

«ІНТЕРАКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

**ІНТЕГРАЦІЯ 3D-ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ В
ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ БЕЗПЕКО-ОРІЄНТОВАНИХ
СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. РОЗРОБКА 3D ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАСТЕЙ ЇХ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ.....	8
1.1. Особливості застосування проблемно-орієнтованого підходу для інтеграції інноваційних технологій навчання.....	8
1.2. Розроблення 3D-віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу.....	10
1.3. Дослідження зв'язків множини взаємопов'язаних елементів освітнього середовища та маршрути переходу між можливими станами системи.....	14
Висновки до розділу 1.....	18
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕГРОВАНИХ 3D ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ.....	19
2.1. Дослідження ефективності інтегрованого 3D-віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу.....	19
Висновки до розділу 2.....	27
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	29

ВСТУП

Сучасний розвиток передових інформаційних технологій надає можливість викладачеві та, головне, студентів значно активізувати свою діяльність під час навчання. Всебічне залучення методів інтерактивності, комп'ютерного моделювання різноманітних процесів, вирішення завдань в режимі реального часу з допомогою інформаційних технологій дозволяє активно та цікаво навчатись як за груповою моделлю так індивідуально [1, 2]. Подекуди використання інформаційних технологій дозволяє досягти високої якості підготовки із значною економією ресурсів [3]. Зважаючи на «райдужні» перспективи щодо застосування інформаційних технологій у вищій школі, сьогодні значно активізувалась робота щодо розроблення, пропагування та інтеграції в навчальні середовища новаційних засобів навчання. Звичайно, такі тенденції є добрими, проте тільки в тих випадках, коли розроблення та застосування нової технології дійсно має потребу, яка аргументована конкретно проблемою (задачею) та направлена на її вирішення. Інакше кажучи, застосування новаційної технології викликане необхідністю, що аргументована на основі проблемно-орієнтованого підходу та не перевантажуватиме освітнього процесу.

Не виключенням стало запровадження 3D-інтерактивних технологій в освітнє середовище безпеко-орієнтованих спеціальностей, які направлені на підготовку майбутніх фахівців рятувальної сфери. Адже хаотичне нагромадження сучасних технологій навчання в процес підготовки фахівців, де найважливішу роль відіграє практична складова, може призвести до погіршення становища. Будь-яке новаційне рішення щодо покращення освітнього процесу має мати наукове обґрунтування із доведенням необхідності застосування та ефективності використання пропонованої технології. Саме тому означена наукова робота присвячена дослідженню інтеграційних процесів та ефективності використання новаційних 3D-інтерактивних технологій під час навчання та тренування майбутніх рятувальників.

Наукова новизна полягає у розробленні концептуально нової технології практичної підготовки рятувальників, яка надає можливість підвищувати якість освітнього процесу в умовах обмеженого часового ресурсу. В межах дослідження одержано такі результати:

- удосконалено процес практичної підготовки рятувальників з дисциплін пожежно-профілактичного циклу, яка заснована на використанні 3D-інтерактивних технологій та програмної оболонки випадкового генерування завдань і застосовується для проведення віртуальних перевірок стану протипожежної безпеки об'єктів під час самостійного навчання із можливістю віддаленого доступу;

- удосконалено структурно-логічну схему реалізації освітнього середовища підготовки майбутніх рятувальників, яка реалізована у вигляді графа можливих станів системи та допомогла виділити область ефективного застосування розроблених 3D-інтерактивних технологій навчання;

- удосконалено метод обґрунтування ефективності новаційних технологій навчання, який заснований на використанні методів математичної статистики та надає можливість створити фундаментальний підхід до визначення очікуваної якості результатів навчання.

Аналіз наукових праць досліджуваної галузі дає підстави зробити висновки, що інформатизація вищої освіти зазнає безперервного розвитку. Аналіз лише окремих напрямів наукових досліджень проблемно-орієнтованої інтеграції інформаційних засобів для управління освітнім середовищем займатиме не одну наукову публікацію. Незважаючи на це, нами все ж таки виділено декілька напрямів та їх ключові публікації. Наукові дослідження, що направлені на розроблення нових методів та методологій управління освітнім середовищем за допомогою засобів інформаційних технологій висвітлені в працях [4, 5, 6, 7]. Дещо глибша деталізація особливостей процесу інформатизації на прикладі комп'ютерних тренажерів для специфічних галузей знань, зокрема рятувальної сфери, проаналізована та досліджена в роботі [8]. Питання інтеграції та особливостей використання в освітньому середовищі 3D-

інтерактивних технологій також відображається в низці наукових праць, зокрема в роботі [9] описано процес успішної інтеграції в освітнє середовище комп'ютерних навчальних 3D моделей та представлено результати дослідження їх ефективності, а наукова праця [10] присвячена дослідженню методів створення графічних 3D об'єктів з подальшим використанням в навчальному процесі. Більш змістовний аналіз досліджень означених напрямів проведено в роботах [11, 12], які присвячені дослідженню областей ефективного використання 3D-інтерактивних технологій в освітньому середовищі та, фактично, є фундаментальними роботами представленого дослідження. Крім того, науковим колективом Львівського державного університету безпеки життєдіяльності також проводиться робота щодо розробки інтерактивних комп'ютерних тренажерів із відпрацювання практичних навичок щодо роботи із помповим устаткуванням [13, 14, 15, 16].

Отже, зважаючи на загальні ознаки окресленої проблеми та існуючі наукові досягнення, нами виділено недосліджену раніше частину загальної проблематики, яка полягає у адаптації проблемно-орієнтованого підходу до процесу інтеграції інноваційних засобів навчання в освітнє середовище. Для чіткого уявлення про проблемні області освітнього середовища, де інтеграція інформаційних технологій дозволить підвищити ефективність підготовки, необхідно провести дослідження множини його взаємопов'язаних елементів в контексті їх взаємодії на основі попередньо одержаних результатів [11]. Крім того, для повноцінної уяви про ефективність інтеграційних процесів запровадження інноваційних технологій в освітнє середовище, необхідно дослідити ефективність їх використання із використанням методів натурного спостереження та математичної статистики.

З метою формування чіткої уяви проблемно-орієнтованого підходу до інтеграційних процесів запровадження новітніх інформаційних технологій в освітнє середовище, на прикладі 3D-інтерактивних технологій навчання, в роботі поставлено *мету* дослідити зв'язки множини взаємопов'язаних елементів освітнього середовища та маршрути переходу між можливими

станами системи, а також дослідити ефективність використання інноваційних технологій в освітньому середовищі після реалізації інтеграційних заходів.

Для досягнення мети обумовлено вирішення таких *завдань*:

- розглянути особливості застосування проблемно-орієнтованого підходу для підвищення якості практичної підготовки майбутніх рятувальників з дисциплін пожежно-профілактичного циклу;

- розробити 3D моделі приміщень різного призначення із завчасним передбаченням порушень, а також оболонку випадкового генерування варіантів з метою розроблення 3D віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу;

- дослідити зв'язки множини взаємопов'язаних елементів освітнього середовища та маршрути переходу між можливими станами системи для визначення областей ефективного використання 3D віртуального комплексу;

- дослідити ефективність розробленого 3D-віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу із використанням методів математичної статистики.

Об'єкт досліджень – процеси формування практичних умінь і навичок з дисциплін пожежно-профілактичного циклу під час підготовки майбутніх рятувальників.

Предмет досліджень – інноваційні технології підвищення якості формування практичних умінь і навичок з дисциплін пожежно-профілактичного циклу під час підготовки майбутніх рятувальників.

Теоретичну базу досліджень склали методи формалізації, застосування яких із використанням понятійного апарату теорії графів дало можливість відобразити послідовність реалізації освітнього процесу підготовки рятувальників та виділити області ефективного використання 3D інтерактивних технологій навчання. Також для перевірки гіпотези про відповідність результатів спостереження нормальному закону розподілу використано метод порівняння спостереженого та критичного значення критерію Пірсона.

Емпіричну базу досліджень склали методи натурного спостереження за процесом формування практичних умінь і навичок із застосування інноваційних технологій та без них, що дозволило за умови використання загальновідомих методів математичної статистики здійснити прогнозування очікуваної якості формування освітнього продукту в майбутньому.

Методи дослідження – теоретична частина роботи виконана з використанням методів формалізації та порівняння, а експериментальна – методів спостереження та моделювання.

Обсяг і структура роботи. Робота складається з вступу, двох розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 31 сторінку. Робота містить 11 рисунків та 5 таблиць. Список використаних джерел складається із 20 найменувань.

РОЗДІЛ 1

РОЗРОБКА 3D ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЛАСТЕЙ ЇХ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ

1.1. Особливості застосування проблемно-орієнтованого підходу для інтеграції інноваційних технологій навчання

Розпочати варто з особливостей застосування проблемно-орієнтованого підходу до новаційних процесів у вищій школі. Згідно [17, 18] основними етапами проблемно-орієнтованого підходу є визначення проблеми, її аналіз та пошук варіантів вирішення проблеми на основі проведеного аналізу. Обов'язковою складовою на етапі підбору варіантів рішення проблеми є їх оцінка, за результатами якої відбувається вибір оптимального вектору розвитку подій. Наочно основні етапи проблемно-орієнтованого підходу до інтеграції новаційних технологій в освітнє середовище відображено на рис. 1.

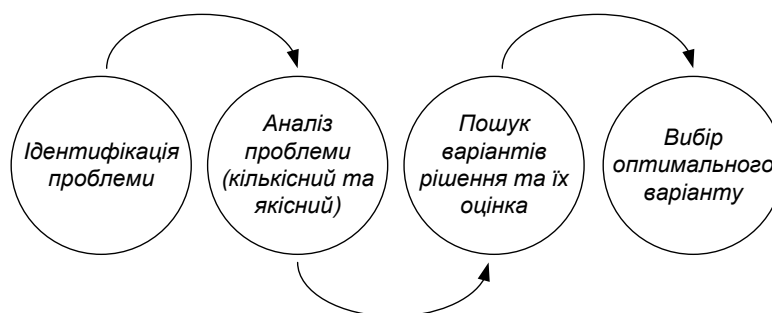


Рис. 1.1. Етапи проблемно-орієнтованого підходу

Після ідентифікації проблеми, ключовим етапом зазначеного підходу є аналіз проблеми, який має кількісну та якісну складову. Якісна складова аналізу включає в себе пошук джерела та ідентифікацію можливих наслідків, а кількісна – встановлює величину їх впливу на кінцевих результат. Залежно від величини впливу та масштабів прогнозованих наслідків за результатами аналізу визначається пріоритетність реакцій, що необхідно розвивати для вирішення проблеми.

На етапі пошуку рішень найпростішим та водночас дієвим методом є експертна оцінка, за умови залучення експертів, що мають безпосереднє відношення до джерела проблеми. Паралельно із пошуком варіантів має проводитись їх оцінка з точки зору ефективності, економічності, ресурсоемності, часу реалізації тощо. Зважаючи на одержані оцінки, результати експертної роботи зводяться до вибору оптимального варіанту рішення проблеми.

Отже, використовуючи основні положення проблемно-орієнтованого підходу, розберемо процес інтеграції новаційних технологій вивчення дисциплін пожежно-профілактичного циклу, який викликаний проблемою невідповідності кінцевого продукту кваліфікаційним вимогам.

Якість викладання дисциплін пожежно-профілактичного спрямування однаково залежить як від теоретичної так і практичної складової. Практична складова реалізовується у форматі відвідування реальних об'єктів, залежно від тематики заняття, ознайомлення з їх об'ємно-планувальними рішеннями та проведенням експертизи протипожежного стану із складанням відповідних документів. Така форма реалізації, без сумніву, є ефективною, однак її основна перевага – присутність на реальному об'єкті, в умовах ліміту навчального часу, одночасно являється основною проблемою. Для організації одного заняття необхідно залучати людського ресурсу в кількості 2-х викладачів та часового – 4 академічних години. Значна частка виділеного часового ресурсу витрачається на подолання шляху до місця розташування об'єкта та організаційні моменти (інструктажі, погодження тощо). За таких умов дефіциту часового ресурсу та неможливості його предметного використання в повному обсязі, нівелюється складова поглиблення умінь і навичок шляхом повторного проходження практичних перевірок та розширення переліку об'єктів. Як наслідок, в якісному спектрі, відбуватиметься зниження затребуваності випускника на ринку праці у зв'язку з невідповідністю здобутих компетенцій вимогам сучасності, а в кількісному – систематичне зменшення замовлення на підготовку фахівців.

Із ймовірних варіантів вирішення проблеми виділено два основних. До першого можна віднести очевидний – збільшення ліміту навчального часу. Проте збільшення часового ресурсу для вивчення циклу профілактичних дисциплін можливе лише за рахунок його зменшення в інших напрямках підготовки, що, очевидно, стимулюватиме до породження нових проблем.

Другий варіант вирішення проблеми не є легким, а його реалізація вимагає залучення значних трудових та часових ресурсів. До цього варіанту ми відносимо розроблення та інтеграцію в освітнє середовище новацій заснованих на використанні інформаційних технологій. Звичайно, суцільна відмова від класичних технологій практичної підготовки є не рентабельна та недоцільна, тому в умовах дефіциту навчального часу виникає необхідність її підкріплення альтернативними технологіями за умови комбінованого застосування [3].

1.2. Розроблення 3D-віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу

Задля вирішення означених проблем нами ініційовано реалізацію проекту щодо створення 3D-віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу. Застосування комплексу можливе для ознайомлення з особливостями об'ємно-планувальних рішень та проведення віртуальних перевірок протипожежного стану модельованих об'єктів. Реалізація в освітньому середовищі подібного комплексу дозволить його використання з метою поглиблення та розширення практичних навичок використовуючи індивідуальні та віддалені робочі місця. Застосування комплексу надаватиме можливість студентам проводити профілактичні перевірки у віртуальному середовищі.

Розроблення проекту розпочинається з моделювання приміщень різноманітного призначення відповідно до програм дисциплін, та в певній мірі, доповнюючи їх (виробничі приміщення, адміністративні приміщення, навчальні заклади тощо). З метою моделювання об'єктів обрано пакет

програмного забезпечення Google Sketch Up. Кожен тип приміщення моделюється із завчасно передбаченими порушеннями норм та правил у 30 варіантах. Така кількість варіантів необхідна для одержання кожним учасником освітнього процесу індивідуального завдання. Усі моделі інтегруються в базу даних програмної оболонки. Основне призначення оболонки – це генерування випадкового варіанту моделі приміщення із індивідуальним набором порушень для конкретного користувача. З метою фіксації отриманих варіантів за конкретними користувачами передбачено їх попередню реєстрацію із присвоєнням індивідуального логіну та паролю. Цей інструментарій також потрібен викладачу для контролю відповідності звітних матеріалів отриманому завданню. Вибір та генерування індивідуального варіанту проводиться тільки серед моделей одного типу об'єкту у відповідності до тематики пройденого заняття. Для цього кожен учасник зазначає відповідний тип об'єкту під час входження в систему. Вибір типу об'єкту експертизи проводиться користувачем із запропонованого переліку власноруч, а генерування індивідуального варіанту – автоматично та випадково.

Викладач володіє адміністративним доступом до оболонки та можливістю експорту інформації щодо варіантів індивідуальних завдань з метою обліку та контролю. Принцип дії оболонки випадкового генерування індивідуальних варіантів відображено у вигляді алгоритму на рисунку 2.

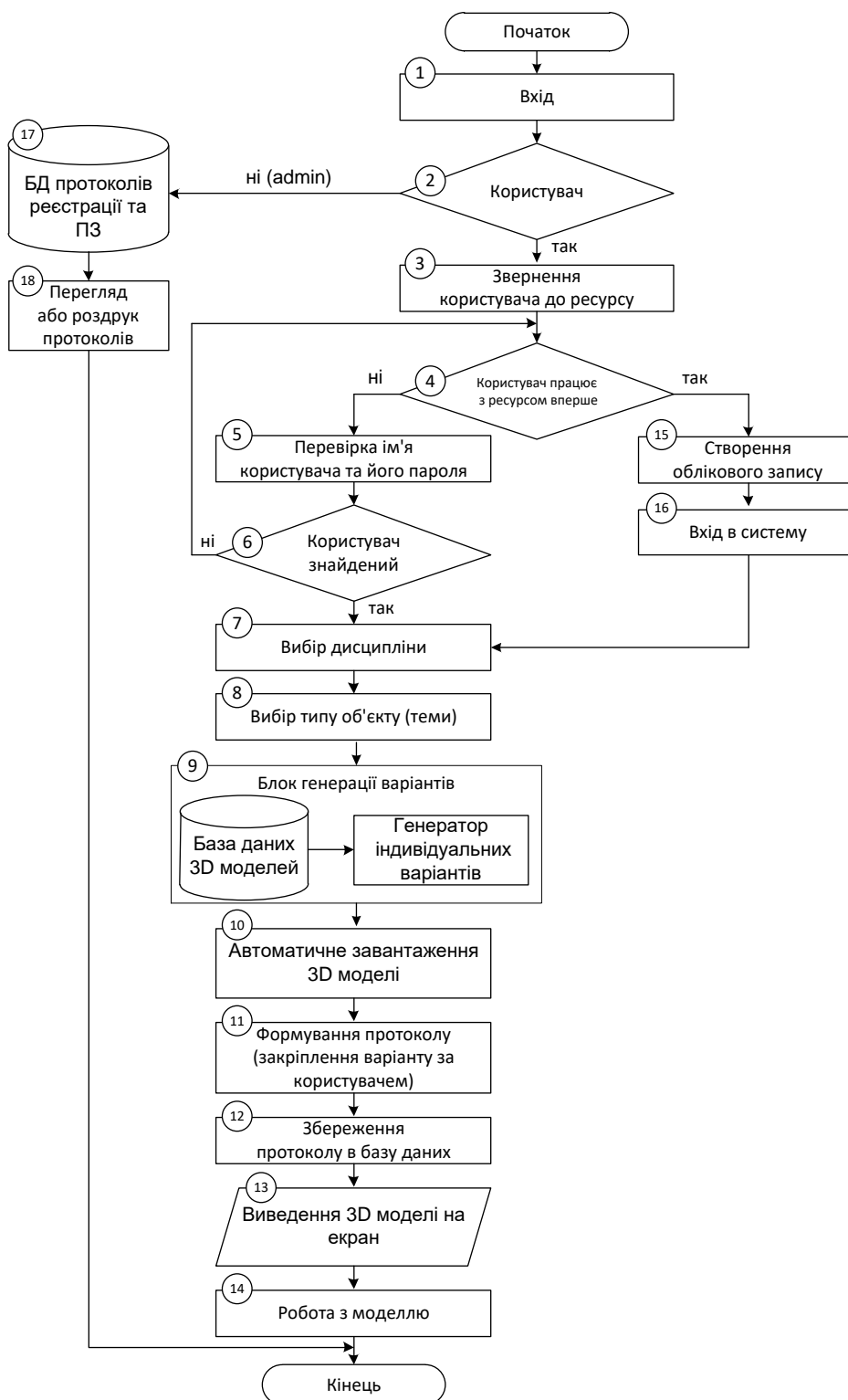


Рис. 1.2. Алгоритм дії оболонки генерування індивідуальних завдань

Для наочності, на рисунку 3 представлено робочі вікна 3D моделей складського та офісного приміщень для віртуального комплексу із завчасно передбаченими порушеннями норм та правил протипожежної безпеки.

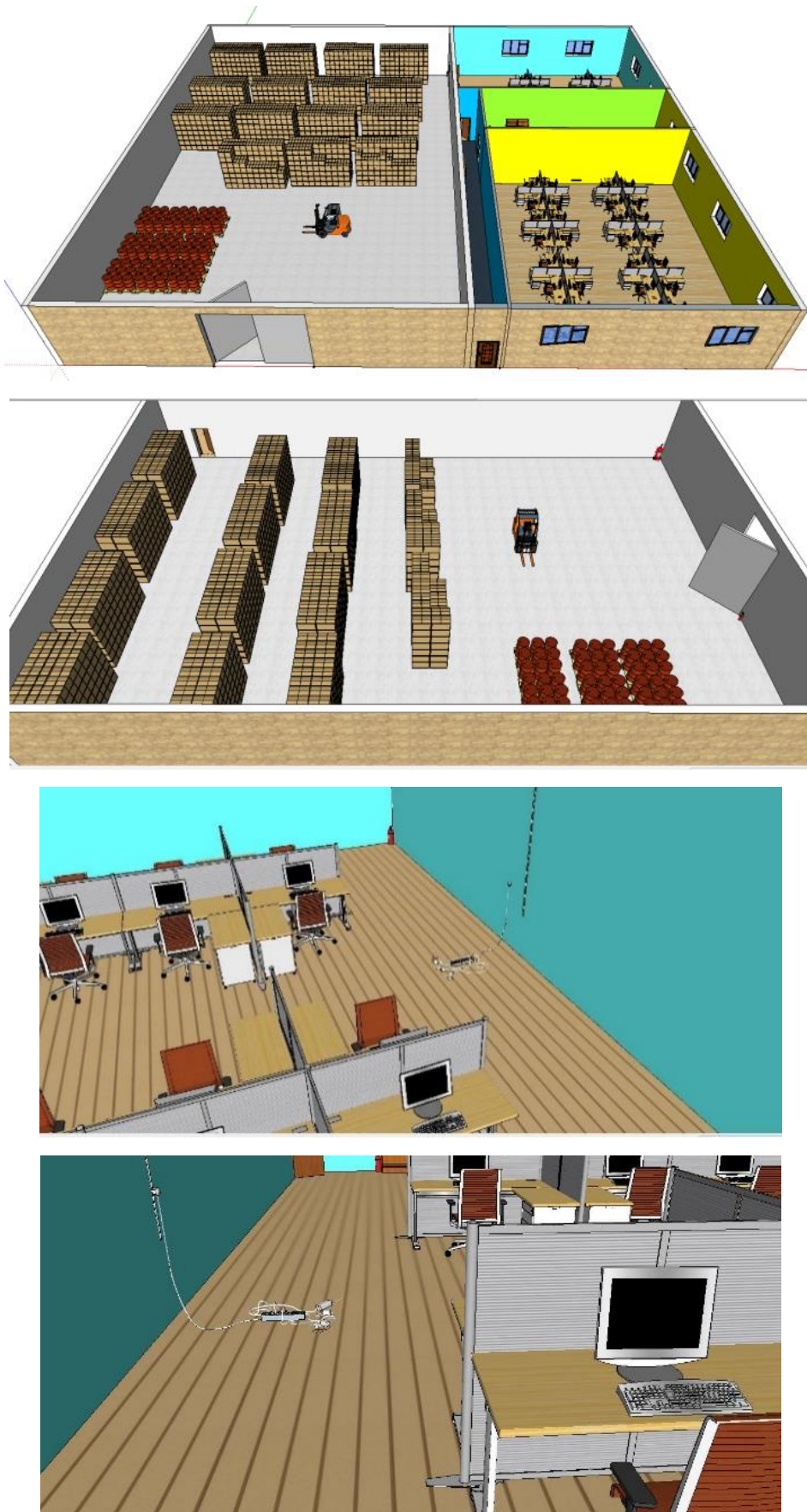


Рис. 1.3. Робочі вікна 3D-моделей віртуального комплексу

Під час роботи з моделлю конкретного приміщення можливо вибрати будь-який кут огляду, переміщуватись об'єктом, виконувати заміри, оглядати його елементи, збільшувати зображення без погіршення якості тощо. Власне за рахунок цих можливостей відтворюється задум віртуальної присутності на об'єкті. Реалізовану програмну оболонку розміщено на платформі Віртуального університету Львівського державного університету безпеки життєдіяльності із завантаженням попередньо розміщених 3D-моделей із віртуального сховища даних (хмари).

1.3. Дослідження зв'язків множини взаємопов'язаних елементів освітнього середовища та маршрути переходу між можливими станами системи

Попри усі зазначені переваги 3D-віртуального комплексу вивчення дисциплін пожежно-профілактичного циклу, не слід забувати, що освітнє середовище є динамічним та будь-які нововведення можуть породжувати процес його дестабілізації. Інтеграція новаційних інформаційних технологій підготовки може бути не доцільним, не ефективним або надмірно нагромаджувати існуючу систему. Щодо процесів надмірного нагромадження освітнього середовища та можливих областей ефективного застосування 3D-віртуального комплексу, то результати цих досліджень представлено далі опираючись на попередньо одержані результати [11, 12].

Послідовність реалізації освітнього процесу та місця в ньому 3D-технологій навчання висвітлено шляхом побудови структурно-логічної схеми у вигляді графа. Структурно-логічна схема освітнього середовища у вигляді графа $G(X, U)$ описана виразом (1):

$$\begin{aligned}
 X &= \{T, P, K, A, C, N, F\}; \\
 U &= \{(T, P), (T, A), (T, C), (T, K), (P, K), (P, C), (P, A), (A, K), \\
 & (A, K), (K, A), (A, C), (K, C), (C, K), (C, A), (A, N), (N, F), (C, F)\} \Rightarrow \\
 \Rightarrow U &= \{u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7, u_8, u_9, u_{10}, u_{11}, u_{12}, u_{13}, u_{14}, u_{15}, u_{16}\}, \quad (1)
 \end{aligned}$$

де T – множина насиченості теоретичної підготовки; P – множина насиченості практичної підготовки; C – множина різновидів поточного контролю; F – множина різновидів підсумкового контролю; K – множина консультацій; A – множина обсягів індивідуальної підготовки; N – множина практик за весь період навчання; $u1$ – ребро переходу від теоретичної до практичної підготовки; $u2$ – ребро переходу від теоретичної підготовки до індивідуального навчання; $u3$ – ребро переходу від теоретичної підготовки до поточного контролю; $u4$ – ребро переходу від теоретичної підготовки до консультацій; $u5$ – ребро, що описує перехід від практичної підготовки до проведення консультацій; $u6$ – ребро, що позначає перехід від практичної підготовки до поточного контролю; $u7$ – ребро переходу від практичної підготовки до самостійного (індивідуального) навчання; $u8, u9$ – ребра, які позначають переходи між індивідуальним навчанням та консультаціями; $u10, u11$ – ребра, що описують переходи від індивідуальної підготовки та консультацій до поточного контролю відповідно; $u12, u13$ – ребра, що описують зворотній шлях від поточного контролю до консультацій та індивідуального навчання з метою усунення прогалин у знаннях; $u14$ – ребро, яке позначає перехід від певного циклу підготовки до практики; $u15$ – ребро переходу від практики до підсумкового контролю у вигляді її захисту; $u16$ – ребро переходу від поточного до підсумкового контролю з метою встановлення рівня засвоєння навчального матеріалу або усієї підготовки загалом.

Для кращої уяви про зв'язки між можливими станами системи та місця 3D-технологій навчання в цьому процесі, ограф $G(X, U)$ задано матричним шляхом. Матриця суміжності *неорієнтованого* графа матиме такий вигляд:

$$G = \begin{matrix} & t & p & a & k & c & n & f \\ \begin{matrix} t \\ p \\ a \\ k \\ c \\ n \\ f \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}. \quad (2)$$

Для відображення маршрутів переходу між можливими станами системи досліджуваній ограф представлено за допомогою матриці суміжності в *орієнтованому* вигляді:

$$G = \begin{matrix} & t & p & a & k & c & n & f \\ \begin{matrix} t \\ p \\ a \\ k \\ c \\ n \\ f \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{matrix}. \quad (3)$$

Представлення орієнтованого графа допомагає побудувати матрицю інцидентності, яка набуває вигляду:

$$G = \begin{matrix} & u_1 & u_2 & u_3 & u_4 & u_5 & u_6 & u_7 & u_8 & u_9 & u_{10} & u_{11} & u_{12} & u_{13} & u_{14} & u_{15} & u_{16} \\ \begin{matrix} t \\ p \\ a \\ k \\ c \\ n \\ f \end{matrix} & \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \end{matrix}. \quad (4)$$

Матричне представлення ографу $G(X, U)$ відкриває повну сутність взаємозв'язків різних стадій освітнього процесу між собою.

Геометричне представлення графа з існуючими маршрутами переходу між можливими станами системи представлено на рисунку 1.4. В якості вершин графа виступають описані виразом (1) множини. Геометрична ілюстрація графа надає можливість графічно означити можливі області ефективного застосування 3D-інтерактивних технологій навчання, серед яких виділено процеси теоретичної та практичної підготовки, консультацій та індивідуального (самостійного) навчання. Стосовно досліджуваного випадку, то інтеграцію 3D-віртуального комплексу рекомендовано реалізовувати в множині елементів $\{A\}$, адже такий варіант не нагромаджуватиме класичного освітнього процесу новачіями технологіями, залишаючи їх в первинному вигляді, одночасно покращуючи якість підготовки шляхом навчання та поглиблення одержаних практичних навиків індивідуально під час самостійного навчання з використання віртуального навчального середовища.

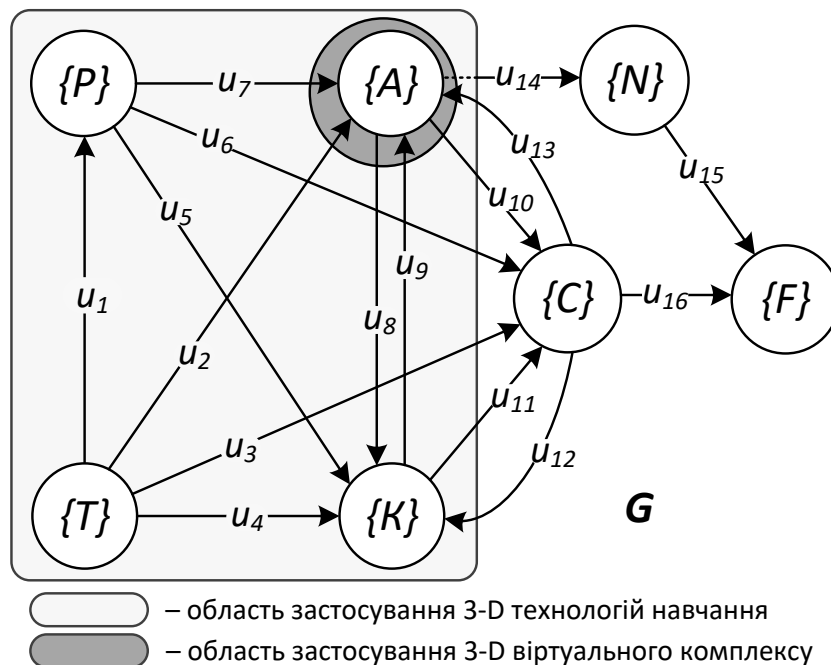


Рис. 1.4. Геометричне відтворення ографу $G(X, U)$

Можливість віддаленого доступу до 3D-віртуального комплексу та виконання індивідуальних завдань під час самостійної підготовки надає можливість використовувати інтегровану технологію в процесі навчання без суттєвих змін до програми підготовки. Комбіноване залучення традиційних та новаційних технологій навчання дозволить вирішити проблему невідповідності кінцевого продукту кваліфікаційним вимогам із виключенням можливості появи вторинних проблем.

Висновки за розділом 1

1. Шляхом комп'ютерного моделювання будівель різнопланового призначення та створення програмної оболонки випадкового генерування індивідуальних завдань розроблено принципово нову технологію практичної підготовки з дисциплін пожежно-профілактичного циклу, яка дозволить проводити індивідуальні віртуальні перевірки стану протипожежної безпеки об'єктів під час самостійного навчання із можливістю віддаленого доступу.

2. Шляхом математичного та геометричного опису основних процесів освітнього середовища побудовано структурно-логічну схему реалізації освітнього процесу у вигляді графа можливих станів системи, що надало підстави відкрити повну сутність взаємозв'язків різних стадій освітнього середовища між собою та виділити область ефективного застосування 3D-інтерактивних технологій навчання.

3. Адаптовано метод проблемно-орієнтованого підходу для реалізації інтеграційних процесів запровадження 3D-інтерактивних технологій підготовки шляхом опису його основних положень на прикладі вирішення проблеми якісної реалізації освітнього процесу підготовки рятувальників.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНТЕГРОВАНИХ 3D ІНТЕРАКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ

2.1. Дослідження ефективності інтегрованого 3D-віртуального комплексу вивчення дисципліни пожежно-профілактичного циклу

Отже, після дослідження областей ефективного використання новаційних технологій, виникає необхідність визначення їх впливу на результат кінцевого продукту (результати навчання).

Дослідження ефективності розробленого 3D-віртуального комплексу проводились протягом вивчення теми «Пожежна безпека об'єктів різного призначення» чотирма навчальними взводами (групами) Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. За досліджуваній період заняття з визначених тем проводилось із всебічним застосуванням розроблених новаційних технологій та без них.

Результат новаційного підходу до формування професійних компетентностей визначався під час проведення планових практичних занять з курсу «Пожежна профілактика в населених пунктах». Результати спостереження представлено у вигляді зведеної вибірки і для наочності порівняно з результатами двох взводів, які навчалися за «класичною» методикою, без застосування 3D-комплексу.

Результати спостереження за новаційним підходом при підготовці фахівців пожежно-профілактичного спрямування представлені у вигляді інтервального статистичного розподілу вибірки та подані в таблиці 2.1. Результати досліджень без застосування новаційних технологій висвітлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.1

Інтервальний статистичний розподіл результатів спостереження з використанням новаційних технологій (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

h	30– 40	40– 50	50– 60	60– 70	70– 80	80– 90	90– 100
n_i	2	11	15	14	12	4	3

Таблиця 2.2

Інтервальний статистичний розподіл результатів спостереження при використанні існуючих методів навчання (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

h	30– 40	40– 50	50– 60	60– 70	70– 80	80– 90	90– 100
n_i	4	15	18	12	10	2	1

Для наочності порівняння, інтервальні статистичні розподіли вибірок зобразимо графічно у вигляді гістограм частот (рис. 2.1, 2.2).

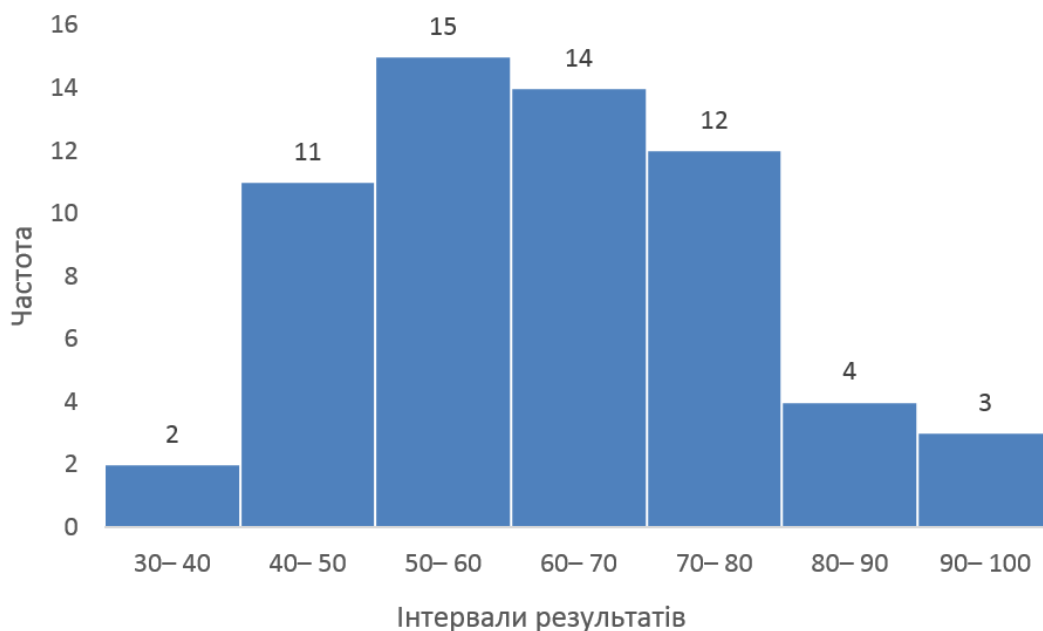


Рис. 2.1. Інтервальний статистичний розподіл результатів спостереження з використанням 3d тренажера (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

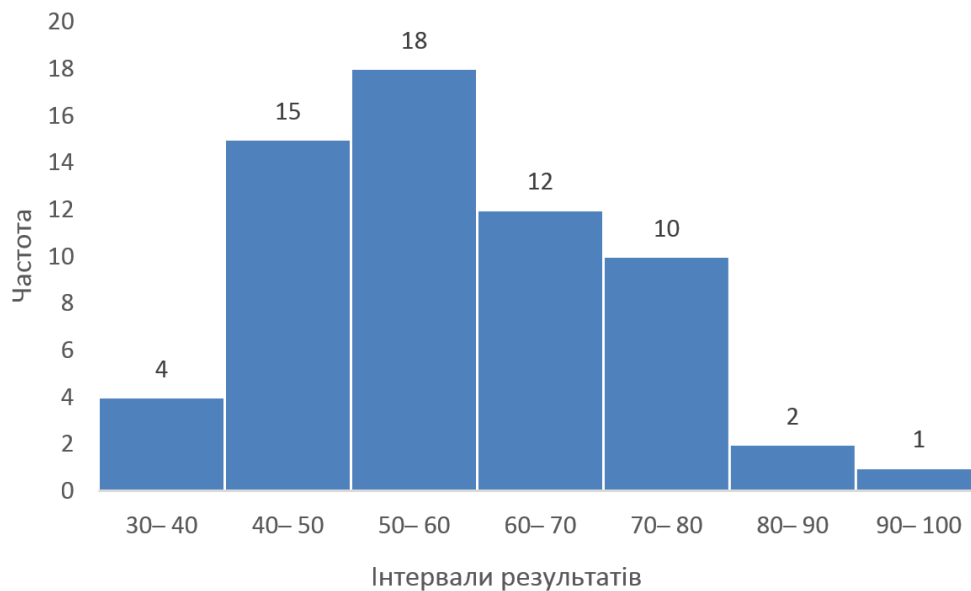


Рис 2.2. Інтервальний статистичний розподіл результатів спостереження при використанні існуючих методів навчання (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

За формою обрисів гістограм частот (рис. 5, 6) можемо припустити, що ознака X має нормальний закон розподілу ймовірностей. Проте наші твердження є лише гіпотетичні, і правильність цієї гіпотези необхідно перевірити. Для перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу ознаки генеральної сукупності використано критерій Пірсона [19, 20]. З метою обчислення критерію визначені числові характеристики інтервального статистичного розподілу вибірок, а саме n , \bar{x}_B , D_B , σ_B [20].

Опрацювавши інтервальні варіаційні ряди двох статистичних розподілів, були одержані результати, які занесені у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Числові характеристики досліджуваних інтервальних статистичних розподілів

№ з.п.	Різновид досліджу	$n = \sum_{i=1}^k n_i$	$\bar{x}_B = \frac{\sum x_i^* n_i}{n}$	$D_B = \frac{\sum (x_i^*)^2 n_i}{n} - (\bar{x}_B)^2$	$\sigma_B = \sqrt{D_B}$
1.	З використанням 3d тренажера	61	62,705	211,13	14,53
2.	З використанням традиційних методів навчання	62	58,065	179,32	13,39

Згідно з [19, 20] критерій узгодженості Пірсона має розподіл χ^2 із $k = q - m - 1$ ступенями вільності та визначається за залежністю:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^q \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}, \quad (5)$$

де q — число інтервалів статистичного розподілу вибірки; m — число параметрів, якими визначається закон розподілу ймовірностей генеральної сукупності згідно з нульовою гіпотезою (для нормального закону $m=2$); n_i — емпіричні частоти вибірки; np_i — теоретичні частоти вибірки.

Для здійснення перевірки достовірності гіпотези про нормальний закон розподілу статистичних показників за результатами спостереження якості підготовки фахівця пожежно-профілактичного спрямування проведено визначення теоретичних частот.

Таблиця 2.4

**Результати розрахунку теоретичних частот статистичного розподілу
результатів з використанням 3д тренажера**

x_i	x_{i+1}	n_i	$z_i = \frac{x_i - \bar{x}_B}{\sigma_B}$	$z_{i+1} = \frac{x_{i+1} - \bar{x}_B}{\sigma_B}$	$\Phi(z_i)$	$\Phi(z_{i+1})$	$np_i = n(\Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i))$	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
30	40	2	-2,25	-1,56	-0,4878	-0,4406	2,8792	0,2685
40	50	11	-1,56	-0,87	-0,4406	-0,3078	8,1008	1,0376
50	60	15	-0,87	-0,19	-0,3078	-0,0753	14,1825	0,0471
60	70	14	-0,19	0,5	-0,0753	0,1915	16,2748	0,3180
70	80	12	0,5	1,19	0,1915	0,3830	11,6815	0,0087
80	90	4	1,19	1,88	0,3830	0,4699	5,3009	0,3193
90	100	3	1,88	2,57	0,4699	0,4950	1,5311	1,4092

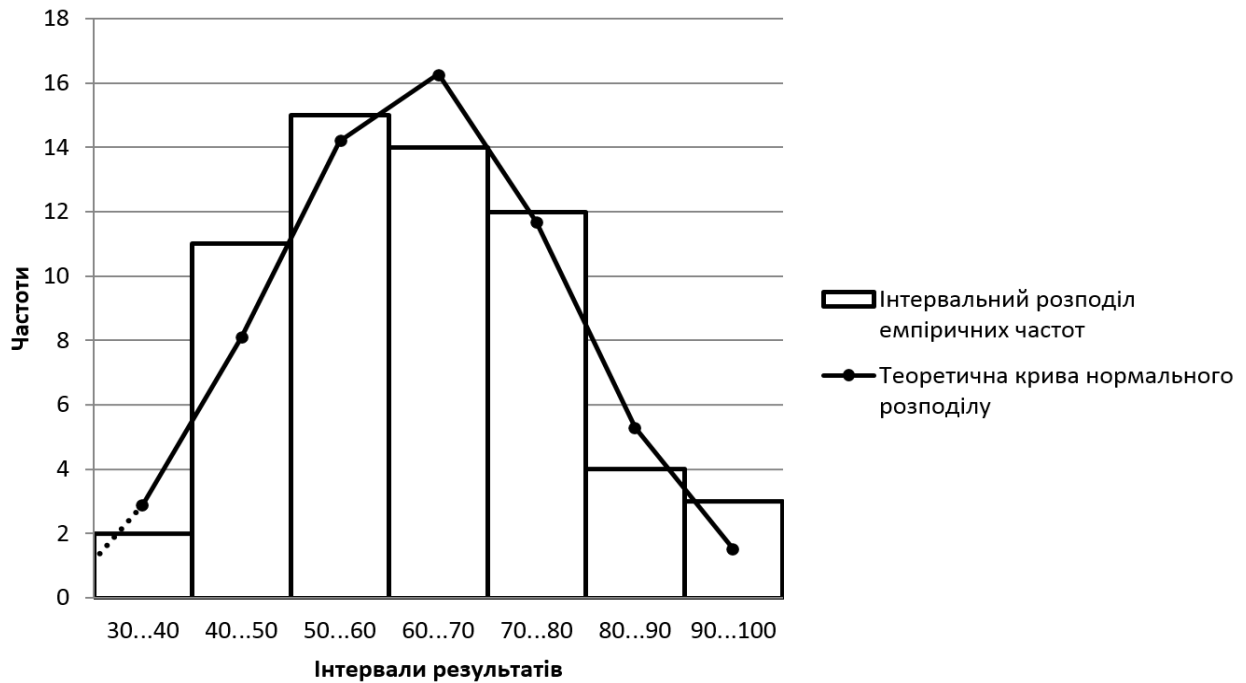


Рис. 2.3. Інтервальний розподіл і теоретична крива нормального розподілу результатів спостереження з використанням 3d тренажера (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

Керуючись [20], можна зробити висновок, що ознака генеральної сукупності гіпотетично узгоджується із нормальним законом розподілу, оскільки розбіжність між емпіричними та теоретичними частотами є незначною. Проте у зв'язку з тим, що це твердження є гіпотетичним, його необхідно перевірити з допомогою критерію узгодженості:

$$\chi_{\text{сп}}^2 = \sum_{i=1}^7 \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = 3,4$$

Визначивши за рівня значущості $\alpha=0,05$ і числа ступенів вільності критичну точку $\chi_{\text{кр}}^2$ [20], побудуємо критичну область (рис. 2.4).

$$\chi_{\text{кр}}^2 (\alpha = 0,05; k = 7 - 2 - 1) = 9,5.$$

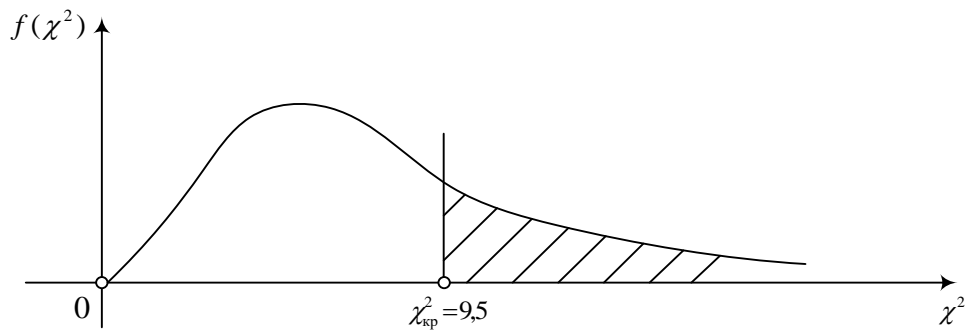


Рис. 2.4. Схематичне зображення критичної області $\chi_{кр}^2$

Отже, можемо зробити висновок, що підстав для відхилення нульової гіпотези про нормальний закон розподілу результатів спостереження якості підготовки фахівця пожежно-профілактичного спрямування з використанням новітніх технологій (ймовірностей ознаки X) немає, адже $\chi_{сп}^2 \in [0; 9,5]$.

Таблиця 2.5

Результати розрахунку теоретичних частот статистичного розподілу результатів спостереження при використанні існуючих методів навчання (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

x_i	x_{i+1}	n_i	$z_i = \frac{x_i - \bar{x}_B}{\sigma_B}$	$z_{i+1} = \frac{x_{i+1} - \bar{x}_B}{\sigma_B}$	$\Phi(z_i)$	$\Phi(z_{i+1})$	$np_i = n(\Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i))$	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
30	40	4	-2,10	-1,35	-0,4821	-0,4115	4,3772	0,032505
40	50	15	-1,35	-0,60	-0,4115	-0,2257	11,5196	1,051528
50	60	18	-0,60	0,14	-0,2257	0,0557	17,4468	0,017541
60	70	12	0,14	0,89	0,0557	0,3133	15,9712	0,987429
70	80	10	0,89	1,64	0,3133	0,4495	8,4444	0,286568
80	90	2	1,64	2,38	0,4495	0,4913	2,5916	0,135048
90	100	1	2,38	3,13	0,4913	0,49931	0,49662	0,510232

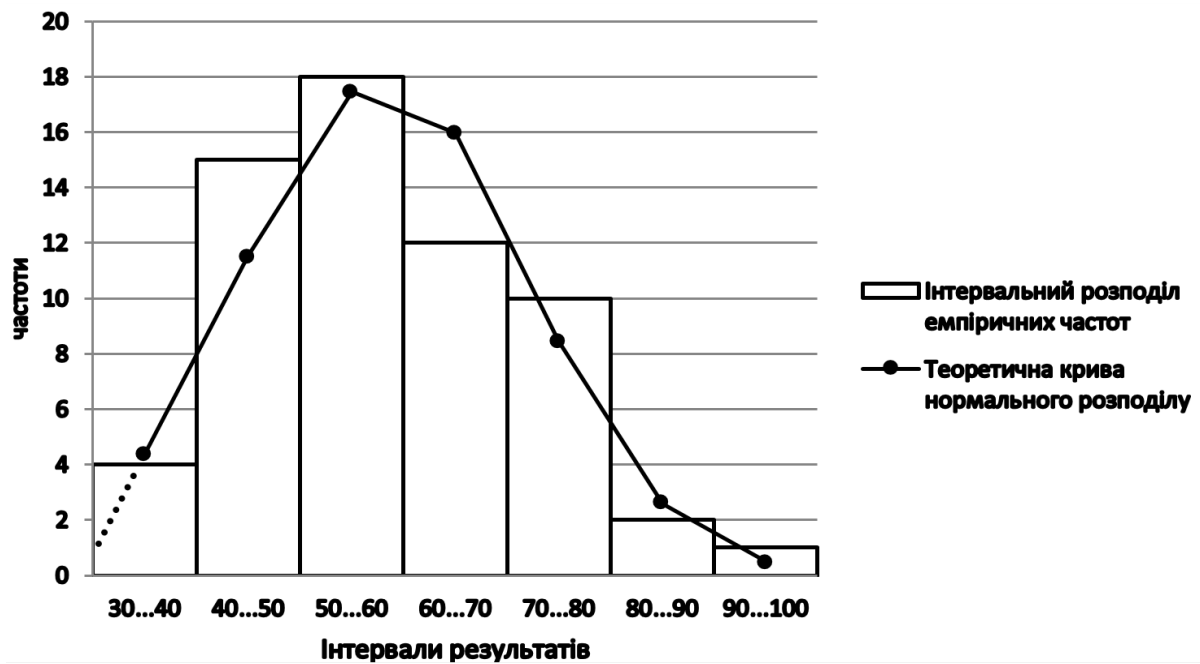


Рис. 2.6. Інтервальний розподіл і теоретична крива нормального розподілу результатів спостереження при використанні існуючих методів навчання (теми «Пожежна безпека об'єктів різного призначення»)

Керуючись [20], можна зробити висновок, що ознака генеральної сукупності гіпотетично узгоджується із нормальним законом розподілу, оскільки розбіжність між емпіричними та теоретичними частотами є незначною. Проте у зв'язку з тим, що це твердження є гіпотетичним, його необхідно перевірити з допомогою критерію узгодженості:

$$\chi_{\text{сп}}^2 = \sum_{i=1}^7 \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = 3,02$$

Визначивши за рівня значущості $\alpha=0,05$ і числа ступенів вільності критичну точку $\chi_{\text{кр}}^2$ [20] та скориставшись схематичним зображенням критичної області, можемо зробити висновок, що підстав для відхилення нульової гіпотези про нормальний закон розподілу результатів спостереження якості підготовки немає, адже $\chi_{\text{сп}}^2 \in [0; 9,5]$.

Таким чином, керуючись результатами проведених досліджень, здійснимо прогнозування ймовірності відповідної якості професійних навиків, які в подальшому здобуватимуть студенти із використанням пропонованої технології навчання та без неї.

За умовний вимірник ймовірності, що якість сформованих компетенцій набуватиме відповідного значення, беремо густину (щільність) розподілу випадкової величини. Відповідно прогнозування проводимо з використанням формули, яка описує щільність імовірності випадкових величин нормального закону розподілу:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (6)$$

де x – очікуваний рівень якості підготовки; μ – математичне сподівання; σ – середнє квадратичне відхилення.

Густина розподілу відповідної якості сформованих компетенцій за умови використання традиційного та новаційного підходів (тема: «Пожежна безпека об'єктів різного призначення») описані кривими на спільній графічній сітці (рис. 2.7).

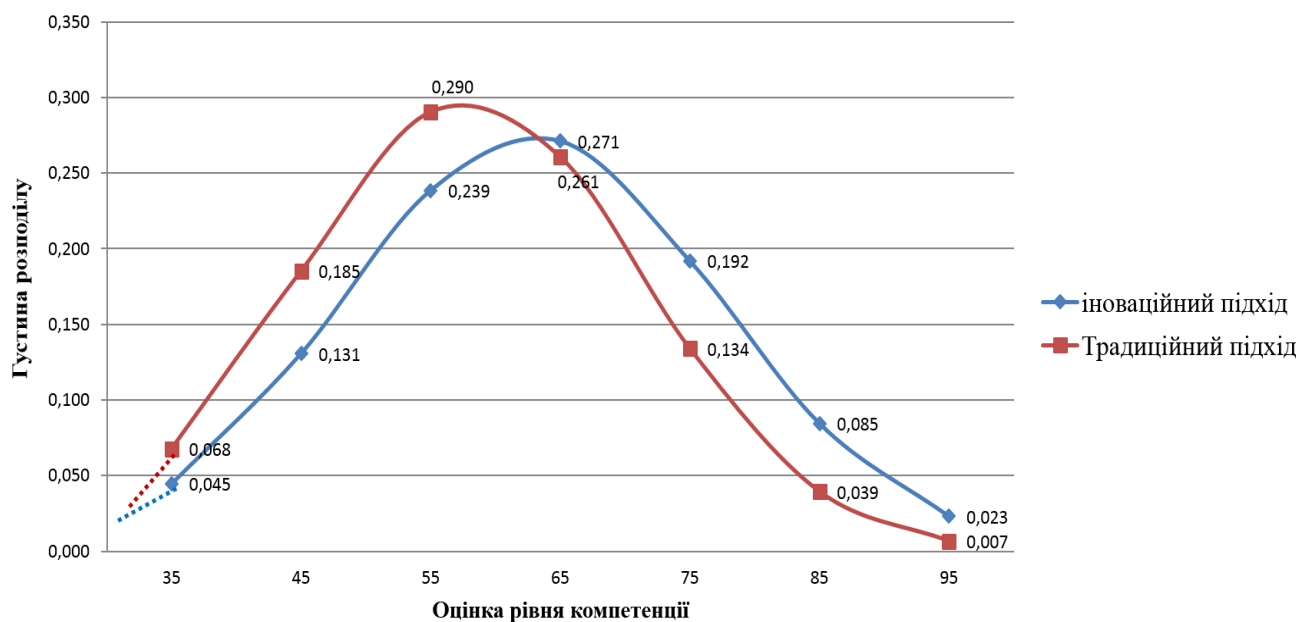


Рис. 2.7. Порівняльна залежність щільностей розподілу відповідної якості сформованих компетенцій за різних підходів до їх формування

Розглянувши представлену графічну залежність (рис. 2.7), можна зробити висновок, що професійні компетенції вищого рівня здобуваються за умови застосування розроблених та інтегрованих в освітнє середовище новаційних засобів підготовки.

Висновки за розділом 2

1. За результатами натурних спостережень, використовуючи загальновідомі методи математичної статистики проведено дослідження ефективності використання розробленого 3D-віртуального комплексу вивчення дисциплін пожежно-профілактичного циклу, що вказує на доцільність подальшого продовження досліджень (повна реалізації проекту «3D віртуальний комплекс вивчення дисциплін пожежно-профілактичного циклу»).

ВИСНОВКИ

Основні наукові результати проведеної роботи полягають у розробленні концептуально нової технології практичної підготовки рятувальників, яка надає можливість підвищувати якість освітнього процесу в умовах обмеженого часового ресурсу. В межах дослідження одержано такі результати:

1. Шляхом комп'ютерного моделювання будівель різнопланового призначення та створення програмної оболонки випадкового генерування індивідуальних завдань розроблено принципово нову технологію практичної підготовки з дисциплін пожежно-профілактичного циклу, яка дозволить проводити індивідуальні віртуальні перевірки стану протипожежної безпеки об'єктів під час самостійного навчання із можливістю віддаленого доступу.

2. Шляхом математичного та геометричного опису основних процесів освітнього середовища побудовано структурно-логічну схему реалізації освітнього процесу у вигляді графа можливих станів системи, що надало підстави відкрити повну сутність взаємозв'язків різних стадій освітнього середовища між собою та виділити область ефективного застосування 3D-інтерактивних технологій навчання.

3. За результатами натурних спостережень, використовуючи загальновідомі методи математичної статистики проведено дослідження ефективності використання розробленого 3D-віртуального комплексу вивчення дисциплін пожежно-профілактичного циклу, що вказує на доцільність подальшого продовження досліджень (повна реалізація проекту «3D віртуальний комплекс вивчення дисциплін пожежно-профілактичного циклу»).

4. Адаптовано метод проблемно-орієнтованого підходу для реалізації інтеграційних процесів запровадження 3D-інтерактивних технологій підготовки шляхом опису його основних положень на прикладі вирішення проблеми якісної реалізації освітнього процесу підготовки рятувальників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гуревич Р. С. Інформаційно-комунікаційні технології в професійній освіті майбутніх фахівців : монографія / Р. С. Гуревич, М. Ю. Кадемія, М. М. Козяр. – Львів : ЛДУБЖД, 2012. – 380 с.
2. Козяр М. М. Інтерактивні методики навчання у ВНЗ / М. М. Козяр // Проблеми та перспективи формування національної гуманітарно-технічної еліти : зб. наук. праць. – Харків : НТУ «ХПІ», 2015. - №42(46). – С. 285-292.
3. Prydatko O. V. Investigation of the processes of the information technologies integration into the training of specialists at mine rescue departments // O. V. Prydatko, I. V. Pasnak // Scientific Bulletin of National mining university: Scientific works. Dnipro : National Mining University, 2017. – №1 (157) – p. 108-113.
4. Данченко О.Б. Аналіз сучасних методів та засобів модульно-рейтингової системи навчання у вищому навчальному закладі / О. Б. Данченко, Т. Ю. Олейнікова, Г. О. Заспа // Вісник Черкаського державного технологічного університету : зб. наук. пр. – Черкаси : ЧДТУ, 2004. – № 2. – С. 157-159.
5. Данченко О.Б. Сучасні моделі та методи управління проектами, портфелями проектів та програмами / О.Б. Данченко, В.В. Лепський // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 29. – С. 46 – 54.
6. Белощицкий А. А. Структура методологии проектно-векторного управления образовательными средами / А. А. Белощицкий // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. – К. : КНУБА, 2011. – № 7. – С. 121-125.
7. Белощицкий А.А. Сравнительные модели в условиях неопределенности для решения задач управления [Текст] / А.А. Белощицкий, Ю.И. Минаева, Г.А. Филимонов // Управление развитием сложных систем. – 2016. – № 25. – С. 91 – 95.
8. Рак Ю. П. Формально-логічні моделі проектування комп'ютерного тренажера з відпрацювання тактичних навиків у керівника ліквідації пожежі /

Ю. П. Рак, О. Б. Зачко, Т. Є. Рак // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – 2010. – № 688 : Комп'ютерні системи та мережі. – С. 197-203.

9. Дерев'янчук А. Й. Загальний методичний підхід до створення навчальних комп'ютерних 3D моделей військово-технічного призначення / А. Й. Дерев'янчук, Д. Р. Москаленко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони : зб. наук. пр. – К. : Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2014 – № 3. – С. 82-88.

10. Гумен О. М. Графічні інформаційні технології у підготовці фахівців технологічних спеціальностей / О. М. Гумен, С. Є. Ляковська, Є. В. Мартин // Теорія і методика електронного навчання : зб. наук. пр. – Кривий Ріг : Криворізький національний університет, 2013 – Вип. IV. – С. 65-68.

11. Придатко О. В. Дослідження областей ефективного застосування 3D-інтерактивних технологій в проектах підготовки рятувальників / О. В. Придатко, Т. В. Ткаченко, А. Г. Ренкас // Вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2016. – №14. – С.38-46.

12. Придатко О. В. Застосування 3D технологій в реалізації якісно-орієнтованого освітнього процесу підготовки рятувальників / О. В. Придатко, Є. В. Мартин, А. Г. Ренкас // Інноваційні комп'ютерні технології у вищій школі : матеріали 8-ї науково-практичної конференції. – Львів : НУ «Львівська політехніка», 2016. – С. 138-144.

13. Rak T. Interactive methods of preparation of specialists for fire and safety service / Y.Rak, T.Rak, I.Malets, A. Renkas // Tendencje rozwojowe w technikach ratowniczych i wyposazeniu technicznym. – Krakow, 2006. – P. 128-130.

14. Придатко О.В. Моделирование процесса практической подготовки фахівців оперативно-рятувальної служби при проектно-орієнтованому управлінні / Придатко О.В. // Вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2012. – №6. – С.90-100.

15. Придатко О.В. Інноваційні технології підвищення якості освітніх проектів в системі цивільного захисту / Придатко О.В. Лозинський Ю.Р. // Вісник ЛДУБЖД: Зб. наук. праць. Львів: ЛДУ БЖД, 2013. – №7. – С.125-133

16. Ренкас А.Г. Застосування інтерактивних тренажерів з метою формування професійних умінь та навичок / Ренкас А.Г., Придатко О.В. // Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2006. – №1. – С.291-295.

17. Семигіна Т.В. Застосування проблемно-орієнтованого навчання у прикладних політологічних дисциплінах / Семигіна Т.В. // Науковий часопис НПУ ім.М.П.Драгоманова. –Серія 22: Політичні науки та методика викладання соціально-політичних дисциплін. – 2014. –Вип. 15. – С. 184-189.

18. Погорелов Ю. С. Проблемно-орієнтований підхід до побудови інформаційної підтримки прийняття стратегічних управлінських рішень / Ю. С. Погорелов, А. Ю. Білоусова // Науковий вісник РУЕТ: Economic Sciences: Зб. наук. праць. Полтава: ПУЕТ, 2014. – №3(65). – С.165-172.

19. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник / В. Е. Гмурман. – [Изд. 9]. – М. : Высшая школа, 2003. – 479 с.

20. Жлутенко В. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навчально-методичний посібник у 2-х частинах. Ч. II / В. І. Жлутенко, С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К. : КНЕУ, 2001. – 336 с.