічної технології потребує корекції.

В таблиці 4.12 представлено статистичне обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін після проведення експерименту за 4 критерієм (мотивація та залученість студентів) на основі використання традиційних форм навчання, доповнених онлайн курсами для контрольної групи та на основі навчання за допомогою вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища для експериментальної групи.

Таблиця 4.12.

Обґрунтування ефективності вивчення загальнотехнічних дисциплін за 4 критерієм (мотивація та залученість студентів) після проведення експерименту

Рівень	К-сть відсотків (ЕГ)	Емпірична частота $n_i$ (ЕГ)	К-сть відсотків (КГ)	Емпірична частота $n_{i1}$ (КГ)	$(n_i - n_{i1})^2$	$(n_i - n_{i1})^2 / n_{i1}$
<b>A</b>	12,50%	65	4,04%	21	1936	92,19
<b>B</b>	13,65%	71	5,38%	28	1849	66,04
<b>C</b>	23,46%	122	15,96%	83	1521	18,33
<b>D</b>	20,77%	108	26,92%	140	1024	7,31
<b>E</b>	18,08%	94	27,12%	141	2209	15,67
<b>FX</b>	11,54%	60	20,58%	107	2209	20,64
<b>Загальна сума</b>	100,00%	520	100,00%	520		220,18

*Джерело: розроблено авторами*

Як видно із таблиці 4.12, значення  $\chi^2_{\text{емп}} = 220,18$  і  $\chi^2_{\text{емп}} \geq \chi^2_{\text{крит}}$ . Обираємо гіпотезу  $H_1$  -  $\chi^2_{\text{емп}}$  більше критичного значення. Визначено, що статистичні розбіжності між контрольною та експериментальною групою за 4 критерієм мають суттєві

відмінності, на основі порівняння висунутих гіпотез можна зробити висновок, що викладання загальнотехнічних дисциплін для експериментальною групи, яка навчалася за окресленою педагогічною технологією є ефективним.

В ході зіставлення даних до та після експерименту відзначено, що показники контрольної та експериментальної груп практично не відрізняються до проведення експерименту, в той час як після впровадження технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти значно зростають показники високих та середніх рівнів та зменшуються кількісні показники низьких рівнів, що свідчить про ефективність застосування запропонованої технології для підвищення результатів навчання з врахуванням чотирьох критеріїв: якості навчальних матеріалів, інтерактивності, зворотного зв'язку та мотивації студентів.

Перспективами подальших досліджень викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти є обґрунтування методик співпраці з фахівцями інших галузей, таких як програмісти та інженери для забезпечення зручності використання цифрових технологій та штучного інтелекту у навчальній та професійній діяльності (Додаток П).

## Висновки до розділу 4

Розділ присвячений експериментальному дослідженню ефективності технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти. Розроблені критерії та рівні підготовки студентів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. До основних критеріїв відносяться: доступність та якість навчальних матеріалів, інтерактивність навчання, зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів, мотивація та залученість студентів. Відповідно до критеріїв сформовано рівні опанування загальнотехнічних дисциплін здобувачами вищої освіти.

Також здійснено оцінювання рівня знань здобувачів вищої освіти при опануванні наступних загальнотехнічних дисциплін: нарисна геометрія; інженерна та комп'ютерна графіка; матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів; теоретична механіка; механіка матеріалів і конструкцій; теорія механізмів і машин; взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання, деталі машин. На основі порівняльного аналізу рівня знань здобувачів вищої освіти при вивченні загальнотехнічних дисциплін можна дійти висновку про ефективність окресленої педагогічної технології. Експеримент проводився на базі спеціальності «Агроінженерія» для здобувачів вищої освіти Миколаївського національного аграрного університету протягом двох навчальних років.

Статистична перевірка ефективності технології вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти аграрної галузі здійснювалася на основі критерію Пірсона. Здобувачі вищої освіти контрольної та експериментальної груп до впровадження запропонованої технології навчалися за стандартною методикою. В ході проведення експерименту контрольна група вивчала загальнотехнічні



дисципліни з доповненням їх онлайн курсами, експериментальна група застосовувала інтеграцію аудиторного навчання та використання цифрового навчального середовища з окресленим спектром інтерактивних аудіовізуальних засобів навчання. Порівняння показників до та після експерименту дало змогу зробити висновок, що після впровадження технології вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища значно зростають показники результатів навчання високих та середніх рівнів та зменшуються показники низьких рівнів, що свідчить про ефективність застосування запропонованої технології та підвищення рівня знань здобувачів вищої освіти із загальнотехнічних дисциплін.

## Загальні висновки

Викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища в аграрному закладі вищої освіти вимагає адаптації традиційних методик до специфіки різних форматів навчання. Цифрове навчальне середовище пропонує широкі можливості для інтерактивного навчання через використання віртуальних лабораторій, симуляторів, вебінарів, навчальних відео, інтерактивних завдань та онлайн тестів. Адаптація цифрового навчального середовища здійснюється не лише для формату дистанційного і змішаного навчання, а й для використання матеріалів в аудиторії, доповнення очного навчання, розширення можливостей самостійної роботи здобувачів вищої освіти, що є важливим аспектом у викладанні загальнотехнічних дисциплін, які потребують роботи з великою кількістю графіків, схем, таблиць, креслень, обчислень, тощо. Навчальні матеріали повинні легко сприйматися студентами, а також містити різноманітні мультимедійні елементи. Курси із загальнотехнічних дисциплін повинні бути чітко структуровані з метою забезпечення гнучкої індивідуальної траєкторії навчання, що сприятиме покращенню засвоєння знань в умовах викликів сьогодення. Загальнотехнічні дисципліни в аграрній галузі мають специфічні відмінності, які впливають з особливостей підготовки фахівців сільськогосподарського виробництва. Вони вимагають врахування біологічних процесів, природних умов, технічного забезпечення агротехнологій, енергозабезпечення та екологічних аспектів. Ці дисципліни повинні бути адаптовані до потреб сільськогосподарського виробництва, щоб забезпечити ефективну підготовку спеціалістів в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти. У аграрній галузі загальнотехнічні дисципліни спрямовані на розробку та вдосконалення машин і механізмів, які забезпечують виконання агротехнологічних операцій, таких як посів, обробка ґрунту, збирання врожаю, його переробка, тощо. Під час викладання

загальнотехнічних дисциплін акцент робиться на створенні та оптимізації техніки для специфічних агротехнологічних процесів. Загальнотехнічні дисципліни в аграрному секторі повинні враховувати природні умови, в яких застосовується техніка, що вимагає спеціальних знань у сфері адаптації обладнання та технологій до таких умов.

В першому розділі монографії представлений аналітичний огляд інструментів навчання для викладання загальнотехнічних дисциплін, а саме: окреслено важливість застосування студентоцентрованого підходу у створенні навчальних курсів під час викладання зазначених дисциплін у закладах вищої освіти аграрного спрямування, спираючись на специфіку закладу вищої освіти. Онлайн курс в умовах цифрового навчального середовища є важливою ланкою в модернізації аграрної освіти та дозволяє працювати індивідуально з кожним студентом, що підвищує якість освіти. При використанні таких ресурсів підвищується рівень самостійної роботи студентів, що сприяє підвищенню їх пізнавальної активності. Також представлені особливості подачі навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Формування змісту навчальних ресурсів із загальнотехнічних дисциплін має певні особливості через велику кількість графічних об'єктів, обчислень та природничо-математичних понять. Представлено технологію створення навчального контенту для відкритих цифрових ресурсів із загальнотехнічних дисциплін, яка окреслює створення відео, графічного та інтерактивного контенту в контексті розробки лекцій, практичних, лабораторних та самостійних завдань. Розглянуто застосування онлайн навчальних платформ під час викладання загальнотехнічних дисциплін, які базуються на використанні теоретичних і практичних форм навчання на базі масових відкритих онлайн курсів. Результатом впровадження запропонованої технології є застосування елементів навчальних онлайн-платформ в освітній діяльності студентів.

Окреслено організаційно-педагогічні умови вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах компетентнісно-орієнтованого середовища, які підвищують якість освітнього процесу. Розглянуто реалізацію підходу змішаного навчання під час викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Наступним кроком дослідження була розробка технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, яка може бути адаптованою до різноманітних форматів навчання.

Другий розділ монографії присвячений окресленню технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрних закладів вищої освіти. Викладання загальнотехнічних дисциплін для різних спеціальностей може мати певні відмінності в залежності від кінцевих цілей фахової підготовки. Обґрунтовано застосування моделі підготовки студентів інженерних спеціальностей в закладах вищої освіти аграрного спрямування (на основі спеціальності «Агроінженерія»). Окреслений підхід здатний сприяти якості засвоєння змісту навчання за обраною спеціальністю. Описано зміст і призначення кожного з блоків розробленої моделі. Представлена модель дає можливість інтегрувати сучасні онлайн інструменти навчання в різні формати освітнього процесу. Також окреслена технологія набуття фахових компетентностей із загальнотехнічних дисциплін бакалаврами з агроінженерії в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Реалізація запропонованої технології базується на створенні репозиторію професійних компетентностей у цифровому просторі закладу вищої освіти, прив'язці освітніх компетентностей, закладених у репозиторії професійних компетентностей до завдань у цифровому освітньому середовищі та моніторингу здобуття професійних компетентностей здобувачами вищої освіти. Запропонована технологія викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах аграрного закладу вищої

освіти базується на створенні посібників для навчання в умовах цифрового навчального середовища із кожної загальнотехнічної дисципліни, передбаченої освітньою програмою спеціальності.

Реалізація технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового середовища аграрного закладу вищої освіти передбачає використання низки інтерактивних аудіовізуальних засобів навчання, які обираються згідно до дисципліни та курсу, на якому вона викладається та форми навчання. Посібники з інтерактивними елементами є по своїй суті інтеграцією теоретичного, практичного та самостійного контенту, який представлений в навчально-методичній літературі як в текстово-графічному, так і в електронному вигляді за допомогою QR-кодів, що є посиланням на відповідний елемент курсу. Система моніторингу час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти включає дослідження якості подачі навчального контенту та спостереження за результатами навчання.

В третьому розділі монографії представлені інтерактивні аудіовізуальні засоби для формування навчального контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Відео формат освітнього контенту для здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей має низку позитивних якостей, що відповідають освітнім цілям і задачам викладання загальнотехнічних дисциплін: мультимедійність і динамічність переданої інформації формується за допомогою анімації, відео, звуку, тексту в одній експозиції. Технологія застосування 3D моделювання в практичних роботах із загальнотехнічних дисциплін базується на необхідності візуалізації моделей механізмів та обладнання у 3D-вимірному просторі та необхідності навчання майбутніх інженерів в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Представлено технологію створення курсових проєктів із загальнотехнічних дисциплін в цифровому навчальному середовищі. Також розглянуто

технологію створення навчального контенту для відкритих освітніх ресурсів із загальнотехнічних дисциплін. Визначено програми для роботи з кожним видом змісту освіти для досягнення навчальних цілей: створення лекцій, лабораторних, практичних та самостійних завдань. Використання інноваційних методів онлайн-контролю, зокрема графічних, 3D, відео, аудіальних, анімаційних та розрахункових тестових завдань, забезпечило високу взаємодію та залученість студентів у навчальний процес, а також сприяє розвитку фахових компетентностей. Впровадження онлайн віртуальних лабораторних робіт підвищує доступність та гнучкість навчального процесу. Представлено технологію розробки тестового онлайн контролю та окреслено типи тестів, що його забезпечують. Також можна зробити висновок, що використання інтерактивних плакатів у навчальному процесі дозволяє підвищити візуалізацію та структурувати навчальні поняття, обчислення та моделювання.

В четвертому розділі монографії представлена програма експериментального дослідження визначення ефективності технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти, здійснена на базі підготовки здобувачів спеціальності «Агроінженерія». Визначені критерії та рівні викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти та рівні опанування загальнотехнічних дисциплін здобувачами вищої освіти. При проведенні експерименту враховувалося самооцінювання ефективності викладання та навчання в умовах цифрового навчального середовища викладачами та здобувачами вищої освіти відповідно та оцінювання рівня знань здобувачів вищої освіти при опануванні загальнотехнічних дисциплін. Самооцінювання проводилося на основі визначених критеріїв, а саме: доступність та якість навчальних матеріалів, інтерактивність навчання, зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів, мотивація та залученість студентів. Також здійснено порівняльний аналіз рівня знань

здобувачів вищої освіти при вивченні загальнотехнічних дисциплін до та після впровадження окресленої педагогічної технології.

Здійснена статистична перевірка ефективності технології вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища на базі спеціальності «Агроінженерія». В ході проведення експерименту контрольна група вивчала загальнотехнічні дисципліни з доповненням їх онлайн курсами, експериментальна група застосовувала інтеграцію аудиторного формату та навчання в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Розрахунок проводився за критерієм Пірсона, здобувачі вищої освіти експериментальної групи, які навчалися за окресленою авторами технологією припадають під висунуту гіпотезу, що  $\chi^2_{\text{емп}}$  дорівнює критичному значенню або перевищує його, тож розбіжності між розподілами статистично достовірні і можна стверджувати, що запропонована технологія вивчення загальнотехнічних дисциплін є ефективною. В ході дослідження та статистичного розрахунку отриманих даних визначено, що після впровадження технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища значно зростають кількісні показники високих та середніх рівнів та зменшуються показники низьких рівнів, що свідчить про ефективність застосування запропонованої технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти. Можна окреслити декілька перспектив подальшого розвитку засобів навчання в інженерній освіті, до яких відносяться використання віртуальної та доповненої реальності для більш ефективного навчання студентів, впровадження засобів навчання на основі штучного інтелекту до курсів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища. Вцілому ґрунтовне дослідження та розробка технологій викладання загальнотехнічних дисциплін та розробка сучасних педагогічних методик є перспективним напрямком для аграрної освіти.

## ДОДАТКИ

### Додаток А. Анкетування для викладачів для визначення рівня викладання загальнотехнічних дисциплін

Оцініть рівень викладання загальнотехнічних дисциплін за вказаними критеріями. Відповіді можна оцінювати за шкалою від 0 до 10, де 0 означає "абсолютно незадовільно", а 10 – це "відмінно".

#### 1. Критерій 1: доступність та якість навчальних матеріалів

Як Ви оцінюєте доступність навчальних матеріалів, необхідних для курсу?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Наскільки якісними та актуальними є надані навчальні матеріали (презентації, підручники, відеоматеріали тощо)?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Чи достатньо навчальних матеріалів для повного опанування тем?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

#### 2. Критерій 2: інтерактивність навчання.

Наскільки часто під час занять використовуються інтерактивні методи навчання (дискусії, практичні завдання, ігри тощо)?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Як Ви оцінюєте рівень залученості студентів до інтерактивних заходів під час занять?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----



Чи сприяє інтерактивність занять кращому засвоєнню матеріалу?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**3. Критерій 3: зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів.**

Як Ви оцінюєте своєчасність та змістовність зворотного зв'язку?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Наскільки прозорою та зрозумілою є система оцінювання знань?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Як Ви оцінюєте рівень підтримки, яку надає викладач під час навчання (консультації, відповіді на питання тощо)?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**4. Критерій 4: мотивація та залученість студентів**

Наскільки викладач сприяє мотивації студентів до вивчення предмету?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Як Ви оцінюєте рівень залученості під час навчання студентів?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Як часто студенти самостійно шукають додаткові матеріали по темі, що вивчається, завдяки мотивації викладача?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

5. Додаткові коментарі: \_\_\_\_\_

**Додаток Б. Анкетування для здобувачів вищої освіти щодо результативності вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Оцініть навчальні курси із загальнотехнічних дисциплін.

**1. Доступність та якість навчальних матеріалів**

Наскільки зрозуміло та доступно подано навчальний матеріал?  
(0 – зовсім незрозуміло, 10 – абсолютно зрозуміло)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Наскільки актуальні та корисні навчальні матеріали для розуміння предмету? (0 – зовсім не корисні, 10 – дуже корисні)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Чи достатньо було додаткових ресурсів (презентації, відео, посилання) для самостійного вивчення тем? (0 – зовсім недостатньо, 10 – цілком достатньо)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**2. Інтерактивність навчання**

Наскільки часто використовуються інтерактивні методи навчання (практичні завдання, симуляції, тестування) під час занять?  
(0 – зовсім не використовуються, 10 – дуже часто)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Чи були Вам цікаві інтерактивні завдання, які допомагали краще зрозуміти матеріал? (0 – зовсім не цікаві, 10 – дуже цікаві)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Наскільки ефективно інтерактивні елементи допомогли Вам засвоїти матеріал? (0 – зовсім не ефективно, 10 – дуже ефективно)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

### 3. Зворотній зв'язок, оцінювання та підтримка студентів

Як швидко Ви отримували зворотній зв'язок від викладача після виконання завдань? (0 – дуже повільно, 10 – дуже швидко)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Наскільки об'єктивними та корисними були оцінки та коментарі викладача? (0 - зовсім не об'єктивними/не корисними, 10 – дуже об'єктивними/дуже корисними)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Чи відчували ви підтримку від викладача під час навчання (консультації, додаткові роз'яснення)? (0 – зовсім не відчував, 10 – завжди відчував)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

### 4. Мотивація та залученість студентів

Наскільки Вас мотивували до активного вивчення дисципліни навчальні методи та підхід викладача? (0 – зовсім не мотивували, 10 – дуже мотивували)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Чи зацікавила Вас дисципліна настільки, що Ви готові приділяти їй більше часу поза заняттями? (0 – зовсім не зацікавила, 10 – дуже зацікавила)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Наскільки ефективно викладач підтримував вашу залученість та активність під час занять? (0 – зовсім не ефективно, 10 – дуже ефективно)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

5. Додаткові коментарі: \_\_\_\_\_.

**Додаток В. Анкетування для визначення рівня імплементації інформаційно-освітніх технологій в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

1. До якої з категорій цільової аудиторії Ви відноситеся?

- науково-педагогічний працівник
- педагогічний працівник
- методист
- докторант
- аспірант
- здобувач вищої освіти

2. Чи використовуєте Ви цифрове навчальне середовище під час навчальної або педагогічної діяльності?

- так, постійно
- завдання в умовах цифрового навчального середовища частково інтегровані в аудиторний процес
- рідко, але хотілося би частіше
- не цікавить цей напрямок

3. Які інформаційно-освітні засоби навчання Ви використовуєте під час навчальної або педагогічної діяльності?

- відеолекції
- інтерактивні завдання
- програми проектування та моделювання
- онлайн тестування
- онлайн тренажери та симулятори
- віртуальні лабораторні роботи
- інтерактивні плакати
- навчально-методичні матеріали з інтерактивними елементами
- засоби VR, AR
- програми на основі ШІ
- інше

4. Як Ви оцінюєте доступність навчальних матеріалів, необхідних для формування курсів в умовах цифрового навчального середовища із дисциплін, що Ви викладаєте/вивчаєте? Оцініть від 0

до 10, де 0-недостатня кількість матеріалів у відкритому доступі та репозиторіях бібліотек, 10-широкий вибір зазначених матеріалів.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

5. Наскільки якісними та актуальними є навчальні матеріали, які Ви використовуєте в умовах цифрового навчального середовища (презентації, підручники, відеоматеріали тощо)? Оцініть від 0 до 10, де 0-недостатня якість матеріалів для формування курсів в умовах цифрового навчального середовища, 10-навчальні матеріали високої якості.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

6. Наскільки часто під час занять використовуються інтерактивні методи навчання? Оцініть від 0 до 10, де 0-ніколи або нечасто, 10-часте застосування інтерактивних методів навчання.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

7. Як Ви оцінюєте рівень залученості до інтерактивних заходів під час занять? Оцініть від 0 до 10, де 0-низький, 10 - високий рівень залученості.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

8. Як ви оцінюєте своєчасність та змістовність зворотного зв'язку в рамках навчання в умовах цифрового освітнього середовища? Оцініть від 0 до 10, де 0-несвоєчасно, 10-своєчасно та змістовно.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

9. Наскільки прозорою та зрозумілою є система оцінювання знань під час роботи в умовах цифрового освітнього

середовища? Оцініть від 0 до 10, де 0-складно та незрозуміло, 10-прозора та змістовна.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

10. Наскільки використання інтерактивних засобів навчання в умовах цифрового освітнього середовища сприяє мотивації до вивчення предмету? Оцініть від 0 до 10, де 0-не сприяє або слабке сприяння, 10-мотивує та надихає до вивчення.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

11. Як часто студенти самостійно шукають додаткові матеріали по темі, що вивчається, завдяки мотивації під час навчання в умовах цифрового навчального середовища? Оцініть від 0 до 10, де 0-нечасто, 10-шукають матеріали та зацікавлені у використанні інформаційно-освітніх засобів для вирішення навчальних завдань та професійних викликів.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

12. Чи була інформація, представлена в рамках педагогічного коучингу корисною?

- так, хотілося б розвивати професійну та навчальну діяльність в цьому напрямку
- так, була корисною, в освітній та професійній діяльності використовую окреслений спектр засобів навчання в умовах цифрового навчального середовища
- хотілося би отримати детальні методичні вказівки щодо розробки та впровадження інформаційно-освітніх технологій в рамках цифрового навчального середовища
- ні



**Додаток Г. Навчальні посібники для опанування загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти, розроблені на базі Миколаївського національного аграрного університету**



*Додаток Г. Рис.1. Механіка матеріалів і конструкцій: практикум для навчання на основі графічно-цифрового контенту: Частина 1, Частина 2*



*Додаток Г. Рис.2. Інженерна та комп'ютерна графіка: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища, Теорія механізмів і машин: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища*





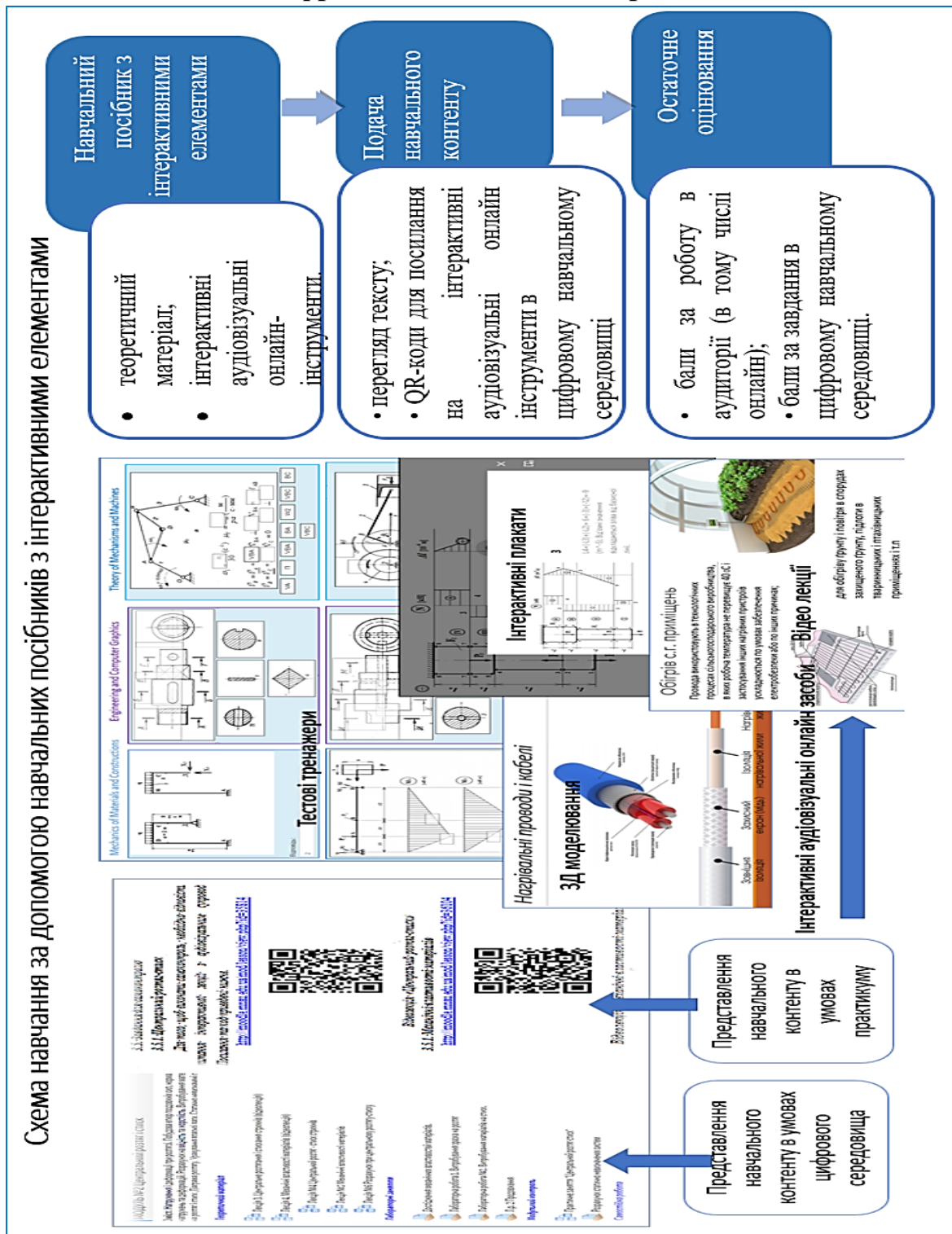
Додаток Г. Рис.5. Навчальні посібники: «Механіка матеріалів і конструкцій: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища» та «Механіка матеріалів і конструкцій: практикум»



Додаток Г. Рис.6. Навчальні посібники: «Прикладна механіка: навчальний посібник» та «Прикладна механіка: практикум»



# Додаток Д. Реалізація технології навчання за допомогою навчальних посібників з інтерактивними елементами для навчання в умовах цифрового навчального середовища



Додаток Д. Рис.1. Схема вивчення загальнотехнічних дисциплін за допомогою посібників з інтерактивними елементами

## Додаток Е. Реалізація компетентнісного підходу при формуванні курсів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

Набуття компетентностей з навчальних курсів в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

**Репозиторії компетентностей**

Додати репозиторій компетентностей

Сторінку глянцевих гербових

**Список репозиторіїв компетентностей**

Назва	Компетентності	Категорія
122 «Компютерна наука та інформаційні технології» (122.262.16.17)	17	Вища освіта
2017 (2017) (оприг)	7	Посвідчення освіти
208 Агроінженерія (208.17)	19	Інженерно-енергетичний факультет
LMS + OfiKa 365 (lms365)	6	Житомирський державний університет імені Івана Франка
Агроінженерія (Агросерв)	31	Агроінженерія
Вишви УНУ 2017 (lms2017)	20	Навчально-методичні матеріали курсів підвищення кваліфікації
Загальні компетентності (141_1)	21	Ядро системи

**Обрана компетентність**

**ФК\_52\_208\_ФК\_52** Редагувати

Здатність вибирати технічні засоби для основних і допоміжних операцій.

**Пов'язані компетентності:**

Жодна інша компетентність не пов'язана з даною

[Додати компетентність](#)

*Репозиторії компетентностей в умовах цифрового навчального середовища*

**Рекомендації щодо набуття компетентностей в умовах цифрового навчального середовища**

**ФК\_26\_208\_ФК\_26**

Здатність виконувати збірні креслення машин та обладнання на базі стандартних вузлів і агрегатів.

Шлях: Спеціальність 208 "Агроінженерія" / 208\_ФК

По завершенні курсу: **Відмітити компетентність як досягнуту**

Позиційні задачі Розгорнути багатограшників

Точка, пряма та площина на комплексному кресленні Завдання 3 Завдання 6

Складності під час вивчення дисципліни Завдання 1

**ФК\_27\_208\_ФК\_27**

Здатність виконувати робочі креслення типових деталей.

Шлях: Спеціальність 208 "Агроінженерія" / 208\_ФК

По завершенні курсу: **Долучити підтвердження**

Перегляд багатограшників та кривих поворотень Геометричне креслення

Креслення технологічної схеми Завдання 2 Завдання 11

**ФК\_25\_208\_ФК\_25**

Здатність виконувати типові конструкторські розрахунки деталей та з'єднань машин і нестандартного обладнання.

Шлях: Спеціальність 208 "Агроінженерія" / 208\_ФК

По завершенні курсу: **Відмітити компетентність як досягнуту**

Нічого не робити

Точка, пряма та пл Долучити підтвердження

Інженерна та комп Направити на підтвердження

Відмітити компетентність як досягнуту

*Прив'язка компетентностей до завдань курсу в умовах цифрового навчального середовища*

**Рекомендації щодо набуття компетентностей в умовах цифрового навчального середовища**

Додаток Е. Рис.1. Набуття компетентностей з навчальних курсів в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

## Додаток Ж. Організація подачі лекційного контенту із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

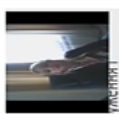
Організація подачі відеоконтенту в умовах цифрового навчального середовища

Відео лекції з дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»

Приклад подачі контенту у відеолекції

Додаток Ж. Рис.1. Інтерактивний та відеоконтент для подання лекційного матеріалу із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

### ЛК 7. Деформований стан в точці (відеолекція) ©



#### Аналогія між напруженням та деформованим станом в точці

Відтворимо напружений та деформований стан у точці через головні площини (головні напруження/ головні деформації):

$$\sigma_x = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\sigma_y = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} - \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\tau_{xy} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \sin 2\alpha$$

Очевидно, що між виразами маємо математичну аналогію у зміні напружень і деформацій у точці для визначення головних деформацій через довільні деформації має вигляд:

$$\epsilon_x = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2} + \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\epsilon_y = \frac{\epsilon_1 + \epsilon_2}{2} - \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} \cos 2\alpha$$

$$\gamma_{xy} = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{2} \sin 2\alpha$$

Якщо скласти ліву і праву частину виразу, то отримаємо властивість інваріантних лінійних деформацій

$$\epsilon_1 + \epsilon_2 = \epsilon_x + \epsilon_y = \text{const}$$

Відповідно до цього, тензор деформації  $T_D$  для плоского напруженого стану має вигляд:

$$T_D = \begin{pmatrix} \epsilon_x & \gamma_{xy} \\ \gamma_{xy} & \epsilon_y \end{pmatrix}$$

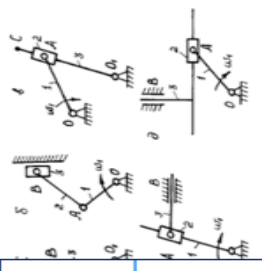
А тензор напружень:

$$T_\sigma = \begin{pmatrix} \sigma_x & \tau_{xy} \\ \tau_{xy} & \sigma_y \end{pmatrix}$$

#### Відеолекція з дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій»

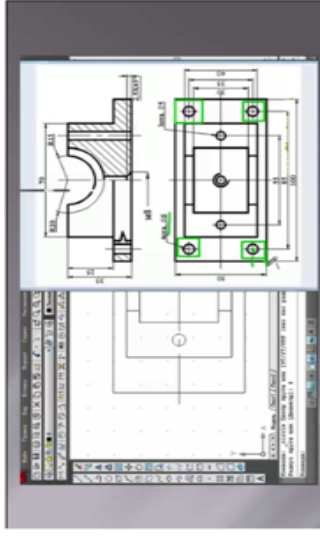
### Лекція 3. Структурний аналіз механізмів

Різновиди механізмів II кл. II пор



### Креслення деталі-2

Головний набір Переглянути Редагувати Звіти Оцінювання есе



Деталь має гребіа висотою 4 мм і діаметром 5 мм. Центр круга ми можемо виміряти від кута великого проточування.

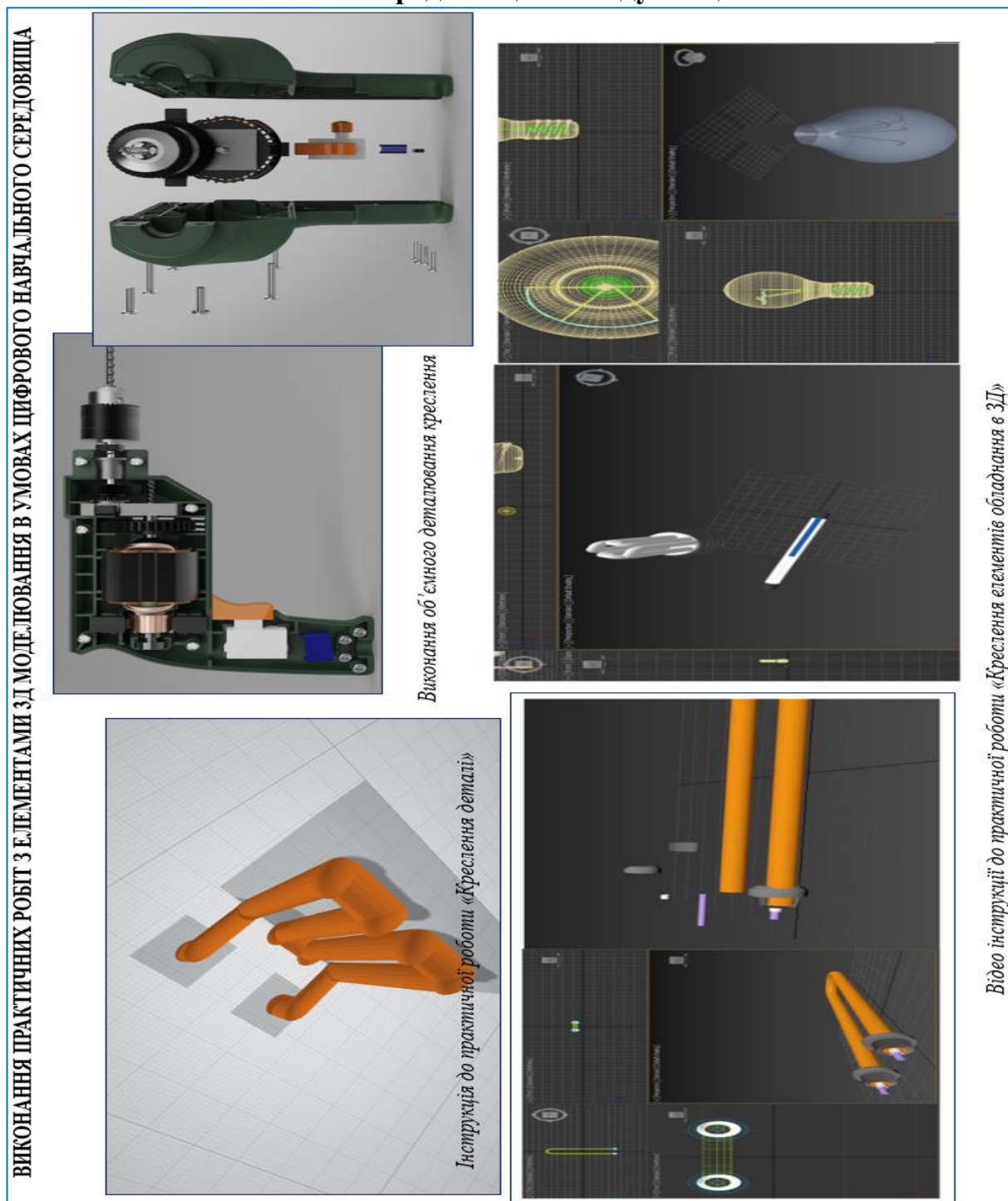
#### Мультимедійна лекція з дисципліни «Теорія механізмів і машин»

#### Мультимедійна лекція з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»

Додаток Ж. Рис.2. Графічний та розрахунковий контент для подання лекційного матеріалу із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

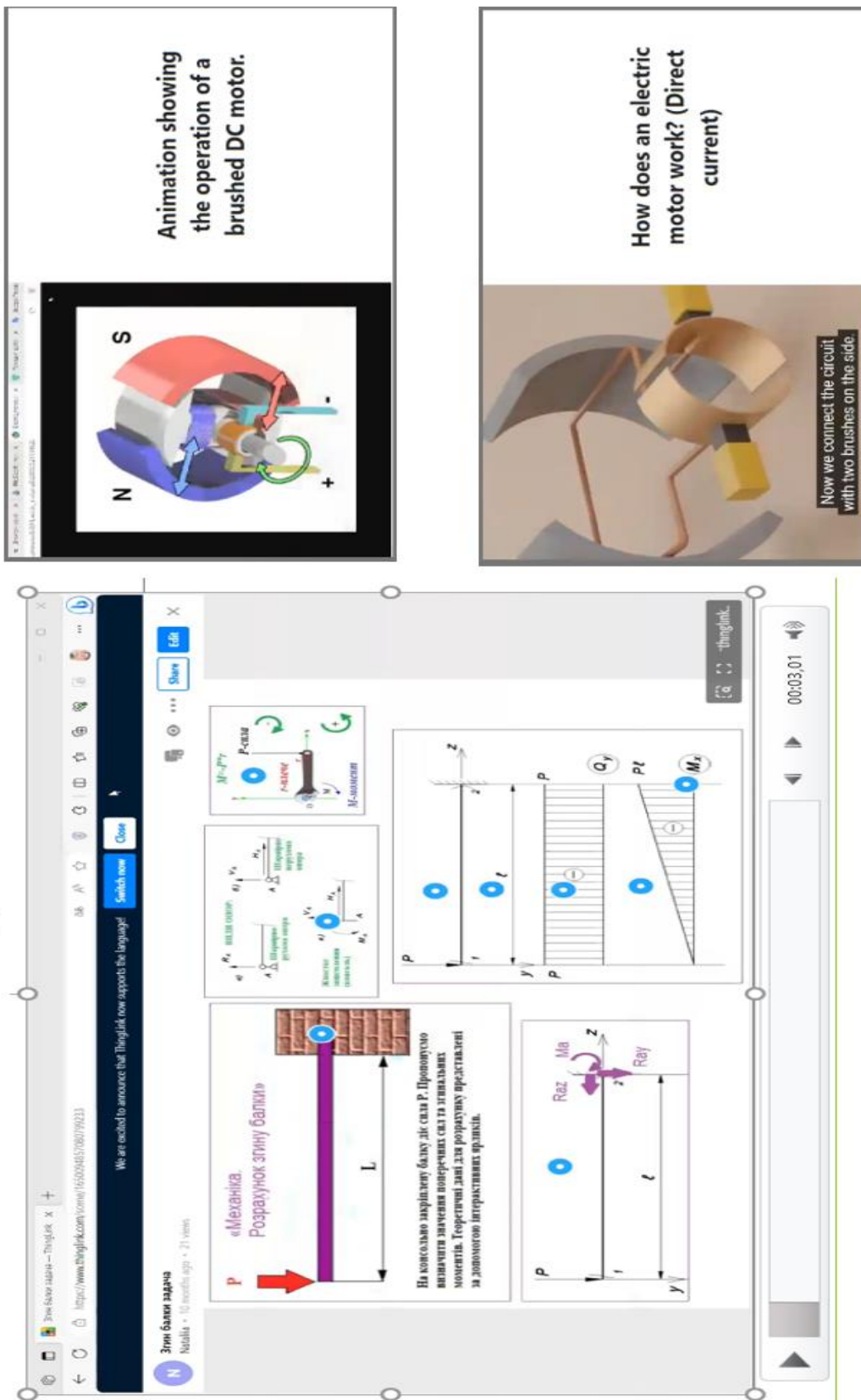


Додаток И. Організація подачі контенту для практичних та лабораторних робіт із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти



Додаток И. Рис.1. Графічний контент на основі 3Д моделювання для практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

## ІНТЕРАКТИВНІ ПЛАКАТИ ДО ПРАКТИЧНИХ РОБІТ ІЗ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН



Інтерактивний плакат із дисципліни «Механіка матеріалів і конструкцій» в

Інтерактивний плакат із дисципліни «Деталі машин» в умовах навчального онлайн середовища

Додаток И. Рис.2. Інтерактивні плакати для пояснення до лабораторних і практичних робіт із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

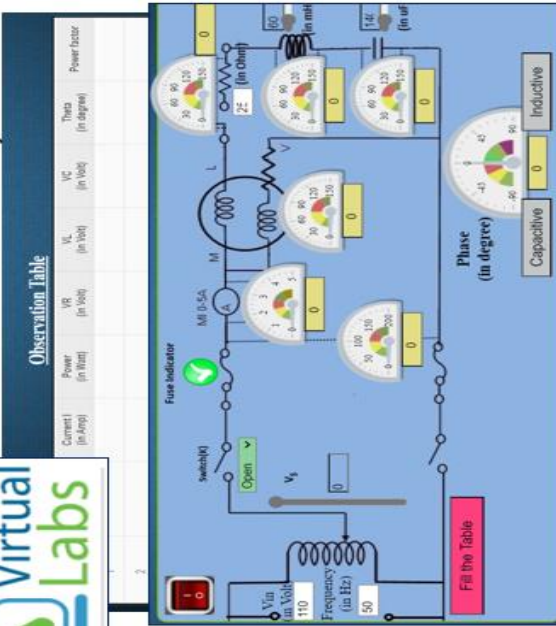
Імплементція віртуальних лабораторних робіт з технічних дисциплін в цифрове навчальне середовище

**GO-LAB**

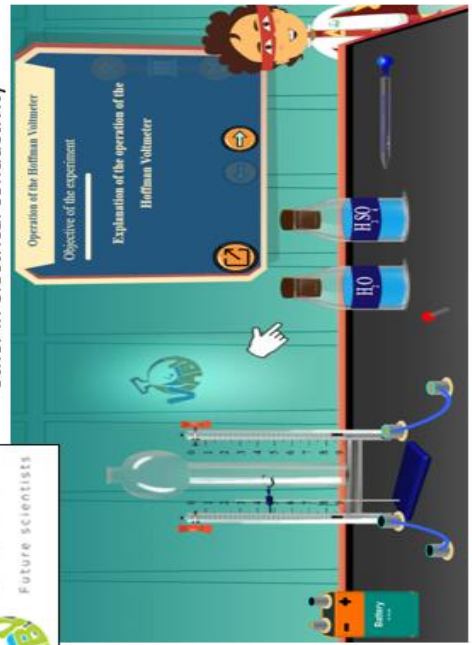
**Electrical Circuit Lab**

Energy Transformation, Fundamental Forces, Structure Of Matter

R-L-C Circuit Analysis



The difference of materials from each other in electrical conductivity



Додаток II. Рис.3. Імплементція віртуальних лабораторних робіт із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища



**Додаток К. Здійснення тестового контролю із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти**

Здійснення тестового контролю в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

The image displays five distinct test interfaces from a digital learning platform:

- Audio test:** Shows a question about a mechanical device with numbered parts (1-5) and a diagram of a motor. The interface includes a 'Play' button and a 'Mark the question' option.
- Animated test:** Features a diagram of a magnetic field with a current-carrying wire and a moving coil. It includes a play button and a 'Mark the question' option.
- Graphical test:** Displays a schematic diagram of a tubular electric heater with various components labeled. The question asks to determine the constituent elements. It includes a 'Mark the question' option and a toolbar with symbols like PA, BK, SA, S2, M2, PV, G, R2, Q2.
- Calculation test:** Shows a question about the total resistance of an alternating current circuit. It provides multiple-choice options:
  - a)  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$
  - b)  $R = \rho \frac{l}{S}$
  - c)  $I = \frac{U}{R}$
- Question 1 (General):** Shows a question with four multiple-choice options (a, b, c, d) and a 'Mark the question' button.

*Додаток К. Рис.1. Перелік типів тестів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища (графічні, розрахункові, анімовані, аудіо, відеотести тощо)*



Тестовий контроль із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

На головну > Мої курси > Електротехнології > 25 лютого - 31 лютого > Навчальний тренажер 1 >

**Питання 1** Відповіди ще не було Макс. оцінка до 1,00

Відмітити питання Редагувати питання

Визначити складові елементи трубчастого електричного нагрівача.

наповнювач вивідна шпилька ніхромова спіраль металева трубка

Перевірка знань з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»

**Питання 2** Відповіди ще не було Макс. оцінка до 1,00

Відмітити питання Редагувати питання

Доповнити схему виконання вентилятора за допомогою умовних позначень

Попередня сторінка Наступна сторінка

Перевірка знань з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка»

$\omega_1 = \frac{v_{A1}}{30} \text{ (с}^{-1}\text{)}$   $\mu_T = \frac{M}{p \cdot a} \text{ (с} \cdot \text{мм)}$

$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{v}_{BA} \perp \vec{v}_{BA}$   $\vec{v}_C = 0$   $\vec{v}_{AB} \perp \vec{v}_C$

VA П VBA BA W2 VBC BC

VBC

Навчальний комп'ютерний тренажер для розрахунку плану швидкостей (дисципліна «Теорія механізмів і машин»)

Модуль кутових прискорень ланок 2 і 3 можна знайти за формулами.

$\alpha_A = \alpha_A^n = \omega_2^2$   $\alpha_B = \alpha_B^n = \omega_2^2 \cdot AB$   $\alpha_C = \alpha_C^n = \omega_2^2 \cdot AC$   $\alpha_D = \alpha_D^n = \omega_2^2 \cdot AD$

$\alpha_B = \alpha_B^n + \alpha_B^t + \alpha_B^r$   $\alpha_C = \alpha_C^n + \alpha_C^t + \alpha_C^r$

$\alpha_D = \alpha_D^n + \alpha_D^t + \alpha_D^r$   $\alpha_E = \alpha_E^n + \alpha_E^t + \alpha_E^r$

$ad = ab \cdot AB$   $bd = ad \cdot AD$

$\epsilon_2 = \alpha_{Bk}^t / r_2$   $\epsilon_3 = \alpha_{Ck}^t / r_3$

BD AD IBC IAB ICA IAB IBC

Навчальний комп'ютерний тренажер виконання плану прискорень (дисципліна «Теорія механізмів і машин»)

Додаток К. Рис.2. Приклад подання тестів із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

ГРАФІЧНІ ТЕСТИ ІЗ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА  
ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

$\vec{R}_{G1}$   
 $\vec{P}_{ul}$   
 $\vec{P}_{yp}$   
 $\vec{R}_{21}$   
 $\vec{R}_{61}$   
 $\vec{P}_{u1}$   
 $\vec{G}_1$   
 $M_{yp}$   
 $R_{G1}$   
 $\Sigma \vec{P}_i = 0; \vec{P}_{yp} + \vec{P}_1 + \vec{P}_{u1} + \vec{G}_1 = 0$   
 $\Sigma M_O(P_i) = 0; M_{yp} + h_{G1} \cdot k_1 + R_{21} \cdot h_{R21} \cdot k_2 + R_{61} \cdot h_{R61} \cdot k_3 = 0$

Графічний тест в умовах цифрового навчального середовища для виконання розрахунків (дисципліна «Теорія механізмів і машин»)

Що на рисунку показано бувами А і Б?

Графічний тест в умовах цифрового навчального середовища з перетягуванням тексту на зображення для визначення типу зображення

Перетягніть на рисунку правильний переріз деталі.

Графічний тест в умовах цифрового навчального середовища з перетягуванням зображення на зображення для визначення точки правильного типу перерізу

Які з перерізів відповідають лініям перерізу?

Графічний тест в умовах цифрового навчального середовища з перетягуванням зображення на зображення для визначення точки правильного типу перерізу

На головну > Інженерно-енергетичний факультет > Кафедра загальнотехнічних дисциплін > МММК > МОДУЛЬ №4 (Кручення і зсув) > Тест "Кручення"

Питання 10  
Відповіді ще не було  
Мас. оцінка до 1,00  
Відповісти питання  
Регулювати питання

Вкажіть значення крутих моментів на кожній ділянці

$M_1 = 100 \text{ Нм}$     $M_2 = 300 \text{ Нм}$     $M_3 = 50 \text{ Нм}$     $M_4 = 1$

0   -100   200   150   0

Перехід по тесту  
1 2 3 4 5 6  
7 8 9 10  
Завершити спробу...  
Розпочати нову спробу

Тестовий контроль умов цифрового навчального середовища для визначення значення крутного моменту (дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій»)

Питання 3  
Відповіді ще не було  
Мас. оцінка до 1,00  
Відповісти питання  
Регулювати питання

Знайдіть відповідність. Сильні ступені вільності мають КТ?

Н=1 Н=1 Н=1 Н=2 Н=2 Н=3 Н=3 Н=4 Н=4 Н=5 Н=5

Перехід по тесту  
1 2 3 4 5  
Завершити спробу...  
Розпочати нову спробу

Попередня сторінка   Наступна сторінка

Тестовий контроль умов цифрового навчального середовища для визначення ступенів вільності (дисципліна «Теорія механізмів і машин»)

Розрахункові тести із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої

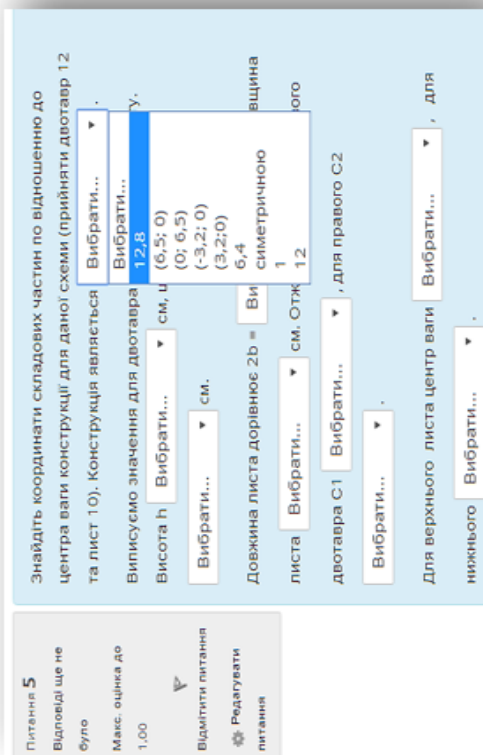
Вкажіть значення моментів згинання при  $P = 20 \text{ кН}$ ;  $l = 2 \text{ м}$ ;  $h/b = 1,5$ ;  $[\sigma] = 10 \text{ МПа}$ .

7,5 кН   5 кН   5 кН   10 кН

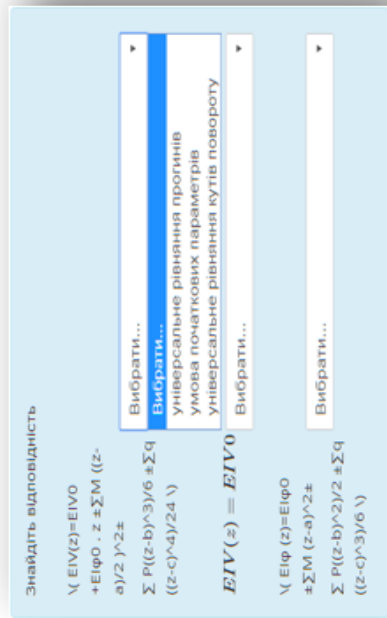
Тестовий контроль умов цифрового навчального середовища для визначення значення моменту згину на кожній ділянці (дисципліна «Прикладна механіка»)

Додаток К. Рис.4. Розрахункові тести із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

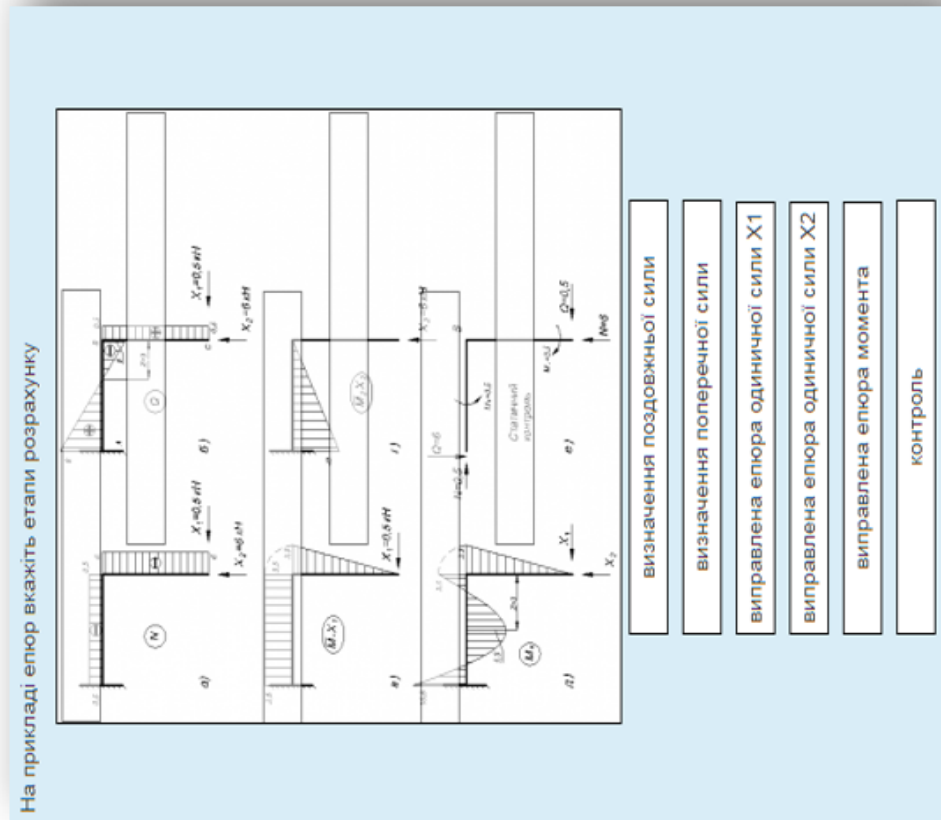
**АНАЛІТИЧНІ ТЕСТИ ІЗ ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**



Тестування в умовах цифрового навчального середовища з введенням правильної відповіді шляхом вибору вставлянням в текст для розрахунку прикладу (дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій»)



Тестування в умовах цифрового навчального середовища з введенням правильної відповіді шляхом вибору з випадаточого списку при вивченні формул для розрахунку (дисципліна «Прикладна механіка»)

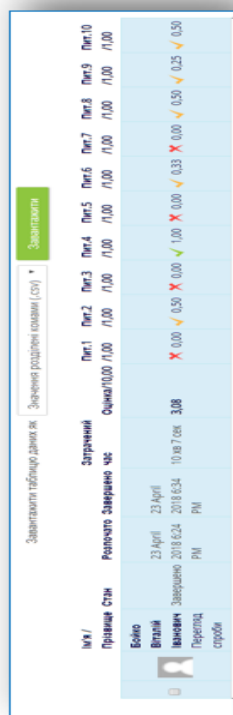


Тестування в умовах цифрового навчального середовища для позначення етапів побудови виправлених епюр одиничного стану (дисципліна «Механіка матеріалів і конструкцій»)

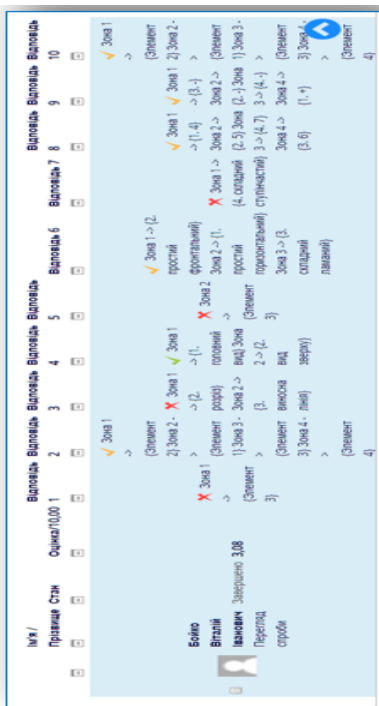
Додаток К. Рис.5. Аналітичні тести із загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

## Додаток Л. Моніторинг результатів вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища аграрного закладу вищої освіти

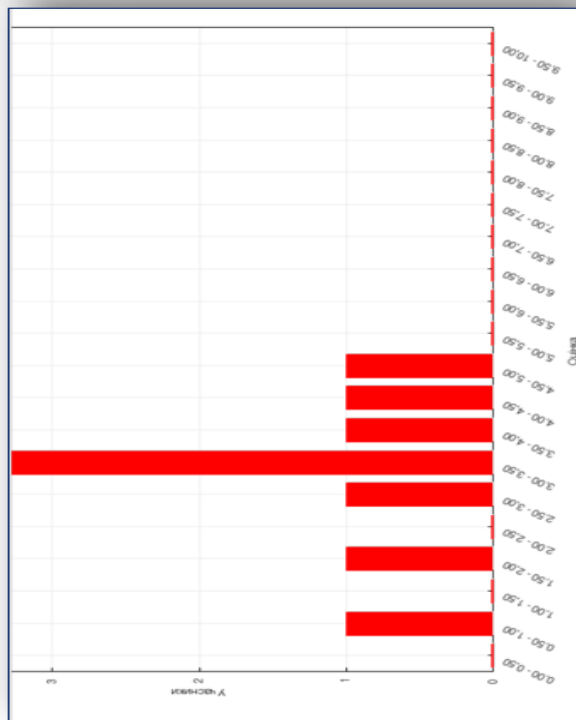
### Моніторинг результатів навчання здобувачів вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища



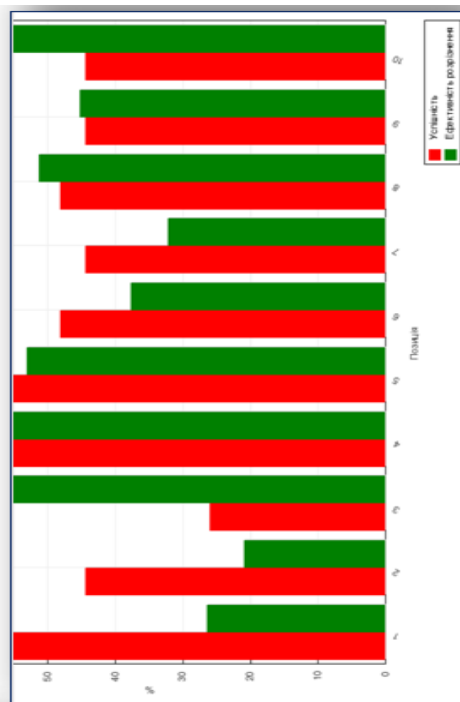
*Приклад результатів проходження тесту здобувачами вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища*



*Аналіз відповідей на тестові питання в умовах цифрового навчального середовища*



*Діапазон оцінок при проходженні навчального тесту в умовах цифрового навчального середовища*



*Статистика проходження тесту в умовах цифрового навчального середовища*

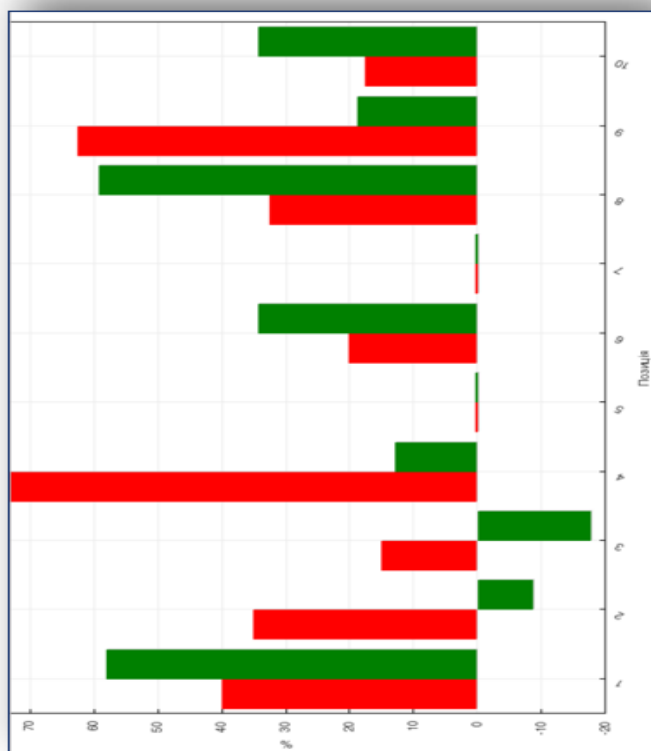
*Додаток Л. Рис. 1. Моніторинг результатів навчання здобувачів вищої освіти аграрного профілю умовах цифрового навчального середовища*



## Моніторинг показників навчання здобувачів вищої освіти в умовах цифрового навчального середовища

Назва тесту	Види, розмір, періодичність
Назва курсу	Інженерна та комп'ютерна графіка БГ
Кількість перших повністю оцінених спроб	10
Всього спроб	10
Середня оцінка по перших спробах	30,25%
Середня оцінка по всіх спробах	30,25%
Середня оцінка з останніх спроб	30,25%
Середня оцінка з найвищих оцінених спроб	30,25%
Медіана оцінки (для найвищих оцінених спроб)	30,83%
Стандартне відхилення (для найвищих оцінених спроб)	11,37%
Значення асиметрії розподілу (для найвищих оцінених спроб)	-0,6777
Значення ексцесу розподілу (для найвищих оцінених спроб)	0,6183
Коефіцієнт внутрішньої узгодженості (для найвищих оцінених спроб)	38,46%

№	Коротке означення питання	Спроб	Успішність	Станд. відхилення	Оцінка наважіння	Примітка вага	Ефективна вага	Розрив
1	+	10	40,00%	51,64%	25,00%	10,00%	22,33%	30,76
2	+	10	35,00%	21,08%	25,00%	10,00%	5,61%	-7,17
3	+	10	15,00%	24,19%	20,00%	10,00%	5,21%	-12,59
4	+	10	80,00%	42,16%	50,00%	10,00%	15,86%	9,50%
5	+	10	0,00%	0,00%	20,00%	10,00%	0,00%	0,00%
6	+	10	20,00%	17,21%	33,33%	10,00%	9,46%	25,85%
7	+	10	0,00%	0,00%	25,00%	10,00%	0,00%	0,00%
8	+	10	32,50%	23,72%	25,00%	10,00%	13,86%	46,25%
9	+	10	62,50%	41,25%	25,00%	10,00%	16,61%	16,97%



Індекс легкості та коефіцієнт дискримінації проходження тесту в умовах цифрового навчального середовища

Статистичні дані щодо проходження тесту в умовах цифрового навчального середовища

Додаток Л. Рис.2. Моніторинг показників навчання здобувачів вищої освіти аграрного профілю в умовах цифрового навчального середовища

## МОНІТОРИНГ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА



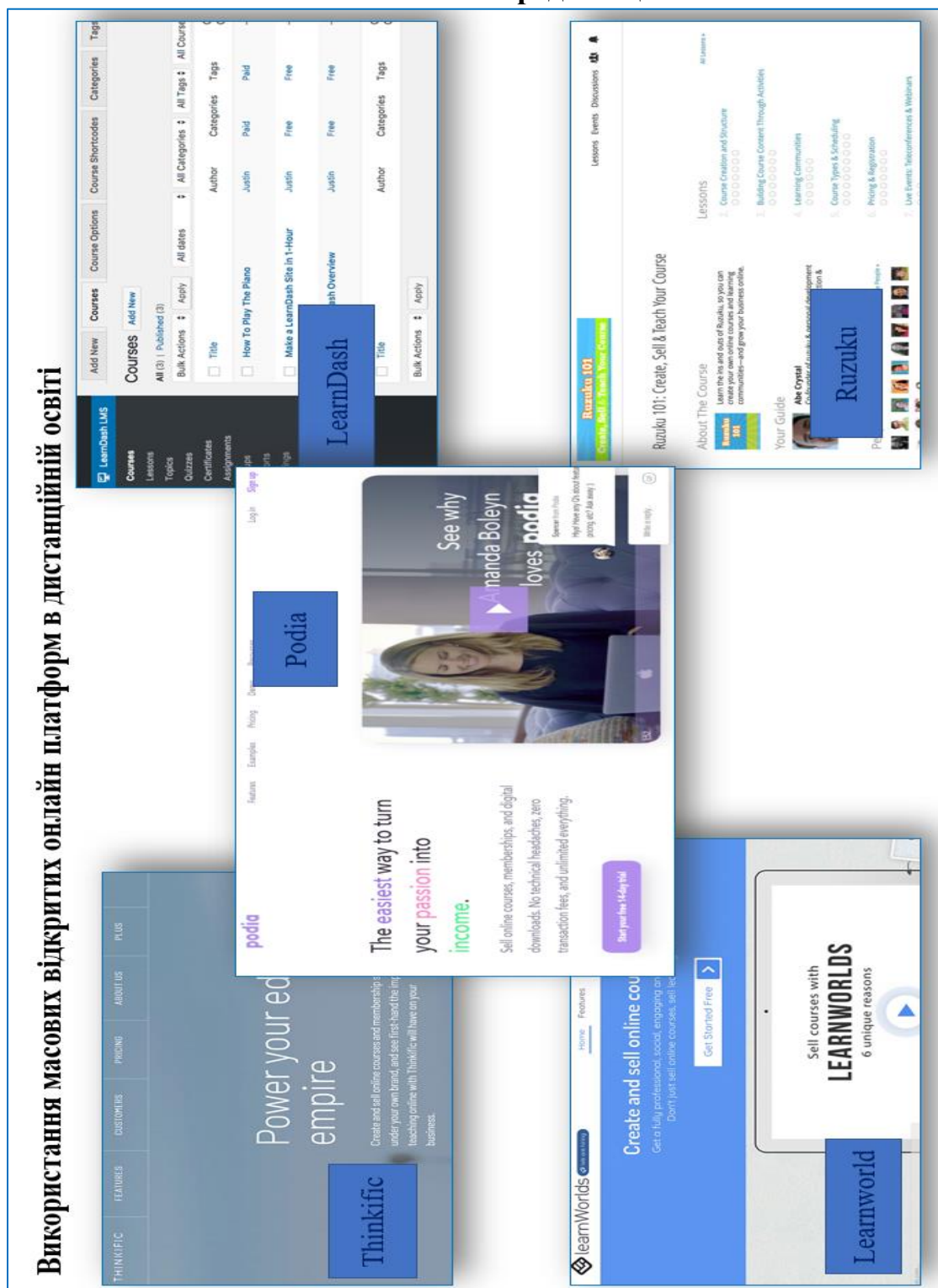
Статистичні показники проходження навчальних тестів у мовах цифрового навчального середовища

### Результати тестового контролю в умовах цифрового навчального середовища

Аналіз результатів проходження тесту в умовах цифрового навчального середовища

Додаток Л. Рис.3. Показники навчання здобувачів вищої освіти аграрного профілю умовах цифрового навчального середовища

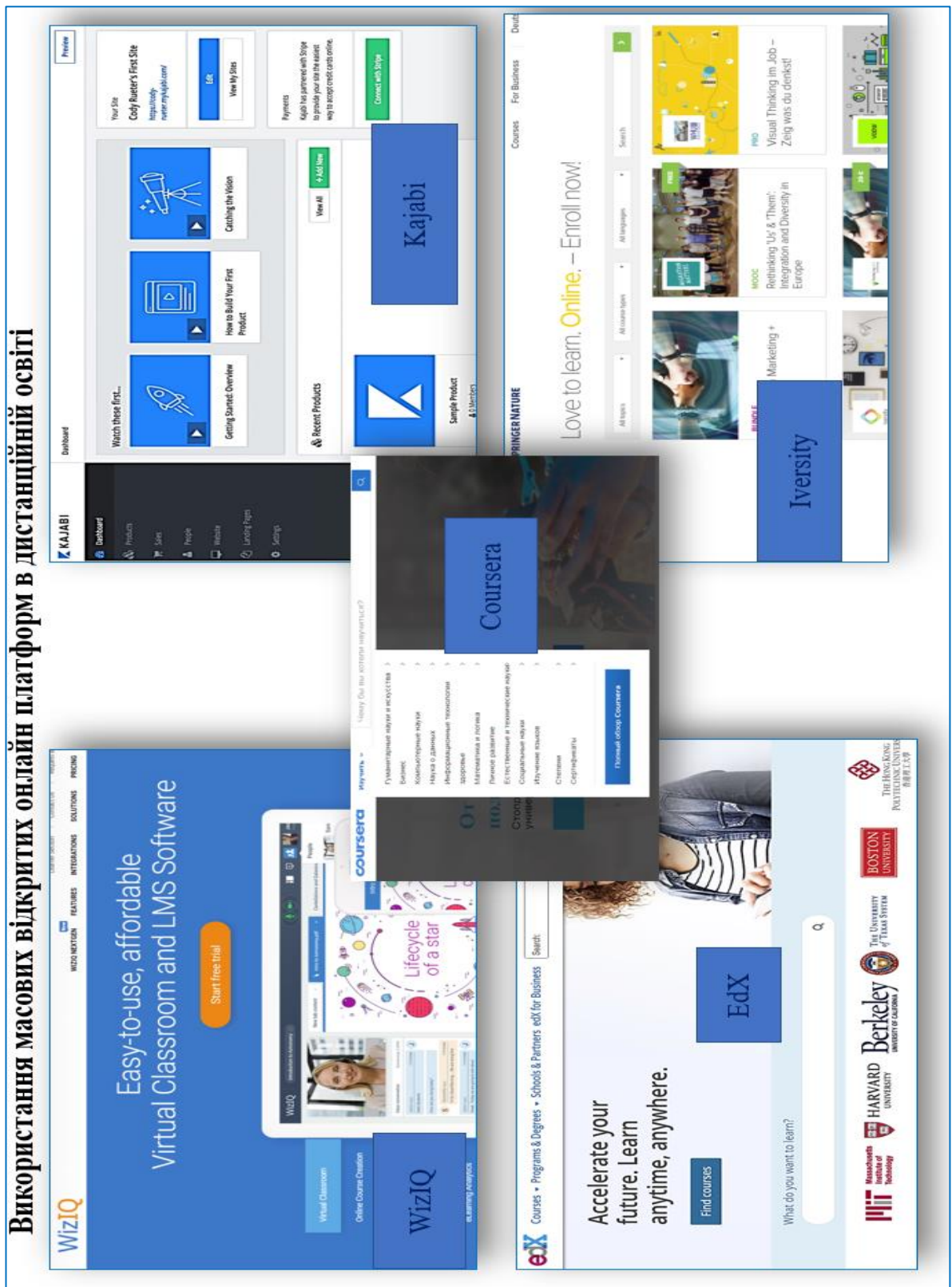
## Додаток М. Імплементція елементів масових відкритих онлайн курсів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища



Додаток М. Рис.1. Імплементція елементів масових онлайн відкритих курсів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища



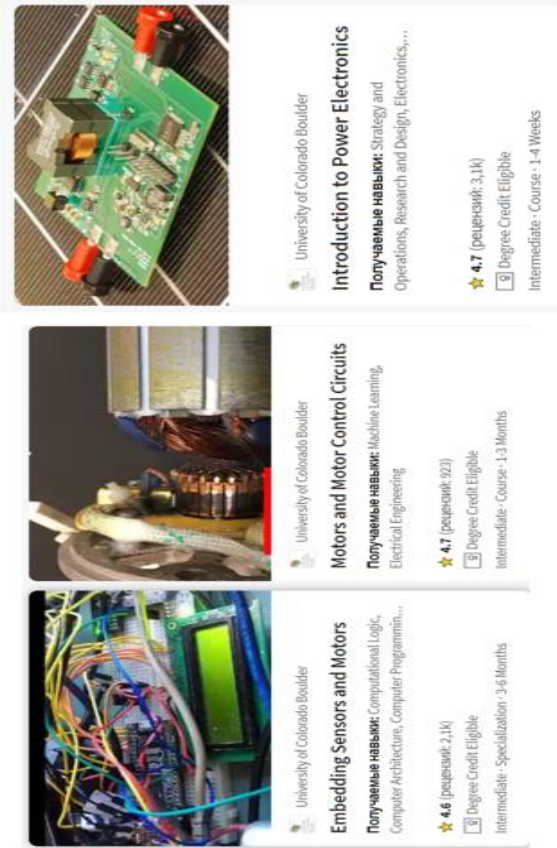
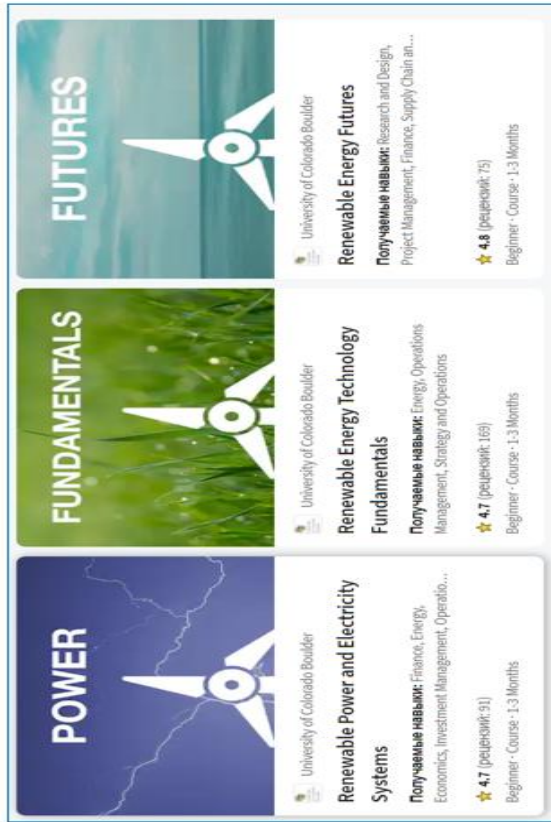
## Використання масових відкритих онлайн платформ в дистанційній освіті



Додаток М. Рис.2. Імплементція елементів масових онлайн відкритих курсів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища

**Застосування онлайн-навчальних курсів з технічної освіти на базі онлайн-платформи Coursera**

- Renewable Power and Electricity Systems (University of Colorado Boulders),
- Electric Power Systems (University at Buffalo);
- Solar Energy Systems Design (The State University of New York).



- Introduction to Electronic (Georgia Institute of Technologies),
- Power Electronics (University of Colorado Boulders),
- Embedding Sensors and Motors (University of Colorado Boulders).

*Додаток М. Рис.3. Застосування елементів онлайн навчальних курсів з інженерної освіти на базі онлайн платформи Coursera*



## Додаток Н. Науково-дослідна робота та авторські свідоцтва на навчальні посібники для викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища



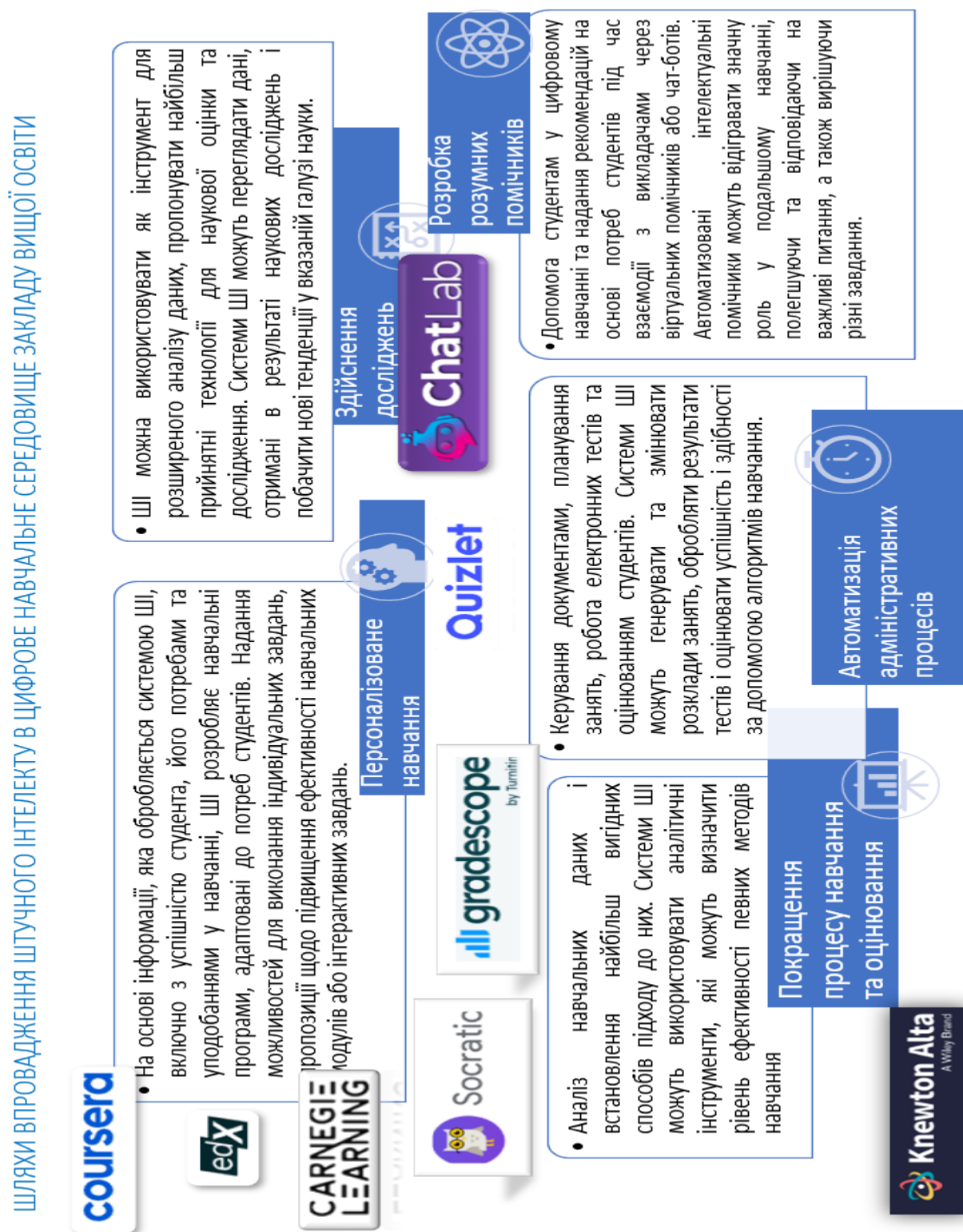
Додаток Н. Рис.1. Науково-дослідна тематика кафедри загальнотехнічних дисциплін МНАУ та авторські свідоцтва на навчальні посібники



Додаток Н. Рис.2. Навчальні посібники для навчання в умовах цифрового навчального середовища



## Додаток П. Шляхи розвитку викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти



Додаток П. Рис.1. Шляхи впровадження ШІ в умовах цифрового навчального середовища закладу вищої освіти

## Література

1. Андрощук І. М. E-learning як ефективна форма самоуправління професійним розвитком викладачів кафедр менеджменту польських закладів вищої освіти. *Нова педагогічна думка*. 2018. Вип. 2. С.3-6
2. Андрощук І. Проектна культура: сутність та особливості. *Мистецька освіта: зміст, технології, менеджмент. Серія: Педагогічні науки*. 2018. Вип. 13. С. 207–220. URL: <https://zbirnik.mixmd.edu.ua/index.php/artedu/article/view/177> с. 209
3. Андрощук О., Головченко О., Литовченко Г., Петрушен М. Аналіз поняття хмарні технології: види, категорії, переваги та недоліки. *Молодий вчений*. 2021. Вип. 6 (94). С. 83-87.
4. Акімова О. М., Купіна О. В. Інформаційна грамотність як складовий елемент інформаційної культури майбутніх педагогів. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2020. № 69. С. 52–61. DOI: <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2020-69-52-60>
5. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А., Степанов С. М. Інженерна та комп'ютерна графіка: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2020. 256 с. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/8072>
6. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А. Механіка матеріалів і конструкцій: практикум : навчальний посібник. Миколаїв : МНАУ, 2017. 384 с. URL: <http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/3207>.
7. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А. Механіка матеріалів і конструкцій : практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища. Миколаїв : МНАУ, 2018. 384 с.
8. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А. Механіка матеріалів і конструкцій: практикум : навчальний посібник.

Миколаїв : МНАУ, 2017. 384 с. URL:  
<http://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/3207>.

9. Бабенко Д. В., Горбенко О. А., Доценко Н. А. Теорія механізмів і машин : практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища. Миколаїв : МНАУ, 2019. 162 с.

10. Бабенко Д. В., Доценко Н. А., Горбенко О. А. Механіка матеріалів і конструкцій : навчальний посібник. Ч. 1. : Практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту. Миколаїв : МНАУ, 2021. 176 с.

11. Бабенко Д. В., Доценко Н. А., Горбенко О. А. Механіка матеріалів і конструкцій : навчальний посібник. Ч. 2. : Практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту. Миколаїв : МНАУ, 2023. 208 с.

12. А. с. 115483. Інженерна та комп'ютерна графіка : практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища : навч. посіб. / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко, С. М. Степанов. Миколаїв : МНАУ, 2020. 256 с. Заявл. 27.10.2022.

13. А. с. 103967. Механіка матеріалів і конструкцій : практикум : навчальний посібник / Д. В. Бабенко, О. А. Горбенко, Н. А. Доценко. Миколаїв : МНАУ, 2017. 384 с. Заявл. 13.04.2021.

14. А. с. 115482. Механіка матеріалів і конструкцій : практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища : навчальний посібник / Д. В. Бабенко, О. А. Горбенко, Н. А. Доценко. Миколаїв : МНАУ, 2018. 384 с. Заявл. 27.10.2022.

15. А. с. 105892. Теорія механізмів і машин: практикум для навчання в умовах інформаційно-освітнього середовища : навч. посіб. / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко. Миколаїв : МНАУ, 2019. 168 с. Заявл. 30.06.2021.

16. А. с. 117756. Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 1: практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту : навч. посіб. / Д. В. Бабенко, О. А. Горбенко, Н. А. Доценко. Миколаїв : МНАУ, 2021. 176 с. Заявл. 03.04.2023.

17. А. с. 117755. Механіка матеріалів і конструкцій. Частина 2 : практикум для навчання на основі інтерактивного графічно-цифрового контенту : навч. посіб / Д. В. Бабенко, Н. А. Доценко, О. А. Горбенко. Миколаїв : МНАУ, 2023. 208 с. Заявл. 03.04.2023.

18. Башкір О., Каданер О. Інтерактивні методи формування soft skills майбутніх фахівців. *Наукові інновації та передові технології*. 2022. №1(3). С. 216–224. URL: <http://perspectives.pp.ua/index.php/nauka/article/view/897/897>

19. Бацуровська І. В., Доценко Н. А. Формування професійних компетентностей під час вивчення біофізики в бакалаврів технологічних спеціальностей в умовах дистанційного навчання *Науковий вісник МДУ. Серія «Педагогіка та психологія»*. 2022. Т. 8. № 4. С. 59-65. DOI: [https://doi.org/10.52534/msu-pp.8\(4\).2022.59-65](https://doi.org/10.52534/msu-pp.8(4).2022.59-65).

20. Бацуровська І. В. Використання відеолекцій в масових відкритих дистанційних курсах в професійній підготовці інженерів-електроенергетиків в аграрних закладах освіти. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. № 4(18). С. 190-202. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13398>.

21. Бацуровська І. В. Дуальна освіта як система інтеграції освіти і виробництва. *Продовольча безпека України в умовах війни і післявоєнного відновлення: глобальні та національні виміри. Міжнародний форум : доповіді учасників міжнародної науково-практичної конференції (м. Миколаїв, 1-2 червня 2023 р.)*. Миколаїв : МНАУ, 2023. С. 325-327. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/14775>.

22. Бацуровська І. В., Доценко Н. А., Горбенко О. А., Галєєва А. П. Використання 3D моделей при виконанні практичних робіт з технічних дисциплін. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 51, Т. 1. С. 136-140. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/13362>.

23. Башманівська Л. А., Башманівський В. І., Шевцова Л. С. Формування інформаційно-комунікаційної компетентності як



компонент підготовки майбутніх журналістів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 76, №2. С. 30-42.

24.Беленька Г. В. Інтерактивні методи навчання як засіб розвитку критичного мислення студентів. *Актуальні проблеми психології*. 2020. № 16. С. 33-46.

25.Бесєдіна С. В. Використання у освітньому процесі сервісів Google як інноваційних засобів хмарних технологій. *Jurnal-AITU*. 2020. № 2(51). С. 127–129.

26.Бернацський О. До питання етико-правової природи академічної доброчесності в Україні. *Вісник ЛДУВС ім. Е. О. Дідоренка*. 2020. Вип. 4 (92). С. 75–86.

27.Бойчук І., Болух В., Мельник О. Статистична обробка даних педагогічних досліджень методом факторного аналізу та інтерпретація отриманих результатів. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. Вип.1 (105). С. 3–16.

28.Бондаренко Т. В. Особливості використання програмного засобу PREZI у процесі розробки навчальних презентацій. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2018. Вип. 63. №. 1. С. 1-11

29.Бондаренко В. В., Кухаренко М. В. Екстрене дистанційне навчання в Україні : монографія / за ред. В М. Кухаренка, В. В. Бондаренка. Харків : КП «Міська друкарня», 2020. 409 с.

30.Бондаренко Т. Технологія створення та розпізнавання qr-кодів як ефективний інструмент підвищення навчальних досягнень студентської молоді. *Information Technologies in Education*. 2019. № 2 (39). С.111-117.

31.Борова Т. А., Маслова Н. І., Марчук А. А. Організаційно-педагогічні умови управління педагогічною взаємодією викладача і студента у процесі підготовки фахівців. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Вип. 30, Т. 2. С. 122–126. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/25858>.

32.Будзяк О. С., Будзяк В. М. Досвід проведення лекційних занять із дисциплін кримінально-правового циклу для здобувачів

вищої юридичної освіти в умовах воєнного стану в Україні. *Освітній процес в умовах воєнного стану в Україні* : матеріали всеукраїнського науково-педагогічного підвищення кваліфікації (м. Одеса, 3 травня – 13 червня 2022 р.). Одеса : Гельветика, 2022. С.45-49.

33.Будник О. Використання методик змішаного навчання у закладі вищої освіти. *Освітні обрії*. 2018. Вип. 46 (1). С. 4-11

34.Васьківська Г. Алгоритмізація профільного навчання: дидактичний аспект. *Фундаментальні та прикладні дослідження: сучасні науково-практичні рішення і підходи. Міждисциплінарні перспективи* : статті учасників IV міжнародної науково-практичної конференції (м. Банська Бистриця ; м. Баку ; м. Ужгород ; м. Херсон; м. Кривий Ріг, 27 червня 2019 р.) / за ред. А. Душний, М. Махмудов, М. Стреначікова, В. Ільницький, І. Зимомря. Дрогобич : Посвіт, 2019. С. 84-85. URI: <http://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/716551>.

35.Вараксіна Н. В. Огляд деяких мережевих сервісів компанії Google. *Науково-педагогічні студії*. 2019. Вип. 2. С. 74–84.

36.Верменич Я. Глобалізація vs локалізація: діалектика взаємодії у сучасному світі. *Міжнародні зв'язки України: наукові пошуки і знахідки*. 2021. Вип. 30. С. 207–224.

37.Винничук О. В. Педагогічний менеджмент як теорія і практика управління освітнім процесом. *Актуальні проблеми управління закладами освіти в контексті стратегії модернізації освітньої галузі* : колективна монографія / за ред. В. П. Кравця, Г. М. Мешко. Тернопіль : ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2020. С.19–30.

38.Вишківська В. Б., Чемерис О. А., Прус А. В., Кулик І. В. Змішане навчання як інноваційний чинник модернізації освітнього процесу. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2022. Вип. 83. С. 131-135.

39.Власенко Л. В. Переваги та недоліки дистанційного навчання. Дрогобич : Університет, 2020. 224 с.

40.Вовк М. П., Ходаківська С. В. Технології навчання дорослих в умовах формальної і неформальної освіти. *Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи*. 2019. Вип. 2 (16). С. 39-48.

41.Вовк Б., Матвієнко Д. Інноваційні педагогічні технології як засіб удосконалення професійної діяльності педагогів. *Молодий вчений*. 2020. № 10(2), С. 376–381.

42.Волинець В. Використання технологій віртуальної реальності в освіті. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2021. № 2. С. 40-47

43.Волкова Н. П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі: навчально-методичний посібник. Дніпро : Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. 360 с.

44.Волошок О. Екологічна свідомість студентської молоді та шляхи її формування. *Вісник Львівського університету. Серія психологічні науки*. 2020. Вип. 6. С. 32–37.

45.Галацин К. О., Фещук А. М. Мотивація магістрів технічних спеціальностей до оволодіння іншомовною науковою комунікацією. *Академічні студії*. 2021. Вип. 4, Ч. 1. С. 57–64. DOI: <https://doi.org/10.52726/as.pedagogy/2021.4.1.8>

46.Галацин К. О., Фещук А. М., Ярошенко О. Л. Педагогічні умови ефективного формування англomовної комунікативної компетентності майбутніх інженерів. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. Вип. 44(1). С. 254–260

47.Герасименко О.В. Перспективи дистанційного навчання у ЗВО. *Дистанційне навчання у ЗВО: моделі, технології, перспективи* : матеріали круглого столу за участю порадників академічних груп та викладачів факультету управління фінансами та бізнесу (м. Львів, 28 квітня 2021 р.). Львів : ФУФБ, 2021. С. 19–22

48.Глазунова О. Г., Волошина Т. В., Корольчук В. І. Розвиток «soft skills» у майбутніх фахівців з інформаційних технологій: методи, засоби, індикатори оцінювання. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. Спецвип. 2019. С. 93-106. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeemu\\_2019\\_spetsvip.\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeemu_2019_spetsvip._10).

49. Глинський Ю. М., Ряжська В. А. Електронний освітній відеоресурс як темотвірний засіб навчання вищої математики. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2018. Вип. 68, №. 6. С. 64-76.

50. Головін М., Головіна Н. Механізми критичного мислення та навчання фізики і програмування. *Фізика та освітні технології*. 2022. № 1. С. 15–26. DOI: <https://doi.org/10.32782/pet-2022-1-2>

51. Горохівська Т. М. Особливості впровадження змішаного навчання у ЗВО в умовах цифровізації освітнього процесу: досвід США. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Т. 1, Вип. 44. С. 114–118.

52. Горохівська Т. М. Професійна мотивація як педагогічна умова розвитку професійно-педагогічної компетентності викладачів технічних закладів вищої освіти. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. «Педагогічні науки»: реалії та перспективи*. 2020. № 74. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.31392/NPU-nc.series5.2020.74.04>.

53. Гринюк С. П., Заслужена А. А. Моніторингові дослідження у галузі вищої освіти: національний та наднаціональний виміри. *Вісник післядипломної освіти. Серія «Педагогічні науки»*. 2020. Вип. 13(42). С. 38-58.

54. Грицак Н. В., Скорик Т. В. технологізація як напрям модернізації професійної підготовки майбутнього вчителя у закладі вищої освіти. *Теорія і методика професійної освіти*. 2021. Вип. 31. Т. 1. С. 75–79. URL: [http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2021/31/part\\_1/17.pdf](http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2021/31/part_1/17.pdf).

55. Гуменний О. Технології віртуальної реальності та штучного інтелекту в освіті. Інноваційна професійна освіта. Науково-методичне забезпечення професійної освіти і навчання : матеріали XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції (звітної) Інституту професійної освіти НАПН України (м. Київ, 29 квітня, 2022 р.). Київ : ІПО НАПН України, 2022. С. 73-77.

56. Гура В. В., Квятковська А. О., Мозгова С. В. Хмарні сервіси: розширення можливостей для закладів освіти. *Актуальні питання*

гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка. 2022. № 1 (55). С. 247–252.

57. Роль цифрових технологій навчання в епоху цивілізаційних змін / Р. С. Гуревич та ін. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, досвід, теорія, проблеми*. 2021. № 62. С. 66-72.

58. Гуркова Т. Дефініція поняття «готовність» у психолого-педагогічній літературі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2020. № 9 (103). С. 317–329. DOI: <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2020.09/317-329>.

59. Доценко Н. А. Педагогічний зміст професійної підготовки бакалаврів з агроінженерії в умовах інформаційно-освітнього середовища *Освітній дискурс*. 2020. Вип. 19 (1). С.104–116.

60. Доценко Н. А. Модель підготовки бакалаврів з агроінженерії до професійної діяльності в умовах інформаційно-освітнього середовища. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Сер. 5 : Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2020. Вип. 72. С. 184–190.

61. Доценко Н. А. Технологія професійної підготовки бакалаврів з агроінженерії в умовах інформаційно-освітнього середовища. *Інноваційна педагогіка*. 2020. Випуск 22. С. 190–195.

62. Доценко Н. А. Використання навчальних комп'ютерних інтерактивних тренажерів для формування фахових компетентностей в професійній підготовці бакалаврів з агроінженерії в умовах інформаційно-освітнього середовища. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*. 2020. № 1. С. 124–129.

63. Доценко Н. А., Горбенко О. А., Галєєва А. П. Набуття фахових компетентностей із загальнотехнічних дисциплін бакалаврами із агроінженерії в умовах медіакомунікаційного навчального середовища. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2022. № 56. С.212-217

64. Доценко Н. А. Формування компетентностей під час вивчення загальнотехнічних дисциплін бакалаврами з агроінженерії в умовах цифрового середовища. *Innovative solutions in modern science*. 2020. № 6(42). С. 19-30.

65. Доценко Н. А. Методика організації змішаного навчання майбутніх інженерів в процесі вивчення загальнотехнічних дисциплін. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2020. № 71, Т. 2. С. 228-232.

66. Доценко Н. А. Технологічний аналіз можливостей сучасних цифрових платформ для вивчення майбутніми інженерами загальнотехнічних дисциплін. *Вісник Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького. Сер. : Педагогічні науки*. 2020. № 6. С. 56-61.

67. Доценко Н. А. Методика використання інтерактивних графічно-цифрових онлайн засобів під час вивчення загальнотехнічних дисциплін на практичних заняттях. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2020. № 8. С. 181-190.

68. Доценко Н. А. Організаційне забезпечення загальнотехнічних дисциплін в умовах змішаного навчання. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2021. № 74, Т. 2. С. 161-164.

69. Доценко Н. А. Методологічні підходи щодо вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах інформаційно-освітнього середовища. *Вісник Черкаського національного університету ім. Богдана Хмельницького. Сер. : Педагогічні науки*. 2021. № 1. С.161-164.

70. Доценко Н. А. Технологія створення модульних онлайн тестів із загальнотехнічних дисциплін для бакалаврів з агроінженерії. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2021. № 1. С. 44-57

71. Доценко Н. А. Організаційно-педагогічні умови вивчення загальнотехнічних дисциплін в умовах компетентнісно-



орієнтованого навчального середовища. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 52, Т. 1. С. 116-120.

72. Доценко Н. А. Впровадження технології викладання загальнотехнічних дисциплін в умовах навчального онлайн середовища закладу вищої освіти. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. Вип. 61, Т. 1. С.212-217.

73. Доценко Н., Курепін В. Онлайн засоби навчання як інструмент цифрової трансформації інженерної освіти. *Traditions and new scientific strategies in the context of global transformation of society : scientific monograph*. Part 2. Riga : Baltija Publishing, 2024. P. 53–94. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-406-1-20>.

74. Домбровська С. О. Вища освіта в умовах пандемії: сучасні виклики організації освітнього процесу. Реформа освіти в Україні. Інформаційно-аналітичне забезпечення : збірник тез доповідей II міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 15 жовтня 2020 р.). Київ : ДНУ «Інститут освітньої аналітики», 2020. С. 216–218. URL: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/handle/123456789/13117>.

75. Дроздова Ю. В., Дубініна О. В. Концептуальні підходи до визначення «Soft Skills» у сучасних освітніх та професійних моделях. *Soft skills – невід’ємні аспекти формування конкурентоспроможності студентів у XXI столітті : міжвузівський науково-методичний семінар* (м. Київ, 21 лютого 2020 р.). Київ : КНТЕУ, 2020. С. 31–34.

76. Жерновникова О. А. Технологія формування цифрової компетентності майбутніх учителів засобами гейміфікації. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 75, № 1. С. 170-185.

77. Загола Т. М. Теоретичні підходи до дослідження співвідношення понять «міжнародна безпека», «колективна безпека» та «глобальна безпека». *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2023. № 4(83). С. 133–137. URL: <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2022.4.18>.

78.Задорожна А. В. Проблема дистанційного навчання в її концептуальній постановці. *Дистанційне навчання у ЗВО: моделі, технології, перспективи* : матеріали круглого столу за участю порадників академічних груп та викладачів факультету управління фінансами та бізнесу (м. Львів, 28 квітня 2021 р.). Львів: ФУФБ, 2021. С. 38–40.

79.Зайцева І. В. SOFT SKILLS – невід’ємні аспекти формування конкурентоспроможності студентів у XXI столітті. *Soft skills – невід’ємні аспекти формування конкурентоспроможності студентів у XXI столітті* : міжвузівський науково-методичний семінар (м. Київ, 21 лютого 2020 р.). Київ : КНТЕУ, 2020. С. 34–37.

80.Зінченко В. Академічна доброчесність як основа сучасного процесу. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2020. Вип 31, Т. 3. С. 198–205.

81.Зайченко І. В., Теслюк В. М., Каленський А. А. Основи педагогічної майстерності та етика викладача вищої школи : підручник / за ред. І. В. Зайченка. Київ : Ліра-К, 2019. 494 с.

82.Про освіту : закон України № 2145-VIII від 05 вересня 2017 р. ; станом на 06 жовтня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.

83.Захарова О. В. Коучинг: технологія розкриття внутрішнього потенціалу дослідника : навчально-методичний посібник. Черкаси : ЧДТУ, 2020. 65 с.

84.Іваненко В. С., Курепін В. М. Подолання кризових явищ у аграрній сфері за допомогою технології доповненої реальності. *Урожайність та якість продукції рослинництва за сучасних технологій вирощування*. : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., присв. 90-річчю з дня народження професора Г. П. Жемели (м. Полтава, 30 верес. 2023 р.). Полтава : ПДАУ, 2023. С. 224-226. <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15512>.

85.Канівець Т. М. Комплекс методик для дослідження психологічної готовності студентів до здійснення майбутньої



професійної кар'єри. *Організаційна психологія. Економічна психологія*. 2019. № 1 (16). С. 60–61.

86. Каньоса Н. Г. Формування гнучких навичок студентів у закладах вищої освіти. *Сучасні технології початкової освіти : реалії та перспективи*. 2020. № 2. С. 86–91.

87. Карташова Л. А. Цифрове навчальне середовище наступного покоління: як буде виглядати екосистема навчання після ери LMS. *Інформаційні технології в професійній діяльності : матеріали XIV всеукраїнської науково-практичної конференції*. Рівне : РВВ РДГУ. 2021. С. 19–22.

88. Карпенко А. С. Використання сервісів Google Apps у процесі інформатизації закладу вищої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. № 71(3). С. 183–193.

89. Качак Т. Цифрові інструменти літературної освіти майбутніх учителів початкової школи в умовах дистанційного навчання. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. № 6. С. 144–169. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v86i6.4079>.

90. Керекеша О. В. Мотивація викладача до розвитку професійної майстерності. *Інноваційна педагогіка*. 2019. № 10, Т. 2. С. 83–87.

91. Кисельова О. І. Роль віртуальної реальності у забезпеченні якості освітніх послуг закладів вищої освіти. *Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості*. 2019. № 2 (15). С. 22–29.

92. Кірдан О., Кірдан О. Формування soft skills здобувачів вищої освіти в освітньому процесі закладу вищої освіти. *Психолого-педагогічні проблеми сучасної школи*. 2021. Вип 2(6). С. 152–160. URL: <http://ppsh.udpu.edu.ua/article/view/248144>.

93. Кірман В. К., Чаус Г. Г. Структурно-параметрична модель математичної компетентності вчителя біології та підходи до її ідентифікації. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2020. Вип. 1(15). С. 100-112.

94. Климнюк В. Є. Віртуальна реальність в освітньому процесі. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2018. № 2. С. 207–212.

95. Клокар Н. І., Кашина Г. С. Структура та зміст програми курсів підвищення кваліфікації вчителів трудового навчання та технологій. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. Вип. 67. Т. 2. С. 31-36.

96. Клочек Г. Д., Баранюк О. Ф. Слово і слайд у лекції: проблема синергетичного ефекту. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2019. 72 (4). С. 26-40 DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v72i4.2480>.

97. Колеснікова І. В. Цифровізація освітнього процесу в закладі післядипломної педагогічної освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Сер. 5 : Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2020. Вип. 78. С. 117-120. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu\\_5\\_2020\\_78\\_27](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_5_2020_78_27).

98. Комар Т. В., Ігумнова О. Б., Руденок А. І. Соціально-психологічні засади особистісно-професійного становлення майбутнього фахівця соціономічного профілю: аксіологічний аспект. *Теоретичні та методичні аспекти соціальної діяльності : монографія*. Хмельницький : ФОП Цюпак А. А., 2020. Т. 3. С. 89-129.

99. Конотоп О. С. Результати зрізу рівня сформованості критичного мислення у студентів закладів вищої освіти. *Вісник Національного університету «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка*. 2019. № 1. С. 97–100.

100. Косинська О. А. Управлінський аспект педагогічної діяльності викладача закладу вищої освіти. *Актуальні проблеми педагогічної освіти: європейський і національний вимір : матеріали ІV всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Луцьк, 28–29 травня 2019 р.)*. Луцьк : ПП Іванюк В.П., 2019. С.112–114.

101. Кошук О. Б. Формування професійної компетентності майбутніх фахівців із агроінженерії: теорія і методика : монографія. Київ : Компринт, 2018. 596 с.

102. Кравченко С. Edtech та імерсивні технології як інноваційні тренди в освіті: досвід США. *Імерсивні технології в освіті* : збірник матеріалів I Науково-практичної конференції з міжнародною участю. 2021. URL: <http://surl.li/unwewq>.

103. Кузан Г., Гордієнко Н. Освітній коучинг як інноваційна технологія професійної підготовки фахівців соціальної та соціально-педагогічної сфери у вищій школі. *Молодь і ринок*. 2019. № 3. С. 81–85.

104. Кулешова О. В., Міхеєва Л. В. Педагогіка. Практикум (Основи педагогіки) : навчальний посібник. Хмельницький : ХНУ, 2019. 144 с.

105. Курбан О. Проблема критичності мислення при споживанні медіаконтенту в умовах інформаційної війни. *Синопсис: текст, контекст, медіа*. 2022. № 28 (1). С. 21–27. DOI: <https://doi.org/10.28925/2311-259x.2022.1.4>.

106. Курята О. В., Карапетян К. Г., Фролова Є. О., Кушнір Ю. С. Роль самостійної роботи студентів у формуванні професійних компетенцій у майбутніх лікарів. *Медичні перспективи*. 2020. Т. XXV, №2. С. 25-30. DOI: <https://doi.org/10.26641/2307-0404.2020.2.206342>.

107. Кучай О., Дем'янюк А. Сучасні технології дистанційного навчання. *Гуманітарні студії: історія та педагогіка*. 2021. Вип. 2. С. 77–85.

108. Куцепал С. В. Критичне мислення як засіб спротиву в інформаційній війні. *Вісник НЮУ імені Ярослава Мудрого. Серія: Філософія, філософія права, політологія, соціологія*. 2022. № 3 (54). С. 104–115. DOI: <https://doi.org/10.21564/2663-5704.54.265682>.

109. Кучерявий О. Г. Професійний і особистісний розвиток сучасного вчителя : монографія. Кропивницький : ІмексЛТД, 2021. 329 с.

110. Кухаренко В. М. Системний підхід до змішаного навчання. *Інформаційні технології в освіті*. 2015. № 24. С. 53-67.

111. Ланських О. Б., Дернова Т. А., Рябцева І. А. Роль інтерактивних платформ у вивченні іноземних мов. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 44. Т. 2. С. 18–23. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2022/44/2.3>.

112. Лисенко Т. П., Лісецький К. А., Мойсеєнко С. М. Досвід застосування сучасних онлайн-платформ у професійній підготовці майбутніх інженерів при вивченні англійської мови. *Інноваційна педагогіка*. 2021. Вип. 39. С. 171–174. DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/39.34>

113. Лузан П. Г., Пащенко Т. М., Ваніна Н. М., Колісник Н. В. Стандартизація професійної освіти на основі компетентнісного підходу. *ScienceRise. Pedagogical Education*. 2018. № 5. С. 32–35

114. Лугова І. А., Панченко Д. Д. Використання 3D моделювання в роботах студента-архітектора. *Тези 74-ї наукової конференції професорів, викладачів, наукових працівників, аспірантів та студентів Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»* (Полтава, 25 квітня – 21 травня 2022 р.). Полтава : Національний університет ім. Юрія Кондратюка. 2022. Т. 2. С. 20-21. <https://reposit.nupp.edu.ua/handle/PoltNTU/10547>.

115. Ляшенко О. І. Адаптивне навчання як ознака сучасних дидактичних систем. *Актуальні проблеми психології. Психологічна теорія і технологія навчання*. 2019. Вип. 10. С. 185-195.

116. Мартин Є., Гончаренко М. Комп'ютерне 3Д – моделювання у середовищах 3DS MAX та AUTOCAD. *Прикладна геометрія, інженерна графіка та об'єкти інтелектуальної власності*. 2022. Вип. 1(11). С.65–70.

117. Мельник Н. І. Особливості готовності університетської спільноти до навчальної та професійної діяльності в умовах війни. *Роль іноземних мов у соціокультурному становленні особистості (в умовах війни): збірник науковий праць*. Київ. 2022. С. 101–110.

118. Мельник Н. І., Ковтун О. В., Лузік Е. В., Ладогубець Н. В. Організаційно-педагогічні умови дистанційної вищої освіти після

пандемії та в умовах війни: моніторинговий зріз. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 53. С. 93–103. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2022/53.2.19>.

119. Микитенко П. В., Галицький О. В. Використання сучасних хмарних технологій у навчальному процесі закладу вищої освіти. *Освітній дискурс*. 2021. Вип. 33 (5). С. 7–17.

120. Морзе Н., Вембер В., Гладун М. 3D картування цифрової компетентності в системі освіти України. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 70, № 2. С. 28–42.

121. Моцик Р. В., Щирба В. С., Муковіз О. П. Особливості використання хмарних технологій в освітньому процесі під час пандемії COVID-19. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 2022. № 31. С. 301–314.

122. Про затвердження концепції розвитку педагогічної освіти : наказ Міністерства освіти і науки України № 776 від 16 липня 2018 р. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-koncepciyi-rozvitku-pedagogichnoyi-osviti>

123. Про затвердження Типової програми підвищення кваліфікації педагогічних працівників з розвитку цифрової компетентності : наказ Міністерства освіти і науки України № 1340 від 10 грудня 2021 р. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-programi-pidvishennya-kvalifikaciyi-pedagogichnih-pracivnikiv-z-rozvitku-cifrovoyi-kompetentnosti>

124. Наливайко Н., Наливайко О. Змішане навчання в медичних закладах вищої освіти. *Освітологічний дискурс*. 2021. № 1 (32). С. 101-111.

125. Формування інформаційної культури майбутніх учителів початкової школи засобами інформаційно-комунікаційних технологій / В. В. Олійник . *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 75, № 1. С. 212–224.

126. Олійник В. В., Самойленко О. М., Бацуровська І. В., Доценко Н. А. Формування професійних компетенцій майбутніх агроінженерів у комп'ютерно орієнтованому середовищі закладу



вищої освіти. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2020. № 68. С. 140-148. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2525>.

127. Олійник В. В., Самойленко О. М., Бацуровська І. В., Доценко Н. А. Інформаційно-освітнє середовище навчання загальнотехнічних дисциплін бакалаврів електричної інженерії. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2021. Вип. 83, №. 3. С. 259-273.

128. Осадча К., Букша М., Манжула О. Цифровізація професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері професійної (професійно-технічної) освіти. *Освітологічний дискурс*. 2023. Вип. 1(40). С. 7–21

129. Освітні, педагогічні науки: методологія, теорія, практика : колективна монографія / за ред. В. Фазан, В. Мокляк ; Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка. Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2022. 534 с.

130. Остапчук Н., Крайчук О. Використання можливостей хмарних сервісів у процесі навчання студентів у закладах вищої освіти. *Нова педагогічна думка*. 2019. № 1 (97). С. 45–48

131. Павелків Р. В. Рефлексія як механізм формування індивідуальної свідомості та діяльності особистості. *Вісник післядипломної освіти. Серія: Соціальні та поведінкові науки*. 2019. Вип. 8 (37). С. 84–98. DOI: [https://doi.org/10.32405/2522-9931-8\(37\)-84-98](https://doi.org/10.32405/2522-9931-8(37)-84-98)

132. Павлик Н. В. Нова українська школа – нові вимоги до сучасного педагога. *Профорієнтація: стан і перспективи розвитку* : збірник матеріалів Х ювілейних всеукраїнських психолого-педагогічних читань, присвячених пам'яті доктора педагогічних наук, професора Федоришина Бориса Олексійовича. Київ : Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих імені Івана Зязюна НАПН України, 2020. С. 82–88.

133. Переяславська С., Смагіна О. Гейміфікація як сучасний напрям вітчизняної освіти. *Відкрите освітнє Е-середовище сучасного університету*. 2019. Спецвип. : Нові педагогічні підходи в

STEAM освіті. С. 250–260. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s24>

134. Пінчук Л. М. Освітня технологія «Blended Learning» у контексті особистісно діяльнісного підходу. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2021. Вип. 83. С. 138-142.

135. Пильтяй О. М. Сучасні тенденції та проблеми у підготовці учнів до вибору професії в навчальному процесі. *Молодий вчений*. 2020. № 5 (81). С. 400–406. URL:<http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2020/5/82.pdf>.

136. Побігун О. Програма моніторингу впливів нетрадиційних джерел енергії у туристичних зонах. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. 2019. № 2. С. 127-135. DOI: [https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2\(20\)-127-135](https://doi.org/10.31471/2415-3184-2019-2(20)-127-135).

137. Поліщук Н. В. Формування світоглядних понять у закладах вищої освіти в епоху глобалізації та космізації. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 19, Т. 3. С. 46–50. DOI <https://doi.org/10.32843/2663-6085-2019-19-3-9>

138. Полонська Т. К. Принципи формування міжкультурної іншомовної комунікативної компетентності учнів гімназії на уроках іноземної мови. *Actual problems of practice and science : The IV International Science Conference (Ankara, Turkey, March 5 – 6, 2021)*. Ankara, 2021. С. 48–51. URL: <https://eu-conf.com/wp-content/uploads/2021/03/IV-Conference-Actual-problems-of-practice-and-science.pdf>.

139. Полянiчко О. Компоненти змісту лексичної компетентності майбутніх учителів історії. *Закарпатські філологічні студії*. 2020. Т. 2, Вип. 13. С. 143–146. DOI: <https://doi.org/10.32782/tps2663-4880/2020.13-2.29>

140. Потюк І. Є. Цифрова компетентність як складова професійної компетентності сучасного фахівця. *Актуальні проблеми лінгводидактики в сучасному освітньому середовищі : матеріали Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції з*

міжнародною участю (м. Тернопіль, 6 листопада 2020 р.). Тернопіль: Вектор, 2020. С. 25–27.

141. Прима В., Байдацька С., Боровик К. Сучасні тенденції навчання іноземної мови фахівців сфери туризму. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2023. Вип. 65, Т. 3. С. 240–246. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/65-3-37>.

142. Про затвердження Положення про дистанційне навчання : наказ МОН України від 25 квітня 2013 р. № 466 ; станом на 23 квітня 2024 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13#Text>.

143. Пшенична О. С. Інформаційні технології у вищій школі : методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності «Комп'ютерні науки», освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки». Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 98 с.

144. Пупишева В. Використання цифрових технологій при викладанні дисциплін у вищій школі в умовах війни. *Здоров'я і суспільство в умовах війни* : збірник наукових статей. 2022. С. 337–342.

145. Рахманов В. О. Теоретичні і методичні засади підготовки майбутніх інженерів в умовах освітньо-інформаційного середовища технічного університету : монографія. Київ : ЦП «Компринт», 2018. 389 с.

146. Розвиток інформаційно-цифрової компетентності педагогічних працівників в умовах післядипломної освіти : колективна монографія / за ред. Л. Г. Петрової. Суми : Мрія, 2021. 300 с.

147. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері професійної (професійно-технічної) освіти "Сучасна професійна (професійно-технічна) освіта" на період до 2027 року : розпорядження Кабінету Міністрів України № 419-р. від 12 червень 2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/419-2019-p#Text>.

148. Розпорядження КМУ від 3 березня 2021 р. № 167-р Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей та



затвердження плану заходів з її реалізації. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-D1%80#Text>

149. Романишина О. Я., Гура А. М. Сервіси Google в світному процесі підготовки майбутніх учителів природничих спеціальностей. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання: досвід, тенденції, перспективи*. 2019. № 3. С. 154–156.

150. Рускуліс Л. Формування лексичної компетентності учнів закладів загальної середньої освіти на уроках української мови: лінгводидактичний аспект. *Актуальні питання гуманітарних наук: міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. Дрогобич : Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 39. Т. 3. С. 169–174. DOI: <https://doi.org/10.24919/2308-4863/39-3-27>

151. Рябова З., Єльнікова Г. Професійне зростання педагогів в умовах цифрової освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Т. 80(6). С. 369–385.

152. Савельєва Т., Пустовой Д. Використання програм 3D-моделювання у викладанні інженерної та комп'ютерної графіки. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. 2021. 2(14). С. 155–166. <https://doi.org/10.31865/2414-9292.14.2021.236892>

153. Савчук Б., Пантюк М., Котенко Р. Інтерфейси коучингу крізь призму науково-педагогічного дискурсу. *Молодь і ринок*. 2022. № 5(203). С. 11–15. <https://doi.org/10.24919/2308-4634.2022.264571>

154. Саєнко М. С., Лобач Н. В., Ісичко Л. В. Проблеми впровадження дистанційного навчання у закладах вищої медичної освіти в умовах карантину. *Науковий часопис національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. 2021. Вип. 79, Т. 2. С. 98–10

155. Самойленко О. О. Системний підхід щодо підготовки бакалаврів з кібербезпеки в умовах освітньо-цифрового середовища. *Інноваційна педагогіка: науковий журнал Причорноморського*

науково-дослідного інституту економіки та інновацій. Вип. 29. Том II. Одеса, 2020. С. 95–98.

156. Самойленко О. О. Підготовка бакалаврів з кібербезпеки в умовах освітньо-цифрового середовища засобами мережевих тренажерів для програмування. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*. Випуск 4. Черкаси, 2020. С. 38–42.

157. Сачанюк-Кавецька Н. В., Маятіна Н. В., Новак О. М. Цифрова педагогіка у контексті підвищення якості освітніх послуг. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2021. Вип. 80, Т. 2. С. 131–135.

158. Сахневич І., Тимків Н. Педагогічні умови впровадження медіаосвітніх технологій у процес онлайн-навчання: фейкова інформація як виклик сьогодення. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2022. Вип 49, том 2. С.158-164

159. Степанець І. О. Моніторинг якості науково-методичної роботи у педагогічному закладі вищої освіти як складова освітнього менеджменту. *Наукові записки кафедри педагогіки*. 2018. № 43 (1). С. 393-410.

160. Сахневич І., Тимків Н. Педагогічні умови впровадження медіаосвітніх технологій у процес онлайн-навчання: фейкова інформація як виклик сьогодення. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2022. Вип 49, Т. 2. С.158-164

161. Серета І. В. Реалізація змішаного навчання у підготовці педагогів спеціальної освіти в умовах карантину. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Вип. 88 (2). С. 239–254.

162. Сидоренко, В. В., Кулішов, В. С., Торба, Н. Г. Інноваційні підходи до організації видів практик здобувачів вищої освіти в період воєнного стану. *Вісник Національної академії педагогічних наук України*. 2023. Вип. 5(1). С. 1–15.

163. Сливка Н., Геворгян К., Горицька О. Роль інтерактивних платформ у вивченні іноземних мов. *Перспективи та інновації*

науки. 2021. № 5 (5). С. 572–582. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-5\(5\)-572-582](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2021-5(5)-572-582)

164. Собченко Т. М. Змішане навчання: поняття та завдання. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2021. № 75, Т. 3. С. 73–76.

165. Сопова Д. Академічна доброчесність у системі професійної підготовки майбутнього педагога. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика (серія: педагогічні науки)*. 2018. Вип. № 3–4 (56–57). С. 52–56.

166. Староста В. І. Студентоцентроване дистанційне навчання в ускладнених умовах (пандемія covid-19, воєнний стан в Україні). *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету : електронне наукове фахове видання*. 2023. Вип 14. С. 63–77.

167. Степаненко С. В. Про трансформацію системи заочної освіти. Київ : Вища школа, 2020. 310 с.

168. Стойка О. Цифровізація професійної діяльності вчителів в Україні. *Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи*. Херсон, Посвіт, 2023. С. 95–97.

169. Султанова Л. Ю. Ціннісні орієнтації майбутнього викладача закладу вищої освіти. *Гірська школа українських Карпат*. 2020. № 22. С. 150–155. DOI: <https://doi.org/10.15330/msuc.2020>.

170. Тицька Я. Академічна доброчесність та академічна відповідальність у забезпеченні якості освіти. *Теорія держави і права*. 2018. № 11. С. 192–195.

171. Теоретичні основи і механізми розвитку науково-педагогічного потенціалу університетів України у контексті розширення інституційної автономії та в умовах воєнного стану : монографія / Ю. Скиба та ін. ; за ред. Ю. Скиби. Київ : Інститут вищої освіти НАПН України, 2022. 99 с.

172. Технології профільного навчання : монографія / Г. О. Васьківська та ін. ; за ред. Г. О. Васьківської. Київ : КОНВІ ПРІНТ, 2021. 304 с.

173. Тітова О. А. Педагогічна система розвитку творчого потенціалу майбутніх інженерів у аграрних університетах: теоретичне обґрунтування та методичне забезпечення : монографія. Мелітополь : Однорог Т. В., 2019. 324 с.

174. Ткаченко Л. В., Хмельницька О. С. Особливості впровадження дистанційного навчання в освітній процес закладу вищої освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2021. № 75, Т. 3. С. 91-96 DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2021.75-3.18>

175. Ткачук С. В., Стахурська С. А., Стахурський В. Вплив діджиталізації та дистанційних комунікацій на стратегію маркетинг-міксу освітніх послуг. *Інтелект XXI*. 2021. № 3. С. 82–86.

176. Туманова Ю. В. Обґрунтування організаційно-педагогічних умов формування інформаційної культури майбутніх молодших бакалаврів у процесі викладання технічних дисциплін. *Інноваційна педагогіка*. 2022. Вип. 45. С. 221-225.

177. Устенко М. О., Руських А. О. Діджиталізація: основа конкурентоспроможності підприємства в реаліях цифрової економіки. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2019. Вип. № 68. С. 181–192.

178. Федоренко Л. Використання QR-коду в навчанні німецької літератури майбутніх перекладачів та вчителів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 84, №4. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v84i4.3639>.

179. Федюк Г. З. Розвиток педагогічної майстерності вчителів природничих предметів у процесі неперервного професійного самовдосконалення. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04. Львів, 2020. 280 с.

180. Фіданян О. Аналіз стану цифровізації закладів загальної середньої освіти. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2020. № 4(60). С. 88–97.

181. Хриков Є. М. Методологія педагогічного дослідження: монографія. Харків : ФОП Панов А. М., 2017. 237 с.

182. Чепіль М., Прокопів Л. Формування лідерських якостей майбутнього викладача закладу вищої освіти засобами командної діяльності. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2021. Вип. 36, Т. 3. С. 356–361.

183. Чухно І. Формування soft skills як складова якісної підготовки студентів медичних ЗВО в сучасних умовах. *Теорія та методика професійного розвитку педагогічних працівників як складова безперервного навчання впродовж життя в системі вищої медичної освіти, науки і практики*. Том 1. 2023. С. 67–71. URL: <https://repo.knmu.edu.ua/handle/123456789/29304>.

184. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології : навчальний посібник / Г. Г. Швачич та ін. Дніпро : НМетАУ, 2017. 230 с. URL: [https://nmetau.edu.ua/file/ikt\\_tutor.pdf](https://nmetau.edu.ua/file/ikt_tutor.pdf).

185. Шот А. П. Дистанційна освіта: сьогодні та майбутнє. *Дистанційне навчання у ЗВО: моделі, технології, перспективи* : матеріали круглого столу за участю порадників академічних груп та викладачів факультету управління фінансами та бізнесу (м. Львів, 28 квітня 2021 р.). Львів : ФУФБ, 2021. С. 98–101.

186. Штефан Л. А., Борзенко О. П. Особливості організації дистанційного навчання студентської молоді в Канаді: ретроспективний аналіз : монографія. Харків : Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 2015. 219 с.

187. Шульська Н., Матвійчук Н. Соціальні мережі як ефективне середовище викладацько-студентської комунікації в навчальному процесі. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. № 58. С. 155-168. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v58i2.1590>.

188. Юрченко А. О. Особливості когнітивно-візуального підходу під час візуалізації навчального матеріалу з математики. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 11, Т. 3. С. 62–67.

189. Ягупов В. В. Ціннісно-мотиваційний компонент професійної компетентності фахівців: методологічний аспект. *Вісник Національного університету оборони України*. 2022. № 6 (70). С. 207–219. DOI: <https://doi.org/10.33099/2617-6858-22-70-6-207-219>.

190. Ященко Е., Левандовська І. Дистанційна освіта в освітній діяльності вищої школи: виклики часу. *Гуманітарні студії. Історія та педагогіка*. 2021. №1. 124–134.

191. Ящук С. М. Професійна підготовка викладача загально-технічних дисциплін: теоретичний аспект : навчальний посібник. Умань : ФОП Жовтий О.О. 2015. 133 с.

192. Abdulkadir Ibrahim Oba, Ahmed Abdullahi, Suleiman A. Effectiveness of Demonstration-Brainstorming on Student's Performance in Agricultural Science. *Journal of Environmental and Science Education*. 2022. Vol 2. P. 92-97. DOI: <https://doi.org/10.15294/jese.v2i2.57911>.

193. Abramovich Samuel, McBride Mark. Open education resources and perceptions of financial value. *The Internet and Higher Education*. 2018. Vol 39. P. 33-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.06.002>.

194. Al-Samarraie H., Saeed N. A systematic review of cloud computing tools for collaborative learning: Opportunities and challenges to the blended-learning environment. *Computers & Education*. 2018. 124. P. 77-91. doi: 10.1016/j.compedu.2018.05.016

195. AlDahdouh A. A. Information search behavior in fragile and conflict-affected learning contexts. *The Internet and Higher Education*. DOI: <https://doi.org/2021.50.100808>.

196. Almalky H., Alwahbi A. Teachers' perceptions of their experience with inclusive education practices in Saudi Arabia. *Research in Developmental Disabilities*. 2023. Vol. 140. 104584. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2023.104584>.

197. Al-Rahmi W., Aldraiweesh A., Yahaya N., Zeki M. A. Massive Open Online Courses (MOOCs): Data on higher education. *Data in Brief*. 2019. Vol. 22. P. 118-125. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.11.139>.

198. Amiti F. Synchronous and asynchronous learning. *European Journal of Open Education and E-Learning Studies*. 2020. Vol. 5, Issue 2. URL: <https://oapub.org/edu/index.php/ejoe/article/view>.



199. Antoniuk D. S., Vakaliuk T. A., Didkivskyi V. V., Vizghalov O. Y. Development of a simulator to determine personal financial strategies using machine learning. *CEUR Workshop Proceedings*. 2022. Vol. 3077. P. 12–26. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-3077/paper02.pdf>.

200. Would you use them? A qualitative study on teachers' assessments of open educational resources in higher education / M. Baas et al. *The internet and higher education*. 2022. P. 100857. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2022.100857>.

201. Application of monitoring of the informational and educational environment in the engineering education system / D. Babenko et al. *2019 IEEE international conference on modern electrical and energy systems (MEES)* (Kremenchuk, Ukraine, 23–25 September 2019). Kremenchuk, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees.2019.8896469>.

202. Implementation of the Blended Learning Approach in the Conditions of the Learning Management System of the Higher Education Institution / D. Babenko et al. *Modern Economics*. 2024. Vol. 44(2024). P. 6-13. DOI: [https://doi.org/10.31521/modecon.V44\(2024\)-0](https://doi.org/10.31521/modecon.V44(2024)-0)

203. Babenko D., Dotsenko N., Gorbenko O., Kim N. Structural Model of Training Bachelors in Electrical Engineering in the Online Learning Environment. *2021 IEEE international conference on modern electrical and energy systems (MEES)* (Kremenchuk, Ukraine, 21–24 September 2021). Kremenchuk, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees52427.2021.9598647>.

204. Babenko D., Dotsenko N., Gorbenko O. System of blended learning in the studying of electrical engineers. *2022 IEEE 4th international conference on modern electrical and energy system (MEES)* (Kremenchuk, Ukraine, 20–23 October 2022). Kremenchuk, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees58014.2022.10005714>.

205. Babenko D., Dotsenko N., Gorbenko O. Technology of creation term papers in electrical engineering disciplines in the online learning environment. *2023 IEEE 5th international conference on modern electrical and energy system (MEES)* (Kremenchuk, Ukraine, 27–30

September 2023). 2023. DOI:  
<https://doi.org/10.1109/mees61502.2023.10402391>.

206. Bach M. P., Jaković B., Jajić I. Adaptation of european enterprises to COVID-19 pandemic: cluster analysis findings. *2023 46th MIPRO ICT and electronics convention (MIPRO)* (Opatija, Croatia, 22–26 May 2023). Opatija, 2023. URL:  
<https://doi.org/10.23919/mipro57284.2023.10159892>.

207. Bağrıacık Yılmaz Ayşe, Banyard Phil. Academics' Intentions to Use Open Educational Resources (OERs) in Professional Development. *Acta Educationis Generalis*. 2022. Vol. 12. P. 27-46. URL:  
<https://doi.org/10.2478/atd-2022-0022>.

208. Bajaj A. J., Bhattacharjee A. Design and development of digital humans in virtual exhibition space. *Multimedia tools and applications*. 2023. Vol. 83. P. 36157–36174. DOI:  
<https://doi.org/10.1007/s11042-023-17100-3>.

209. Emergency distance education in the conditions of COVID-19 pandemic: experience of ukrainian universities / I. Bakhov et al. *Education sciences*. 2021. Vol. 11, no. 7. P. 364. URL:  
<https://doi.org/10.3390/educsci11070364>.

210. New effective aid for teaching technology subjects: 3D spherical panoramas joined with virtual reality / I. Barkatov et al. *Augmented Reality in Education 2020* : proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education (Kryvyi Rih, Ukraine, May 13). Kryvyi Rih, 2020. P. 163-175.

211. Baranova O. Designing a scientific and educational professional environment of a higher educational institution for the training of future engineers of an agrarian profile. *Modern economics*. 2023. Vol. 39, no. 1. P. 11–17. DOI:  
[https://doi.org/10.31521/modecon.v39\(2023\)-02](https://doi.org/10.31521/modecon.v39(2023)-02).

212. Technology of application of 3D models of electrical engineering in the performing laboratory work / I. V. Batsurovska et al. *CEUR Workshop Proceedings. CTE 2021* : 9th Workshop on Cloud Technologies in Education (Kryvyi Rih, December 17 2021). Kryvyi Rih.



2021. P. 323-335  
<https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/12526>.

213. The creation of educational video content in the learning management system of higher education institution / I. Batsurovska et al. *Modern economics*. 2023. Vol. 42, no. 1. P. 5–11. URL: [https://doi.org/10.31521/modecon.v42\(2023\)-01](https://doi.org/10.31521/modecon.v42(2023)-01).

214. Organizational and pedagogical conditions for training higher education applicants by learning tools of a competence-oriented environment / I. Batsurovska et al. *SHS web of conferences*. 2021. Vol. 104. P. 02014. URL: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110402014>.

215. Batsurovska I. V. Technological model of training of Masters in Electrical Engineering to electrical installation and commissioning. *Journal of physics: conference series*. 2021. Vol. 1946, no. 1. P. 012015. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012015>.

216. Bencheva N., Kostadinov N. Using OER and teaching outside the classroom for enhancing STEM and ICT education. *2021 30th annual conference of the european association for education in electrical and information engineering (EAEEIE)* (Prague, Czech Republic, 1–4 September 2021). Prague, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/eaeeie50507.2021.9530862>.

217. Beris Y., Gulacti İ. E. Effects of fine art print artworks on the art viewer in contemporary art presentation. *Journal of Graphic Engineering and Design*. 2022. № 13 (2). P. 21–28. DOI: <http://doi.org/10.24867/JGED-2022-2-021>.

218. Research on the influence of collaborative mind mapping strategy in smart classroom on college students' scientific research problem-solving ability and learning anxiety / H. Bin et al. *2022 international symposium on educational technology (ISET)* (Hong Kong, 19–22 July 2022). Hong Kong, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/iset55194.2022.00014>.

219. Binali T., Tsai C.-C., Chang H.-Y. 2 University students' profiles of online learning and their relation to online metacognitive regulation and internet-specific epistemic justification. *Computers &*

*Education*. 2021. Vol. 175. P. 104315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104315>.

220. Blanke T., Colavizza G., Hout Z. An open educational resource to introduce data analysis in python for the humanities. *Education for information*. 2023. Vol. 39, Issue 2. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.3233/efi-230020>.

221. Blau I., Shamir-Inbal T., Avdiel O. How does the pedagogical design of a technology-enhanced collaborative academic course promote digital literacies, self-regulation, and perceived learning of students?. *The internet and higher education*. 2020. Vol. 45. P. 100722. URL: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.100722>.

222. Bao, J., Han, X., & Yang, H. (2022). Blended teaching mode of the course of mechanical engineering materials and forming technology fundamentals using Rain Classroom. *2022 International Conference on Engineering Education and Information Technology (EEIT)*, Nanjing, China, 66–70. <https://doi.org/10.1109/EEIT56566.2022.00023>

223. Boesl D. B. O., Achtenberg T., Bergler L. Foundations of an AI-based, cross-plattform companion app for lifelong learning optimization. *2023 IEEE international conference on teaching, assessment and learning for engineering (TALE)* (Auckland, New Zealand, 28 November – 1 December 2023). Auckland, 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/tale56641.2023.10398394>.

224. Bose B. K. Computer simulation and digital control. *Power Electronics and Motor Drives*. 2-nd edition. Academic Press, 2021. P. 687–764. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821360-5.00009-9>.

225. Primary and secondary pre-service teachers' attitudes towards inclusive education / C. Boyle et al. *Heliyon*. 2023. Vol. 9. e22328. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22328>.

226. Bock D. E., Velleman P. F., De Veaux R.D. Modeling the World. Pearson/Addison-Wesley, 2007. 761 p.

227. Boelens R., De Wever B., Voet M. Four key challenges to the design of blended learning: a systematic literature review. *Educational*

*Research Review*. 2017. Vol. 22. P. 1-18.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.06.001>.

228. Bogachkov Yu. M., Ukhan P. S. Immersive synthetic learning space using VR elements. *Information technologies and learning tools*. 2023. Vol. 94, Issue 2. P. 178-200.

229. Main competencies to manage complex defence projects / L. Bolzan de Rezende et al. *Project Leadership and Society*. 2021. Vol. 2. 100014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plas.2021.100014>.

230. Bondarenko S., Verbivska L., Dobrianska N., Iefimova G., Pavlova V., Mamrotska O. Management of Enterprise Innovation Costs to Ensure Economic Security. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*. 2019. 8(3). 5609-5613.

231. Borysov V., Borysova S., Prodan I., Borisov G. Graphic Designing as a Source of Student Earnings: A Workspace of Aesthetics Arts. *International Journal of Computer Science and Network Security*. 2022. Vol 22 (1). C. 650–658. DOI: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.1.85>.

232. Borrelli N. Water environments in Ur III Ġirsu/Lagaš: from natural setting to economic resource. *Water history*. 2020. Vol. 12, no. 1. P. 39–55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12685-020-00241-9>.

233. Bortz J., Weber R. Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer, 2005. 649 p.

234. Borrella I., Caballero-Caballero S., Ponce-Cueto E. Taking action to reduce dropout in MOOCs: Tested interventions. *Computers & Education*. 2022. Vol. 179. 104412. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104412>.

235. Bursten J. R. S. Computer simulations, in: *Between Making and Knowing*. 2020. P. 195–206. doi:10.1142/9789811207631\_0019.

236. Bykov V., Mikulowski D., Moravcik O., Svetsky S., Shyshkina M. The use of the cloud-based open learning and research platform for collaboration in virtual teams. *Information Technologies and Learning Tools*. 2020. №76. 304–320. URL:

<https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/3706>.

doi:10.33407/itlt.v76i2.3706.

237. Castaño-Muñoz J., Rodrigues M. Open to MOOCs? Evidence of their impact on labour market outcomes. *Computers & education*. 2021. Vol. 173. P. 104289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104289>.

238. Survey on the interest and commitment of AIFM members to scientific activities (SicAS) – The initiative of the FutuRuS working group / R. Castriconi et al. *Physica medica*. 2023. Vol. 110. P. 102589. URL: <https://doi.org/10.1016/j.ejmp.2023.102589>.

239. Cicci D., Cicci D. Fundamentals of Engineering Mechanics: Basic Concepts in: Mechanics of Materials. Dynamic Solutions Publishing, 2022. 234 p.

240. Conceptual framework for implementing a user education system based on blended learning in smart cities / R. Čiutiene et al. 2023 *IEEE european technology and engineering management summit (E-TEMS)* (Kaunas, Lithuania, 20–22 April 2023). Kaunas, 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/e-tems57541.2023.10424610>.

241. Chernoff H., Lehmann E.L. The use of maximum likelihood estimates in  $\chi^2$  test for goodness of fit. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1954. Vol. 25. P. 579–586.

242. Chumchuen N., Klinbumrung K., Meesomklin S. Professional teaching practice through MIAP based integrated learning activities for electrical engineering education. *2020 5th international STEM education conference (istem-ed)* (Hua Hin, Thailand, 4–6 November 2020). Hua Hin, 2020. P. 95–98. DOI: <https://doi.org/10.1109/istem-ed50324.2020.9332796>.

243. Clinton J. M., Hattie J. Cognitive complexity of evaluator competencies. *Evaluation and program planning*. 2021. Vol. 89. P. 102006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.102006>..

244. Energy benchmarking as a tool for energy-efficient wastewater treatment: reviewing international applications / I. Clos et al. *Water*

*conservation science and engineering*. 2020. Vol. 5, no. 1-2. P. 115–136. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41101-020-00086-6>.

245. Galikyan I., Admiraal W., Kester L. MOOC discussion forums: the interplay of the cognitive and the social. *Computers & education*. 2021. Vol. 165. P. 104133. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104133>.

246. Gao S., Xu G., Wang M. Calculation method for effect of silt sediment on lifting force of hydraulic gate. *Transactions of tianjin university*. 2015. Vol. 21, no. 1. P. 50–55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12209-015-2304-4>.

247. Garcia-Esteban E. Application of the illustrated didactic guide of guadalajara museum in blended higher education. *2021 1st conference on online teaching for mobile education (OT4ME)* (Alcalá de Henares, Spain, 22–25 November 2021). Alcalá de Henares, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/ot4me53559.2021.9638815>.

248. Gary K. Project-based pedagogy online. *ICSE '22: 44th international conference on software engineering* (New York, 19 May 2022) Pittsburgh Pennsylvania, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1145/3524487.3527358>.

249. A new approach for obtaining bachelor's degree by technology professionals / V. G. Martínez et al. *Procedia - social and behavioral sciences*. 2014. Vol. 116. P. 831–835. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.306>.

250. Lifelong learning on evolving graphs under the constraints of imbalanced classes and new classes / L. Galke et al. *Neural networks*. 2023. Vol. 164. P. 156–176. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.04.022>.

251. Gavryliuk O., Vakaliuk T., Kontsedailo V. Selection criteria for cloud-oriented learning technologies for the formation of professional competencies of bachelors majoring in statistics. *SHS web of conferences*. 2020. Vol. 75. P. 04012. URL: <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207504012>.



252. Gawrycka M., Kujawska J., Tomczak M. T. Self-assessment of competencies of students and graduates participating in didactic projects – Case study. *International review of economics education*. 2021. Vol. 36. P. 100204. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iree.2020.100204>.

253. Golubev L. P., Tkach M. M., Makatora D. A. Using tinkercad to support online the laboratory work on the design of microprocessor systems at technical university. *Information technologies and learning tools*. 2023. Vol. 93, no. 1. P. 80–95. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v93i1.4817>.

254. Grosemans I., De Cuyper N. Career competencies in the transition from higher education to the labor market: examining developmental trajectories. *Journal of vocational behavior*. 2021. Vol. 128. P. 103602. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvb.2021.103602>.

255. Greenwood P. E., Nikulin M. S. A guide to chi-squared testing. New York : Wiley, 1996. 280 p.

256. Grosemans I., Coertjens L., Kyndt E. Exploring learning and fit in the transition from higher education to the labour market: a systematic review. *Educational research review*. 2017. Vol. 21. P. 67–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.03.001>.

257. Project approach in the formation of scientific and research competence of students of energy specialities / M. Grynova et al. 2022 *IEEE 4th international conference on modern electrical and energy system* (Kremenchuk, 20–23 October 2022). Kremenchuk, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees58014.2022.10005742>.

258. Guillén-Yparrea N., Hernández-Rodríguez F., Ramírez-Montoya M. S. Intercultural engineering mindsets for sustainable development alliance. 2023 *world engineering education forum - global engineering deans council* (Monterrey, Mexico, 23–27 October 2023). Monterrey, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/weef-gedc59520.2023.10343665>.

259. Exploration on the construction of the gold course of mechanics of materials in applied undergraduate civil engineering major / H. S. Guo et al. *Computational social science* / ed. by W. Luo, M. Ciurea,

S. Kumar. CRC Press, 2021. P. 682–687. URL: <https://doi.org/10.1201/9781003144977-105>.

260. Guo W., Feng X. Designing teacher training scaffolds: improving blended teaching competencies and attitudes. *2021 tenth international conference of educational innovation through technology* (Chongqing, China, 16–20 December 2021). Chongqing, 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/eitt53287.2021.00039>.

261. Delima P. M., Dachyar M. Advancing the e-tendering information system to counter corruption by proposing anti-corruption SMART tools. *2020 3rd international conference on applied engineering* (Batam, Indonesia, 7–8 October 2020). Batam, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/icae50557.2020.9350554>.

262. Derkach T., Kolodyazhna A., Shuhailo Y. Psychological factors motivating the choice of university entrants. *SHS web of conferences*. 2021. Vol. 104. P. 02001. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110402001>.

263. Derrick B., Toher D., White P. How to compare the means of two samples that include paired observations and independent observations: A companion to Derrick, Russ, Toher and White (2017). *The quantitative methods for psychology*. 2017. Vol. 13, no. 2. P. 120–126. DOI: <https://doi.org/10.20982/tqmp.13.2.p120>.

264. Deyneka O., Kasperskiy A., Kuchmenko O. Methodical principles of introduction of the integrated studies of general-technical disciplines are in vocational schools. *Physical and mathematical education*. 2019. Vol. 20, no. 2. P. 29–34. DOI: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2019-020-2-005>.

265. Devin V., Tkachuk V., Skorobogatov D. Use of the mdsolids software in studying discipline "Material and construction mechanics". *Open educational e-environment of modern university*. 2018. No. 5. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2018.5.7787>.

266. Diaz Lantada A. Engineering Education 5.0: Continuously Evolving Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*. 2020. Vol. 36. P. 1814-1832. URL:

[https://www.researchgate.net/publication/345141439\\_Engineering\\_Education\\_50\\_Continuously\\_Evolving\\_Engineering\\_Education](https://www.researchgate.net/publication/345141439_Engineering_Education_50_Continuously_Evolving_Engineering_Education).

267. Expanding evaluator competency research: exploring competencies for program evaluation using the context of non-formal education / J. Diaz et al. *Evaluation and program planning*. 2020. Vol. 79. P. 101790. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2020.101790>.

268. Aidara Diouf A., Lo B. Dielectric properties: computer simulation. *International journal of advanced research*. 2020. Vol. 8, no. 6. P. 972–979. DOI: <https://doi.org/10.21474/ijar01/11178>.

269. Dong Y. Descriptive statistics and its applications. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. 2023. Vol. 47. P. 16–23.

270. Dotsenko N. Implementation of tutorials with interactive elements for the study of general technical and electrical engineering disciplines in the e-environment. 2021 IEEE international conference on modern electrical and energy systems (Kremenchuk, Ukraine, 21–24 September 2021). Kremenchuk, 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/mees52427.2021.9598781>.

271. Dotsenko N. A. Technology of application of competence-based educational simulators in the informational and educational environment for learning general technical disciplines. *Journal of physics: conference series*. 2021. Vol. 1946, no. 1. P. 012014. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012014>.

272. Dotsenko N. The technology of application online learning platforms in electrical engineering education. 2022 IEEE 4th international conference on modern electrical and energy system (Kremenchuk, Ukraine, 20–23 October 2022). Kremenchuk, 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/mees58014.2022.10005776>.

273. Dotsenko N., Gorbenko O., Batsurovska I. Investigation of constructive and technological parameters of an energy-efficient screw oil press. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2003. 1254. 012135. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1254/1/012135>.

274. Dotsenko N. Interactive posters as a learning tool for practical tasks in the context of electrical engineering education. 2023 IEEE 5th



*international conference on modern electrical and energy system* (Kremenchuk, Ukraine, 27–30 September 2023). Kremenchuk, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees61502.2023.10402463>.

275. Dotsenko N. Technology of teaching environmental disciplines for bachelors of agricultural engineering in conditions of distance education. *Екологія та раціональне природокористування: освіта, наука і практика* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Ломжа ; м. Житомир, 15 листопада 2023 р. Ч. 1. Łomży : MANS w Łomży, 2023. С. 171-173. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/16202>.

276. Dotsenko N. Peculiarities of distance learning during the war. *Learning & Teaching: after War and during Peace* : Conference Proceedings of II International Scientific & Practical Conference (Kharkiv, Ukraine, 10 November, 2023). Kharkiv, 2023. P. 40. URL: <https://dspace.mnau.edu.ua/jspui/handle/123456789/15928>.

277. Dziuban C., Graham C. R., Moskal P. D., Norberg A., Sicilia N. Blended learning: the new normal and emerging technologies. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. 2018. Vol. 15 (3). P. 1–16. DOI: <http://dx.doi.org/10.1186/s41239-017-0087-5>

278. Espina-Romero L. C., Guerrero-Alcedo J. M., Ossio C. 7 topics that business ecosystems navigate: assessment of scientific activity and future research agenda. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, no. 6. P. e16667. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16667>.

279. European Commission EU Competency Framework URL: [https://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/policy/how/improving-investment/competency/eu\\_competency\\_framework\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/policy/how/improving-investment/competency/eu_competency_framework_en.pdf).

280. Ivanov M., Parnikova T., Gulyaev V., Petrov N. The activity approach implementation in the formation of students' general technical competencies. *Revista amazonia investiga*. 2020. Vol. 9, no. 26. P. 205–210. DOI: <https://doi.org/10.34069/ai/2020.26.02.23>.

281. Fan Y., Jovanović J., Saint J., Jiang Y., Wang Q., Gašević D. Revealing the regulation of learning strategies of MOOC retakers: A

learning analytic study. *Computers & Education*. 2022. vol. 178. 104404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104404>.

282. Implementation of web resources using cloud technologies to demonstrate and organize students' research work / I. V. Hevko et al. *Journal of physics: conference series*. 2021. Vol. 1946, no. 1. P. 012019. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012019>.

283. Hong Y., Yang J., Chen Y., Dong H. Research on the development of online education in the age of AI and 5G. *2021 2nd international conference on education, knowledge and information management* (Xiamen, China, 29–31 January 2021). Xiamen, 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/icekim52309.2021.00058>.

284. Horváth L. Model organized theoretical and experimental research in collaborative space. *2023 IEEE 17th international symposium on applied computational intelligence and informatics* (Timisoara, Romania, 23–26 May 2023). Timisoara, 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/saci58269.2023.10158625>.

285. Hossain A. N. M. Z. Educational crisis of Rohingya refugee children in Bangladesh: access, obstacles, and prospects to formal and non-formal education. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, no. 7. P. e18346. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18346>.

286. Idrees Hisham, Xu Jin, Haider S. A., Tehseen Sh. A systematic review of knowledge management and new product development projects: Trends, issues, and challenges. *Journal of Innovation & Knowledge*. 2021. № 8 (1003504). C. 1–10. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100350>.

287. Idris I., Adi K. R., Kurniawan B., Siddik S. A systematic review of knowledge management and new product development projects: trends, issues, and challenges. *Journal of innovation & knowledge*. 2023. Vol. 8, no. 2. P. 100350. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jik.2023.100350>.

288. Ivanchuk A., Zuziak T., Marushchak O., Matviichuk A., Solovei V. Training pre-service technology teachers to develop schoolchildren's technical literacy. *Problems of Education in the 21st*

*Century*. 2021. Vol. 79(4). P. 554–567. URL: [http://www.scientiasocialis.lt/pec/node/files/pdf/vol79/554-67.Ivanchuk\\_Vol.79-4\\_PEC.pdf](http://www.scientiasocialis.lt/pec/node/files/pdf/vol79/554-67.Ivanchuk_Vol.79-4_PEC.pdf)

289. Jiang D., Dahl B., Chen J., Du X. Engineering students' perception of learner agency development in an intercultural PBL (problem-and project-based) team setting. *IEEE transactions on education*. 2023. P. 1–11. DOI: <https://doi.org/10.1109/te.2023.3273177>.

290. Jingwei L. P., Antonenko D., Wang J. Trends and issues in multimedia learning research in 1996–2016: A bibliometric analysis. *Educational Research Review*. 2019. 28. 100282. doi: 10.1016/j.edurev.2019.100282

291. Kadir R., Ahmad A., Marstawi A. Transformation of Text-to-3D Graphics. *Advanced Science Letters*. 2018. 24. P. 1085-1089. <https://doi.org/10.1166/asl.2018.10692>.

292. The role of innovation in economic growth: information and analytical aspect / O. Kalivoshko et al. *2021 IEEE 8th international conference on problems of infocommunications, science and technology* (Kharkiv, Ukraine, 5–7 October 2021). Kharkiv, 2021. URL: <https://doi.org/10.1109/picst54195.2021.9772201>.

293. Kasch J., Van Rosmalen P., Kalz M. Educational scalability in MOOCs: analysing instructional designs to find best practices. *Computers & education*. 2021. Vol. 161. P. 104054. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104054>.

294. Exploring student and teacher usage patterns associated with student attrition in an open educational resource-supported online learning platform / D. Kim et al. *Computers & education*. 2020. Vol. 156. P. 103961. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103961>.

295. Kiv, A. E., Merzlykin, O. V., Modlo, Y. O., Nechypurenko, P. P., & Topolova, I. Y. The overview of software for computer simulations in profile physics learning. *CTE Workshop Proceedings*. 2019. Vol. 6. P. 352–362. <https://doi.org/10.55056/cte.396>.

296. Integration of virtual instrumentation in marine electrical engineering education / I. Knežević et al. *9th international scientific*

*conference technics and informatics in education*. 2022. DOI: <https://doi.org/10.46793/tie22.121k>.

297. Kopnyak, N., Koritskaya, G., Lytvynova, S., & Nosenko, Y. (2015). *Modeling and integration of cloud-oriented learning environment services*. Comprint.

298. Koryahin V. M., Mukan N. V., Blavt O. Z., Virt V. V. Syudent' coordination skills testing in physical education: ICT application. *Information Technologies and Learning Tools*. 2019. 70(2). P.216–226. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2437>

299. Kovalchuk O., Khomik O., Bielikova N., Indyka S., Halan-Vlashchuk V. Accessibility of Microsoft Teams and Moodle Services for the Implementation of E-Learning for Students with Disabilities in Institutions of Higher Education in Ukraine. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society*. 2021. 1(53). P. 33–42 <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2021-01-33-42>

300. Blended learning as instructional model in vocational education: literature review / K. Krismadinata et al. *Universal journal of educational research*. 2020. Vol. 8, no. 11B. P. 5801–5815. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.082214>.

301. Kushwah A., Chowdhury M. Scope of nanotechnology in agricultural engineering. *Futuristic Trends in Agriculture Engineering & Food Sciences*. 2022. Book 9, P. 1. P. 269–285.

302. Kuzminska O., Mazorchuk M., Morze N., Kobylin O. Attitude to the digital learning environment in Ukrainian Universities. *CEUR Workshop Proceedings*. 2019. P. 53–67. URL: [http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper\\_245.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-2393/paper_245.pdf).

303. Kramarenko T. H., Pylypenko O. S., Zaselskiy V. I. Prospects of using the augmented reality application in STEM-based Mathematics teaching. *Educational Dimension*. 2019. Vol. 53, no. 1. P. 199–218. DOI: <https://doi.org/10.31812/educdim.v53i1.3843>.

304. Kuzminska O., Pohrebniak D. Notion as a tool for supporting group dynamics in the process of educational project implementation.

Open educational e-environment of modern university. 2024. Vol. 16. P. 50-63. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2024.164>.

305. Landberg M., Partsch M. V. Perceptions on and attitudes towards lifelong learning in the educational system. *Social sciences & humanities open*. 2023. Vol. 8, no. 1. P. 100534. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2023.100534>.

306. Lebedeva V., Dobrianska N., Gromova L. Public-private partnership as the leadership composition of the development of industrial production. *2nd international conference on social, economic and academic leadership (ICSEAL 2018)*, Prague, Czech Republic, 18–19 June 2018. Paris, France, 2018. DOI: <https://doi.org/10.2991/icseal-18.2018.12>.

307. Lemay D. J., Bazelais P., Doleck T. Transition to online learning during the COVID-19 pandemic. *Computers in human behavior reports*. 2021. Vol. 4. P. 100130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2021.10013>.

308. Lerner R. G., Trigg G. L. *Encyclopaedia of Physics*. 2nd Edition. New York : VHC publishers, 1991. 1408 p.

309. Goal-oriented active learning (GOAL) system to promote reading engagement, self-directed learning behavior, and motivation in extensive reading / H. Li et al. *Computers & education*. 2021. Vol. 171. P. 104239. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104239>.

310. Li J. The Sustainable Development of Life-long Learning in China. *Sustainable Education Policy Development in China*. Springer, 2023. P. 105–126.

311. Limano F. New digital culture metaverse preparation digital society for virtual ecosystem. *E3S web of conferences*. 2023. Vol. 388. P. 04057. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202338804057>..

312. Liu J. A study of intercultural competence under CLIL with the assistance of e-learning—a case study of english education of chinese culture. *2022 3rd international conference on education, knowledge and information management* (Harbin, China, 21–23 January 2022). Harbin, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/icekim55072.2022.00196>.



313. Liu J. Virtual presence, real connections: exploring the role of parasocial relationships in virtual idol fan community participation. *Global media and China*. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1177/20594364231222976>.

314. Liu L., Cheng M., Zhao Y. Research on the application of VR technology in the experience of virtual movable-type printing museum. *2023 9th international conference on virtual reality* (Xianyang, China, 12–14 May 2023). Xianyang, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/icvr57957.2023.10169713>.

315. Liu X. Research on the breakthrough path of online and offline education integration under the background of deep integration of information technology and education. *2022 3rd international conference on education, knowledge and information management* (Harbin, China, 21–23 January 2022). Harbin, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/icekim55072.2022.00189>.

316. Research on the online teaching model for information-related courses in higher vocational education / Y. Liu et al. *2023 13th international conference on information technology in medicine and education* (Wuyishan, China, 24–26 November 2023). Wuyishan, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/itme60234.2023.00123>.

317. Locke W. A provocation: Blended learning is dead, long live blended learning! *Pacific Journal of Technology Enhanced Learning*, 2021. Vol. 3, no. 1. P. 1. DOI: <https://doi.org/10.24135/pjtel.v3i1.105>.

318. The relation between in-service teachers' digital competence and personal and contextual factors: What matters most? / M. Lucas et al. *Computers & Education*. 2020. Vol. 160. P. 104052. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104052>.

319. Semantic segmentation of agricultural images: A survey / Z. Luo et al. *Information Processing in Agriculture*. 2023. Vol. 11, Issue 2. P. 172-186. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2023.02.0011>.

320. Maas A. Theoretical mechanics. KFU Graz, 2017. 282 p. URL: <https://www.studocu.com/row/document/mongolian-university-of-science-and-technology/architectural-design-vii/theoretical-mechanics/31371228>.

321. Maaß S., Wortelker J., Rott A. Evaluating the regulation of social media: An empirical study of the German NetzDG and Facebook. *Telecommunications policy*. 2024. P. 102719. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102719>.

322. Manca S. Snapping, pinning, liking or texting: Investigating social media in higher education beyond Facebook. *The internet and higher education*. 2020. Vol. 44. P. 100707. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.100707>..

323. Mann H. B., Whitney D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. *Annals of Mathematical Statistics*. 1947. Vol. 18. P. 50-60.

324. Manikandan A., Muthumeenakshi M. Role of Engineering Education in Sustaining the Economic Development of India. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2018. Vol. 9(3). P. 706–710.

325. Limon M. R., Vallente J. P. C., Chua C. T., Rustia A. S. Situating curriculum in context: Using Glatthorn's Standards-Based Curriculum Development Model to contextualize food safety learning competencies. *Food Control*. 2022. Vol. 132. P. 108538. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108538>.

326. Maqableh M., Alia M. Evaluation online learning of undergraduate students under lockdown amidst COVID-19 Pandemic: the online learning experience and students' satisfaction. *Children and youth services review*. 2021. Vol. 128. P. 106160. URL: <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2021.106160>.

327. Using Holograms for visualizing and interacting with educational content in a Teaching Factory / D. Mavrikios et al. *Procedia Manufacturing*. 2019. Vol. 31. P. 404-410.

328. Fostering student engagement through a real-world, collaborative project across disciplines and institutions / L. Mebert. *Higher Education Pedagogies*. 2020. vol. 5. P. 30-51. DOI: <https://doi.org/10.1080/23752696.2020.1750306>.

329. Menezes F., Rodrigues R., Kanchan D. Impact of Collaborative Learning in Electrical Engineering Education. *Journal of Engineering Education Transformations*. 2021. Issue 34. P. 116-117.

330. 3D modeling as educational process of documenting students projects: architectural exercises / M. Mihaila et al. Bucharest : Eurau, 2016. P. 453–462. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.30967.42401>.

331. Mikhailova S. The role of over-professional competencies during distance learning. *Modern science-intensive technologies*. 2020. Vol. 9. P. 178–182. DOI: <https://doi.org/10.17513/snt.38237>.

332. Mil'shtein S., Tello S. Innovation as part of electrical engineers education. *Current journal of applied science and technology*. 2019. P. 1–7. DOI: <https://doi.org/10.9734/cjast/2019/v33i130044>.

333. Online learning for undergraduate health professional education during COVID-19: jordanian medical students' attitudes and perceptions / S. Muflih et al. *Heliyon*. 2021. Vol. 7, no. 9. P. e08031. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08031>.

334. Zeng L. M. Peer review of teaching in higher education: a systematic review of its impact on the professional development of university teachers from the teaching expertise perspective. *Educational research review*. 2020. Vol. 31. P. 100333. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100333>.

335. Promoting pre-service teachers' learning performance and perceptions of inclusive education: an augmented reality-based training through learning by design approach / X.-F. Lin et al. *Teaching and teacher education*. 2024. Vol. 148. P. 104661. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.104661>.

336. The use of mobile Internet devices in the formation of ICT component of bachelors in electromechanics competency in modeling of technical objects / Y. O. Modlo et al. *CTE workshop proceedings*. 2019. Vol. 6. P. 413–428. URL: <https://doi.org/10.55056/cte.402>.

337. Why this app? How educators choose a good educational app / A. Montazami et al. *Computers & education*. 2022. Vol. 184. P. 104513. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104513>.



338. Current state and prospects of distance learning development in Ukraine / I. S. Mintii et al. *AREdu 2021: 4th International Workshop on Augmented Reality in Education* (Kryvyi Rih, May 11 2021). Kryvyi Rih, 2021. P. 41-55

339. Moroz V. M., Sadkovyi V. P., Babayev V. M., Moroz S. A. Online survey of students in the system for quality assurance in higher education. *Information Technologies and Learning Tools*. 2018. 68(6). 235–250. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v68i6.2415>

340. Muravyova E., Dobrotvorskaya S., E. Alekseeva E. Pedagogical Conditions For The Formation Of Risk Thinking. *The European Proceedings of Social and Behavioural Sciences*. 2020. P. 738–744

341. Nawaz S., Usman M., Strobel J. Analysis of the Influence of the International Journal of Electrical Engineering Education on Electrical Engineering and Electrical Engineering Education. *International Journal of Electrical Engineering Education*. 2013. Vol. 50. P. 316-340

342. Nebel S., Beege M., Schneider S., Rey G. D. A Review of Photogrammetry and Photorealistic 3D Models in Education From a Psychological Perspective. *Frontiers in Education*. 2020. Vol. 5. P. 144. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2020.00144>.

343. Use of augmented reality in chemistry education / P. Nechypurenko et al. *Higher and secondary school pedagogy*. 2019. Vol. 51. P. 25-36. URL: [https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/3579/1/eddi\\_2018-025-036.pdf](https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/3579/1/eddi_2018-025-036.pdf).

344. Online school - challenging the coronavirus pandemic / A. Necsulescu et al. 2021 20th roedunet conference: networking in education and research (Iasi, Romania, 4-6 November 2021). Iasi, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1109/roedunet54112.2021.9638280>.

345. Nevers, J., Jensen, K., and Pedersen, M. Engineer capitalism in the danish business system. *Business History*. 2023. P. 1–21.

346. Spatial visualization in informal learning / S. B. Nite et al. 2023 *IEEE frontiers in education conference* (TX, USA, 18–21 October

2023). College Station, 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/fie58773.2023.10343446>.

347. Stack Overflow – Informal learning and the global expansion of professional development and opportunities in programming? / M. Nivala et al. 2020 IEEE global engineering education conference (Porto, Portugal, 27–30 April 2020). Porto, 2020. P. 402-408. DOI: <https://doi.org/10.1109/educon45650.2020.9125165>.

348. Nurjanah D. LifeOn, a ubiquitous lifelong learner model ontology supporting adaptive learning. 2018 IEEE global engineering education conference (Tenerife, 17–20 April 2018). Tenerife, 2018. P. 866–871. URL: <https://doi.org/10.1109/educon.2018.8363321>.

349. Pedagogical model of preparation of future engineers in specialty "electric power, electrical engineering and electrical mechanics" with use of massive online courses / V. V. Oliynyk et al. *Information technologies and learning tools*. 2019. Vol. 73, no. 5. P. 161–173. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v73i5.2864>.

350. The use of digital tools by secondary school teachers for the implementation of distance learning in the context of digital transformation in Ukraine / O. V. Ovcharuk et al. *CTE workshop proceedings*. 2022. Vol. 9. P. 16–27. URL: <https://doi.org/10.55056/cte.96>.

351. A comprehensive survey on cloud computing simulators / O. O. Oladimeji et al. *Scientific journal of informatics*. 2021. Vol. 8, no. 1. P. 51–59. URL: <https://doi.org/10.15294/sji.v8i1.28878>.

352. Papadopoulos G. O., Syropoulos A. Sense and Boundaries of Computer Simulations. Encyclopedia of Information Science and Technology / M. Khosrow-Pour D.B.A. (Ed.). 5th Edition IGI Global Scientific Publishing, 2021. P. 155-163. DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-3479-3.ch012>.

353. Pearson K. X. On the criterion that a given system of deviations from the probable in the case of a correlated system of variables is such that it can be reasonably supposed to have arisen from random sampling. The london, edinburgh, and dublin philosophical

magazine and journal of science. 2009. Vol. 50 (1900), Issue 302. P. 157–175. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786440009463897>.

354. Care ethics to develop computing and engineering education for sustainability / A.-K. Peters et al. *2020 IEEE frontiers in education conference* (Uppsala, 21–24 October 2020). Uppsala, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/fie44824.2020.9274188>.

355. Pienimäki M., Kinnula M., Iivari N. Finding fun in non-formal technology education. *International journal of child-computer interaction*. 2021. Vol. 29. P. 100283. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2021.100283>.

356. Samui P., Deo R., Bonakdari H. Water engineering modelling and mathematic tools. Elsevier, 2021. 528 p.

357. Intensifying agricultural crops production by means of thermal reclamation / O. Pinchuk et al. *E3S web of conferences*. 2021. Vol. 280. P. 10006. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128010006>.

358. The method of human resources management of educational projects of institution of higher education / V. Piterska et al. *2020 IEEE 15th international conference on computer sciences and information technologies* (Zbarazh, Ukraine, 23–26 September 2020). Zbarazh, 2020. P. 123-126. URL: <https://doi.org/10.1109/csit49958.2020.9321912>.

359. Purahong B., Sithiyopasakul S., Sithiyopasakul P., Anuwongpinit T., Archevapanich T., Vichaiva, P. Hybrid learning during the COVID-19 pandemic of engineering students at KMITL, Thailand. *2021 6th International STEM Education Conference (iSTEM-Ed)*, Pattaya, Thailand, 2021. P. 1–4. URL: <https://doi.org/10.1109/iSTEM-Ed52129.2021.9625090>

360. Pochtoviuk S. I., Vakaliuk T. A., Pikilnyak A. V. Possibilities of application of augmented reality in different branches of education. *Educational dimension*. 2020. Vol. 54 (2). P. 179-197.

361. Podlasov C. O., Matviichuk O. B. Particularities of physics laboratory work conducting at the technical university during distance learning. *Information technologies and learning tools*. 2023. Vol. 93 (1). P. 152–162.

362. Popel M., Shokalyuk S., Shyshkina M. The learning technique of the SageMathCloud use for students collaboration support. *CEUR Workshop Proceedings*. 2017. P. 327–339.

363. Popova M., Rina N. Transdisciplinary system for student youth educational and research activities support. *2020 IEEE 15th international conference on computer sciences and information technologies* (Zbarazh, Ukraine, 23–26 September) 2020. Zbarazh, 2020. P. 320-323. DOI: <https://doi.org/10.1109/csit49958.2020.9321894>.

364. Post L. S., Guo P., Saab N., Admiraal W. Effects of remote labs on cognitive, behavioral, and affective learning outcomes in higher education. *Computers & Education*. 2019. Vol. 140. 103596

365. Prashant K. *Mechanics of Materials: A Friendly Approach*. WSPC, 2022. 544 p. DOI: <https://doi.org/10.1142/12590>.

366. The use and effects of incentive systems on learning and performance in educational games / S. Rahimi et al. *Computers & education*. 2021. Vol. 165. P. 104135. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104135>.

367. Rajkhowa P., Kubik Z. Revisiting the relationship between farm mechanization and labour requirement in India. *Indian economic review*. 2021. Vol. 56 (2). P. 487–513. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41775-021-00120-x>.

368. Roy U. Leak detection in pipe networks using hybrid ANN method. *Water conservation science and engineering*. 2017. Vol. 2 (4). P. 145–152. URL: <https://doi.org/10.1007/s41101-017-0035-1>.

369. Rashevskaya N., Semerikov S., Zinonos N., Tkachuk V., Shyshkina M. Using augmented reality tools in the teaching of two-dimensional plane geometry. *Augmented Reality in Education 2020 : proceedings of the 3rd International Workshop on Augmented Reality in Education* (Kryvyi Rih, Ukraine. May 13 2020). Kryvyi Rih, 2020. P.79-90.

370. Reisoğlu İ., Çebi A. How can the digital competences of pre-service teachers be developed? Examining a case study through the lens

of DigComp and DigCompEdu. *Computers & education*. 2020. Vol. 156. P. 103940. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103940>.

371. Revathy M., Kamalakkannan S. Jigsaw technique in social media for collaborative learning to enhance intellectual skills of dropout students. *2022 international conference on edge computing and applications* (Tamilnadu, India, 13–15 October 2022). Tamilnadu, 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/icecaa55415.2022.9936390>.

372. Romanovskyi O. G., Kvasnyk O. V., Moroz V. M., Pidbutska N. V., Reznik S. M., Cherkashin A. I., Shapolova V. V. Development factors and directions for improving distance learning in the higher education system of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools*. 2019. Vol. 74. P. 20–42. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v74i6.3185>.

373. Rushchitsky J.J. *Foundations of Mechanics of Materials*. Copenhagen : Ventus Publishing ApS, 2021. 276 p.

374. Open Data Interface (ODI) for secondary school education / M. Saddiqa et al. *Computers & education*. 2021. Vol. 174. P. 104294. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104294>.

375. Identifying characteristics of a competence-based agricultural higher education system: a literature review / M. Saadvandi et al. *The journal of agricultural education and extension*. 2023. P. 1–20. URL: <https://doi.org/10.1080/1389224x.2023.2192706>.

376. Saini A. Changing paradigms of teaching amid covid-19: A SWOT analysis of online classes in physical education and sports sciences. 2021 international conference on computational performance evaluation (Shillong, India, 1–3 December 2021). Shillong, 2021. P. 115–119. DOI: <https://doi.org/10.1109/compe53109.2021.9751886>.

377. Saha A., Dutta A., Sifat R. I. The mental impact of digital divide due to COVID-19 pandemic induced emergency online learning at undergraduate level: Evidence from undergraduate students from Dhaka City. *Journal of affective disorders*. 2021. Vol. 294. P. 170–179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.07.045>.



378. Sannikov S., Zhdanov F., Chebotarev P., Rabinovich P. Interactive Educational Content Based on Augmented Reality and 3D Visualization. *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 66. P. 720–729.
379. Saikkonen L., Kaarakainen M. T. Multivariate analysis of teachers' digital information skills - The importance of available resources. *Computers & Education*. 2021. Vol. 168. P. 104206.
380. Schneider S., Beege M., Nebel S., Rey G. D. A meta-analysis of how signaling affects learning with media. *Educational Research Review*. 2018. № 23 P. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.11.001>.
381. Recognition of prior non-formal and informal learning in higher education of ukraine: ways of development / N. Shalimova et al. 2022 IEEE 4th international conference on modern electrical and energy system (Kremenchuk, Ukraine, 20–23 October 2022). Kremenchuk, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/mees58014.2022.10005668>.
382. Shcherbyna O.A. Automation of the creation, filling and administration of course categories on the MOODLE website. *Information technologies and learning tools*. 2023. Vol. 93(1). P. 178–198.
383. Shivani, Gupta M., Gupta S. B. A Systematic Analysis Of Ai-Empowered Educational Tools Developed In India For Disabled People. *Information technologies and learning tools*. 2024. Vol. 100 (2). P. 199–216. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v100i2.5501>.
384. Nationwide assessment of leadership development for graduate students in the agricultural plant sciences / K. F. Da Silva et al. *Plos one*. 2023. Vol. 18 (4). e0279216. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0279216>.
385. Schor D., Lim T. J., Kinsner W. The future of engineering education. *IEEE potentials*. 2021. Vol. 40 (2). P. 4–6. DOI: <https://doi.org/10.1109/mpot.2020.3045121>.
386. Shamshina I. Professional competences necessary for the bachelor-degree-holding engineer specialising in engineering industries. *Pacific Science Review*. 16. № 2. P.85-88. 10.1016/j.pscr.2014.08.018

387. Sharp A. K., Brown A. M. Strategies for enhancing remote biophysical education: development of a module based training series. *Biophysical journal*. 2021. Vol. 120 (3). P. 13a–14a. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2020.11.349>.

388. Sherman M., Puhovskiy E., Kambalova Y., Kdyrova I. The future of distance education in war or the education of the future (the Ukrainian case study). *Futurity Education*. 2022. Vol. 2(3). P. 13–22.

389. Schneider S., Beege M., Nebel S., Rey G. D. A meta-analysis of how signaling affects learning with media. *Educational Research Review*. 2018. № 23 P. 1–24. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.11.001>.

390. Steven C. H. Hoi, Sahoo D., Lu J., Zhao P. Online learning: A comprehensive survey. *Neurocomputing*. 2021. Vol. 459. P. 249–289. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2021.04.112>.

391. Simo A., Barbulescu C., Kilyeni S. Current practices in e-learning: a case study for electrical power engineering in higher education. *Procedia - social and behavioral sciences*. 2015. Vol. 191. P. 605–610. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.342>.

392. Sosnickaya N., Kryvylova O. Formation of social skills as a step towards competitiveness in the labor market of specialists of energy profile. 2020 IEEE Problems of Automated Electrodrive. Theory and Practice (Kremenchuk, Ukraine, 21–25 September 2020). Kremenchuk, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/paep49887.2020.9240836>.

393. Non-formal education in teaching english as a foreign language at technical university / I. Stavvytska et al. *Pedagogy of the formation of a creative person in higher and secondary schools*. 2023. Vol. 86. P. 260–264. DOI: <https://doi.org/10.32840/1992-5786.2023.86.46>.

394. Strijbos J., Engels N., Struyven K. Criteria and standards of generic competences at bachelor degree level: A review study. *Educational Research Review*. 2015. Vol. 14. P. 18–32.

395. Spirin O. M. Information and communication technologies for monitoring of scientific research results implementation. *Information Technologies and Learning Tools*. 2013. Vol. 36(4). P. 132–152.

396. The promised land of blended learning: quizzes as a moderator / I. A. E. Spanjers et al. *Educational research review*. 2015. Vol. 15. P. 59–74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.05.001>.

397. Stadniichuk I. Scientific herald of the Institute of vocational education and training of NAES of Ukraine. *Professional Pedagogy. Scientific Bulletin of the Institute of Vocational Education of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine Professional pedagogy*. 2019. Vol. 2 (19). P. 4-10.

398. Stephens-Martinez K., Hearst M. A., Fox A. Monitoring MOOCs. *L@S 2014: first (2014) ACM conference on learning @ scale*. Atlanta Georgia USA. New York, NY, USA, 2014. P. 79-88. DOI: <https://doi.org/10.1145/2556325.2566246>.

399. Sultanova L., Khomych L., Tsiuniak O., Romaniuk O. Structural and functional model of developing pedagogical skills of teachers of economics in master's degree programmes. *SHS Web of Conferences*. 2021. Vol. 104. 02013.

400. Sun J., Wu H., Shi S. A research of the evaluation of preschool education resource allocation level and spatio-temporal differences: Based on repeated indicators method and Theil index. *Heliyon*. 2023. e16362. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16362>.

401. Representative task self-selection for flexible clustered lifelong learning / G. Sun et al. *IEEE transactions on neural networks and learning systems*. 2020. P. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1109/tnnls.2020.3042500>.

402. Supriyatno T., Kurniawan F. A new pedagogy and online learning system on pandemic COVID 19 era at islamic higher education. *2020 6th international conference on education and technology* (Malang, 17 October 2020). 2020. P. 7-10. DOI: <https://doi.org/10.1109/icet51153.2020.9276604>.

403. Development of an approach to using a style in software engineering / N. Sydorov et al. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2019. Vol. 4, no. 2 (100). P. 41–51. URL: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.175665>.



404. Methodological aspects of preparation of educational content on the basis of distance education platforms CTE 2019 / A. F. Tarasov et al. *Cloud Technologies in Education 2019* : Proceedings of the 7th Workshop on Cloud Technologies in Education. Kryvyi Rih, 2019. P. 161-173

405. Enabling investigation of impacts of inclusive collaborative active learning practices on intersectional groups of students in computing education / S. Y. Tadimalla et al. 2023 IEEE frontiers in education conference (College Station, TX, USA, 18-21 October 2023). College Station, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1109/fie58773.2023.10343317>.

406. Identifying the links among poverty, hydroenergy and water use using data mining methods / F. Tian et al. *Water resources management*. 2020. Vol. 34, no. 5. P. 1725–1741. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11269-020-02524-5>.

407. Thongsonkleeb K., Rongtheera W., Tantip C. Japanese Language Students' Perception towards Intercultural Language Activity: A Case of TAFE Southport in Australia. 2022 7th International Conference on Business and Industrial Research (ICBIR). Bangkok, 2022. P. 592-595. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICBIR54589.2022.9786479>.

408. Thwe W. P., Kálmán A. The regression models for lifelong learning competencies for teacher trainers. *Heliyon*. 2023. Vol. 9, no. 2. e13749. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13749>.

409. Titovskii S. N. Virtualization and problems of training it specialists. *International conference on economic and social trends for sustainability of modern society*. 2020. P. 794-799. DOI: <https://doi.org/10.15405/epsbs.2020.10.03.93>.

410. Do MOOCs sustain the UNESCO's quality education goal? / E. Tovar et al. 2019 IEEE global engineering education conference (EDUCON), Dubai, United Arab Emirates, 8–11 April 2019. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/educon.2019.8725203>.

411. Involvement of pharmacy students in scientific research activities in Vietnam / V. D. Tran et al. *Currents in pharmacy teaching*

and learning. 2022. Vol. 14, Issue 6. P. 737-746. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cptl.2022.06.004>.

412. Analysis of self-efficacy and attitude-mediated inclusivity in higher education: a case study on the colombian north coast / R. Quintero et al. *Procedia computer science*. 2024. Vol. 231. P. 539–544. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.12.247>.

413. A comprehensive review of cavitation in valves: mechanical heart valves and control valves / J.-y. Qian et al. *Bio-Design and manufacturing*. 2019. Vol. 2, no. 2. P. 119–136. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42242-019-00040-z>.

414. Implementation of future agricultural engineers' training technology in the informational and educational environment / A. Uchitel et al. CTE 2020 Cloud Technologies in Education 2020 : Proceedings of the 8th Workshop on Cloud Technologies in Education (Kryvyi Rih, Ukraine, December 18). Kryvyi Rih, 2020. P. 233-246. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.235>.

415. Gateway scholars program - reducing barriers to STEM for undergraduate students through scholarship and supportive programs / A. Ulappa et al. *2022 international conference on computational science and computational intelligence* (Las Vegas, NV, USA, 14–16 December 2022). Las Vegas, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/csci58124.2022.00384>.

416. Vanderkooy A., Regier E., Lilly M. B. Investing in inclusive growth: a systematic review of the role of financial incentives to promote lifelong learning. *Educational research review*. 2019. Vol. 27. P. 176–190. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.03.004>.

417. Vailliant B., Ajir M. The case for the sixth domain of war: psychological warfare in the age of advanced technology. *Global security and intelligence studies*. 2020. Vol. 5, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.18278/gsis.5.1.2>.

418. Vasilenko E., Vasilenko P., Saenko N., Borysov V., Borysova S., Prodan I. Engineering Aspect of Modern Concept of Professional Education of Artists and Designers in Academic Figure. *International*

*Journal of Engineering Research and Technology*. 2020. № 13 (11). C. 3625–3630. DOI: <https://dx.doi.org/10.37624/IJERT/13.11.2020.3625-3630>.

419. Engineering aspect of modern concept of professional education of artists and designers in academic figure / E. Vasilenko et al. *International journal of engineering research and technology*. 2020. Vol. 13, no. 11. P. 3625. URL: <https://doi.org/10.37624/ijert/13.11.2020.3625-3630>.

420. A competency-based approach to the systematization of mathematical problems in a specialized school / K. V. Vlasenko et al. *Journal of physics: conference series*. 2021. Vol. 1946, no. 1. P. 012003. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1946/1/012003>.

421. Peer support specialists and service users' perspectives on privacy, confidentiality, and security of digital mental health / M. D. Venegas et al. *IEEE pervasive computing*. 2022. P. 1–10. DOI: <https://doi.org/10.1109/mprv.2022.3141986>.

422. Wang J., Tigelaar D. E. H., Admiraal W. Rural teachers' sharing of digital educational resources: From motivation to behavior. *Computers & Education*. 2021. Vol. 161. 104055

423. Cultivate students' innovation ability based on the follow-up study of contest problems / N. Wang et al. 2020 international conference on big data and informatization education (Zhangjiajie, China, 23–25 April 2020). Zhangjiajie, 2020. P. 199-202. DOI: <https://doi.org/10.1109/icbdie50010.2020.00052>.

424. Watted A., Barak M. Motivating factors of MOOC completers: comparing between university-affiliated students and general participants. *The internet and higher education*. 2018. Vol. 37. P. 11–20. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2017.12.001>.

425. Applications of machine vision in agricultural robot navigation: a review / T. Wang et al. *Computers and electronics in agriculture*. 2022. Vol. 198. 107085. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107085>.

426. Weiser O., Blau I., Eshet-Alkalai Y. How do medium naturalness, teaching-learning interactions and Students' personality traits affect participation in synchronous E -learning? *The internet and higher*

*education*. 2018. Vol. 37. P. 40–51. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.01.001>.

427. Wallenius C. Do Hostile Information Operations Really Have the Intended Effects? A Literature Review. *Journal of Information Warfare*. 2022. Vol. 21. Iss. 2. URL: <https://www.jstor.org/stable/27199967>.

428. Wu T. Exploration and practice of talent training mode of mechanical and electrical specialty under the background of engineering education. *IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association*. 2018. Vol. 30. P. 444-450.

429. Xie K., Tosto G. Di., Chen S., Vongkulluksn V. W. A systematic review of design and technology components of educational digital resources. *Computers & Education*. 2018. Vol. 127. P. 90–106.

430. Digital storytelling in virtual reality: bridging the virtual and reality in cultural tourism at the great bay area / Y. Xing et al. 2024 IEEE international conference on artificial intelligence and extended and virtual reality (Los Angeles, CA, USA, 17–19 January 2024). Los Angeles, 2024. P. 355-359. URL: <https://doi.org/10.1109/aixvr59861.2024.00061>.

431. Curriculum construction and reform for "mechanics of materials" based on the training of outstanding engineers / X. Yang et al. *Lifelong education*. 2020. Vol. 9, no. 6. P. 240. DOI: <https://doi.org/10.18282/le.v9i6.1350>.

432. Yang Y., Huang J., Hu D. Lifelong learning with Shared and Private Latent Representations learned through synaptic intelligence. *Neural networks*. 2023. Vol. 163. P. 165–177. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.04.005>.

433. Yazici M. S., Uzuner F. G. School based inclusive mentoring within the scope of an experiential learning model (IEM) for teacher education. *Teaching and teacher education*. 2024. Vol. 152. 104799. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tate.2024.10479>.

434. Pedagogical design of the content of professional training of teachers of general technical disciplines and methods of teaching technology / S. Yashchuk et al. *Brain. broad research in artificial*

*intelligence and neuroscience*. 2021. Vol. 12, no. 1. P. 278–299. DOI: <https://doi.org/10.18662/brain/12.1/183>.

435. Yatsyna O. F. Development of students' professional competence in conditions of distance learning. *Innovate pedagogy*. 2021. Vol. 2, no. 31. P. 84–92. DOI: <https://doi.org/10.32843/2663-6085/2021/31-2.16>.

436. Yu Y., Li J. Research on the reform of mixed teaching mode in electrical specialty. *Revista de la Facultad de Ingenieria*. 2017. Vol. 32. P. 393-396.

437. Yinghui Z., Lin C. Current situation and reform countermeasures of accounting specialty teaching in private colleges under the background of online education. *2021 international conference on internet, education and information technology* (Suzhou, China, 16–18 April 2021). Suzhou, 2021. P. 545-548. DOI: <https://doi.org/10.1109/ieit53597.2021.00128>.

438. Jung S.-A. An effect on sustainable urban ecological environment perception of environment-friendly urban agricultural education. *The global association of applied liberal arts studies*. 2023. Vol. 1, no. 1. P. 71–90. DOI: <https://doi.org/10.58990/galas.2023.1.1.71>.

439. Han X., Wang Y., Jiang L. Towards a framework for an institution-wide quantitative assessment of teachers' online participation in blended learning implementation. *The internet and higher education*. 2019. Vol. 42. P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2019.03.003>.

440. The relationship between students' scientific epistemological beliefs and their performance of knowledge integration in web-based inquiry / X. Yang et al. *2019 eighth international conference of educational innovation through technology* (Biloxi, MS, USA, 27–31 October 2019). Biloxi, 2019. P. 19-24. DOI: <https://doi.org/10.1109/eitt.2019.00013>.

441. Ydesen C., Elfert M. SDG4 as a global governance tool and the quest for recognizing diversity – Implications emerging from the intersections between inclusive education and assessment. *International*



*journal of educational development*. 2023. Vol. 103. 102932. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2023.102932>.

442. Yi X. A study on the cultivation model of intercultural communicative competence in foreign language teaching. *2020 international conference on information science and education* (Sanya, China, 4–6 December 2020). Sanya, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/icise51755.2020.00010>.

443. Yilmaz M. Undergraduate in-class research experience for computer architecture students. *2021 international conference on computational science and computational intelligence* (Las Vegas, NV, USA, 15–17 December 2021). Las Vegas, 2021. P. 1001-1007. DOI: <https://doi.org/10.1109/csci54926.2021.00218>.

444. Yuan J., Zhang L., Kim C. S. Exhibition design of marine culture theme exhibition hall under interactive experience. *2023 Asia symposium on image processing* (Tianjin, China, 15–17 June 2023). Tianjin, 2023. P. 108-113. DOI: <https://doi.org/10.1109/asip58895.2023.00025>.

445. Youssef B. E., Youssef A. E. Mathematical modeling combined with machine learning for social networks to match children with learning disabilities and specialists. *2019 IEEE 10th annual information technology, electronics and mobile communication conference* (Vancouver, BC, Canada, 17–19 October 2019). Vancouver, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1109/iemcon.2019.8936233>.

446. Yugdar Tofalo G. E. A student-centered and multi-competence approach to english as a foreign language learning in engineering education. *2020 IEEE congreso bienal de argentina* (Resistencia, Argentina, 1–4 December 2020). Resistencia, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1109/argencon49523.2020.9505453>.

447. Zang Y. Embodiment of digital art elements in traditional cultural and creative product design based on virtual reality technology. *Applied mathematics and nonlinear sciences*. 2024. Vol. 9, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.2478/amns-2024-0103>.

448. Blended learning technologies for a foreign language teaching the students of non-philological majors / M. Zelenskyi et al. *Herald of Kiev institute of business and technology*. 2020. Vol. 44, no. 2. P. 4–10. DOI: <https://doi.org/10.37203/kibit.2020.44.01>.

449. Zhang Y. Campus culture communication system based on artificial intelligence virtual technology. *2022 IEEE 6th advanced information technology, electronic and automation control conference* (Beijing, China, 3–5 October 2022). Beijing, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/iaeac54830.2022.9930044>.

450. Zhang J. Design of digital display platform for intangible cultural heritage based on VR intelligent technology. *2023 2nd international conference on data analytics, computing and artificial intelligence* (Zakopane, Poland, 17–19 October 2023). Zakopane, 2023. P. 451-456. DOI: <https://doi.org/10.1109/icdacai59742.2023.00091>.

451. Zhu Y. Design of computer platform of chinese education for online education. *2023 IEEE 3rd international conference on social sciences and intelligence management* (Taichung, Taiwan, 15–17 December 2023). Taichung, 2023. P. 109-113. DOI: <https://doi.org/10.1109/ssim59263.2023.10469428>.

452. Zou J., Chen Y. Online aesthetic education information teaching system based on big data cloud platform. *2022 international conference on knowledge engineering and communication systems* (Chickballapur, India, 28–29 December 2022). Chickballapur, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1109/ickecs56523.2022.10059986>.

453. Zhou C., Dai Q., Zhi P. Research on the construction path of new agricultural science in Xinjiang based on the high-quality development of higher education. *SHS web of conferences*. 2023. Vol. 153. 01028. DOI: <https://doi.org/10.1051/shsconf/202315301028>.

454. Auto Checker of Higher Mathematics – an element of mobile cloud education / T. I. Zhylenko et al. *CTE workshop proceedings*. 2020. Vol. 7. P. 662–673. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.422>.

Монографія

**Бабенко** Дмитро Володимирович  
**Доценко** Наталія Андріївна  
**Горбенко** Олена Андріївна та ін.

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИКЛАДАННЯ  
ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН В УМОВАХ  
ЦИФРОВОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА  
АГРАРНИХ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Технічний редактор: *Н. А. Доценко*  
Комп'ютерний дизайн обкладинки: *Н. А. Доценко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 17,5  
Тираж 300 прим. Зам. № \_\_\_\_\_

Надруковано у видавничому відділі  
Миколаївського національного аграрного університету.  
54008, м. Миколаїв, вул. Георгія Гонгадзе, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.