

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
Кафедра _____ Медіасистеми та технології _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 186 Видавництво та поліграфія _____
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Комп'ютерні технології _____
та системи видавничо-поліграфічних виробництв _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)
« 30 » жовтня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові _____ Перцева Павла Дмитровича _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження можливостей стандартів програмних продуктів для e-learning для розробки дистанційного курсу з інтерактивними елементами

затверджена наказом по університету від _____ 27 жовтня 2023р. № 1249 Ст

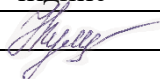
2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 18 січня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи
Дистанційні навчальні курси з інтерактивними елементами; система управління навчанням Moodle; стандарти програмних продуктів для електронного навчання.

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Теоретичний аналіз онлайн-навчання та систем управління навчанням; Дослідження стандарту SCORM; Вивчення інтерактивних елементів дистанційних навчальних курсів; Створення рекомендацій з розробки онлайн-тренінгу, сумісного зі SCORM; Експериментальний розділ; Економічна частина; Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Класифікація LMS; Архітектура LMS; Постановка задачі дослідження%; Клієнт-серверна модель взаємодії LMS з навчальним контентом; Структура стандарту SCORM; Організація навчального матеріалу за SCORM; Інтерактивні елементи навчальних курсів; Рекомендації з розробки онлайн-тренінгу, сумісного зі SCORM; Результати експериментів; Економічна частина; Висновки.

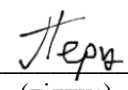
6. Консультанти розділів роботи


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Кулішова Н.Є.		17.12.23
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		17.12.23

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичний аналіз онлайн-навчання та систем управління навчанням	05.11.2023	виконано
2	Дослідження стандарту SCORM	12.11.2023	виконано
3	Вивчення інтерактивних елементів дистанційних навчальних курсів	17.11.2023	виконано
4	Створення рекомендацій з розробки онлайн-тренінгу, сумісного зі SCORM	25.11.2023	виконано
5	Експериментальна частина	30.11.2023	виконано
6	Економічна частина	10.12.2023	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	15.12.2023	виконано
8	Оформлення графічної частини	20.12.2023	виконано
9	Захист кваліфікаційної роботи		

Дата видачі завдання 30 жовтня 2023 р.

Студент  Перцев П.Д.
(підпис)

Керівник роботи  проф. Кулішова Н.Є.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 82 с., 6 табл., 26 рис.,
3 дод., 36 джерел.

E-LEARNING, СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ, MOODLE,
SCORM, НАВЧАЛЬНИЙ КОНТЕНТ, ІНТЕРАКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ,
ПРОТОКОЛ ОБМІНУ ДАНИМИ.

Основною метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення якості
електронних дистанційних курсів з мультимедійним інтерактивним
контентом.

Об'єкт дослідження – процес розробки електронного дистанційного
курсу.

Предмет дослідження – моделі агрегування вмісту, моделі даних
протоколів обміну даними SCORM, методи експертного оцінювання.

У ході виконання роботи було розглянуто можливості та підходи до
впровадження протоколів обміну даними за стандартом програмних продуктів
для e-learning SCORM; досліджено особливості інтерактивних елементів
дистанційних навчальних курсів; розроблено рекомендації щодо вживання
можливостей стандартів програмних продуктів до розробки дистанційних
навчальних курсів з інтерактивними елементами; проведено
експериментальне дослідження розроблених рекомендацій.

ABSTRACT

Explanatory note of qualification work: 82 p., 6 tab., 26 pic., 3 app., 36 sources.

E-LEARNING, LEARNING MANAGEMENT SYSTEMS, MOODLE, SCORM, EDUCATIONAL CONTENT, INTERACTIVE ELEMENTS, DATA EXCHANGE PROTOCOL.

The main goal of this qualification work is to improve the quality of electronic distance courses with multimedia interactive content.

The object of research is the process of developing an electronic distance course.

The subject of research is content aggregation models, data models of SCORM data exchange protocols, methods of expert evaluation.

In the course of the work, the possibilities and approaches to the implementation of data exchange protocols according to the standard of software products for e-learning SCORM were considered; the peculiarities of interactive elements of distance education courses were investigated; recommendations were developed for using the capabilities of software product standards for the development of distance learning courses with interactive elements; an experimental study of the developed recommendations was carried out.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	8
ВСТУП	9
1 АНАЛІЗ ОНЛАЙН НАВЧАННЯ ТА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ	13
1.1 Основні категорії LMS	15
1.2 Побудова студентоцентричної системи навчання та протоколи навчання	22
1.3 Постановка задачі дослідження	28
2 ОПИС СТАНДАРТУ SCORM	32
2.1 Агрегування вмісту	34
2.2 Час виконання	36
2.3 Послідовність і навігація SCORM	42
3 ІНТЕРАКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ДИСТАНЦІЙНИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ	44
4 РЕКОМЕНДАЦІЇ З РОЗРОБКИ ОНЛАЙН-ТРЕНІНГУ, СУМІСНОГО ЗІ SCORM	51
5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	54
5.1 Співставлення стандартів програмних продуктів для e-learning	54
5.2 Дослідження можливостей протоколів обміну даними між дистанційними курсами та LMS за стандартом програмних продуктів для e-learning	61
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	70
6.1 Характеристика науково-дослідного рішення	70
6.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата	70
6.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	73
6.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи	76
6.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР	77
ВИСНОВКИ	79
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	80

ДОДАТОК А Маніфест тестового курсу за стандартом SCORM 1.2	83
ДОДАТОК Б Маніфест тестового курсу за стандартом SCORM 2004.....	84
ДОДАТОК В SCORM-пакет тестового курсу	86

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

LMS – Learning Management System – система управління навчанням.

e-Learning – електронне навчання.

ЗВО – заклад вищої освіти.

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології.

Sharable Content Object Reference Model – SCORM – стандарт, розроблений для систем дистанційного навчання.

AICC – найперший стандарт електронного навчання.

LRS – Learning Record Store – сховище записів про навчання.

Tin Can API (xAPI) – стандарт програмних продуктів для електронного навчання.

cmi5 – ключовий компонент системи навчання на основі xAPI.

H5P (скорочення від Html-5-Package) – плагін, який допомагає створювати та запускати інтерактивний вміст та інтерактивне відео в LMS або інших видах веб-переглядача електронного навчання.

Content Aggregation Module – CAM – модуль Агрегування вмісту в стандарті SCORM вказує, як має бути упаковано та описано вміст навчального курсу.

Run-Time Environment – RTE – розділ Час виконання в стандарті SCORM вказує, як має запускатися вміст курсу і як він взаємодіє з LMS.

Sequencing and Navigation – SN – розділ Послідовність в стандарті SCORM визначає, як учень може переходити між частинами курсу.

SCO – Sharable Content Object – елементарний ресурс контенту навчального курсу.

ВСТУП

Людям притаманна властивість навчатися разом та ділитися знаннями. До недавніх часів задля цього їм потрібно було збиратися водночас в певний час в певному місці. Але тепер сучасні комп'ютерні та мережеві технології звільняють від цієї вимоги: будь хто може навчатися будь чому в будь якому місці в будь який час. Такий спосіб навчання прийнято називати дистанційним, або онлайн-навчанням (e-learning), яке можна розглядати як процес використання комп'ютерних технологій для створення навчального досвіду.

Засобом реалізації дистанційного навчання є система управління навчанням (LMS – Learning Management System) – це програмний додаток або платформа, яка полегшує керування, проведення та відстеження навчальних курсів і навчальних програм. Додаток надає централізовану систему, де викладачі або інструктори можуть створювати, організовувати та надавати контент учням, а учні можуть отримувати доступ до матеріалів і працювати з ними.

Платформи LMS зазвичай пропонують такі функції, як створення курсів, керування вмістом, інструменти оцінювання, відстеження учнів, інструменти спілкування та можливості звітування. LMS широко використовуються в різних навчальних закладах, включаючи школи, університети, корпоративні навчальні програми та онлайн-навчальні платформи, щоб забезпечити ефективно та масштабоване навчання. Тепер розглянемо, як працює система управління навчанням.

У сфері освіти та технологій, що швидко розвивається, система управління навчанням стала критично важливим інструментом, який спрощує та збагачує процес викладання та навчання. В рамках LMS викладачі можуть скласти комплексну навчальну програму, систематично організовуючи та розташовуючи зміст курсу. Це включає визначення та узгодження навчальних цілей з кожним сегментом навчального плану, таким чином забезпечуючи узгодженість і безперервність протягом курсу.

Гнучкість LMS також дозволяє викладачам інтегрувати різні типи навчальних матеріалів у свої курси. Вони можуть включати текстові уроки, мультимедійні презентації, інтерактивні заходи, дискусійні форуми, вікторини та оцінювання. Ця різноманітність обслуговує різні стилі навчання, тим самим підвищуючи доступність і ефективність змісту курсу. Крім того, функція створення навчального плану LMS часто включає можливість установлювати попередні правила для певних модулів або тем. Ця функція гарантує, що учні оволодіють фундаментальними знаннями, перш ніж переходити до більш складних концепцій, полегшуючи структуроване та покрокове навчання.

LMS дозволяє викладачам завантажувати та надавати широкий спектр вмісту *res* для задоволення різноманітних стилів навчання та вподобань. Це може включати текстові документи, відео, аудіофайли, інтерактивні тести та мультимедійні презентації. Після завантаження ці ресурси впорядковані в структурі курсу, часто розбиті на керовані модулі або уроки для зручності навігації.

Доставка вмісту в LMS може бути синхронною або асинхронною. У синхронному навчанні викладачі та студенти взаємодіють у режимі реального часу, часто під час живих лекцій або вебінарів. Асинхронне навчання, з іншого боку, дозволяє учням отримувати доступ до вмісту, коли їм зручно, сприяючи самостійному навчанню.

Можливості доставки контенту LMS поширюються на мобільні пристрої, що робить навчання доступним практично будь-де та будь-коли. Така повсюдність гарантує, що навчання може відбуватися в гнучкому середовищі та в темпі, який відповідає стилю життя та зобов'язанням кожного учня.

Важливим компонентом надійної системи управління навчанням є її здатність сприяти спілкуванню та співпраці між її користувачами. Ця функція сприяє інтерактивному та захоплюючому навчальному середовищу, яке значною мірою сприяє загальному освітньому досвіду. За допомогою LMS викладачі можуть сприяти спілкуванню зі студентами та між ними за допомогою різних засобів, таких як оголошення, електронні листи, дошки

обговорень і форуми чатів. Ці інструменти дозволяють взаємодіяти в режимі реального часу, надаючи можливість учням ставити запитання, роз'яснювати сумніви та ділитися ідеями, таким чином збагачуючи своє розуміння матеріалу курсу. Подібним чином інструменти для спільної роботи в LMS можуть вивести навчання за межі традиційного класу. Це можуть бути групові проекти, спільні документи та системи рецензування, що дозволяє учням працювати разом, вчитися один в одного та розвивати навички командної роботи. Це відчуття спільності сприяє більш динамічному та інтерактивному навчанню.

LMS надає різноманітні інструменти оцінювання, що дозволяє викладачам розробляти та проводити тести, тести, завдання та іспити. Вони можуть бути відформатовані як питання з вибором відповідей, короткі відповіді, есе або інші типи, які найкраще відповідають цілям навчання. Універсальність цих засобів дозволяє комплексно оцінювати знання та розуміння студентами.

Більше того, LMS часто має функцію автоматичного оцінювання, яка може значно скоротити час і зусилля, затрачені на оцінювання тестів із варіантами відповідей та інших простих оцінювань.

Можливості інтеграції дозволяють LMS легко підключатися до іншого програмного забезпечення та платформ, які може використовувати установа. Це може включати студентські інформаційні системи, платформи електронної пошти, програми календарів, системи керування вмістом тощо. Ця сумісність забезпечує уніфіковану систему, в якій дані передаються безперебійно, а користувачі можуть отримати доступ до всіх необхідних ресурсів з однієї платформи. У корпоративному середовищі LMS може також інтегруватися з системами управління персоналом, інструментами управління взаємовідносинами з клієнтами (CRM) або іншими бізнес-додатками, оптимізуючи операції та підвищуючи ефективність.

Реалізація дистанційного навчання – це нескінченний процес, який постійно ускладняється згідно вимогам студентів та можливостям викладачів.

Постійний розвиток програмних технологій дозволяє створювати все більш складний контент, вимагає наявності засобів включення нових видів контенту до існуючих LMS, забезпечення їх повної сумісності. Можливості із забезпечення повної функціональності інтерактивного контенту для дистанційних курсів, які надаються сучасними стандартами програмних продуктів для e-learning досліджуються в даній кваліфікаційній роботі.

1 АНАЛІЗ ОНЛАЙН НАВЧАННЯ ТА СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ

У сучасному світі поняття Онлайн-навчання (e-Learning), є комплексним і включає кілька складових:

– змішане навчання (blended learning) – навчання, що поєднує у собі заняття з інструктором та навчання у мережі з варіантами діяльності “не в класі”. Студент може створювати проекти, користуватися допомогою менторів тощо. Blended learning буває синхронним та асинхронним;

– мобільне навчання (mobile learning) – навчання з використанням мобільних девайсів;

– неформальне навчання (informal learning) – діяльність поза формальним середовищем (клас, онлайн-клас тощо). Цей тип навчання працює за допомогою соціальної взаємодії.

Очікується, що до 2026 року глобальний ринок електронного навчання досягне понад 370 мільярдів доларів США [1].

Системи управління навчанням (Learning Management System – LMS) – це насамперед системи управління різними освітніми процесами. Їх налаштовано для забезпечення навчального робочого процесу, який можна використовувати для різних середовищ, включаючи особисті курси, онлайн (як у синхронних, так і в асинхронних середовищах) і гібридні курси. Станом на квітень 2020 року 98% навчальних закладів перевели більшість своїх класів на онлайн-курси [1].

Ринок LMS величезний, оскільки вони мають багаторазове використання. Розмір ринку систем управління навчанням (LMS) у 2022 році оцінювався в 15,1 мільярда доларів США (рис. 1.1), а до 2030 року очікується, що він досягне 76,18 мільярда доларів США, зростаючи на 17,04% CAGR з 2023 по 2030 рік [2].

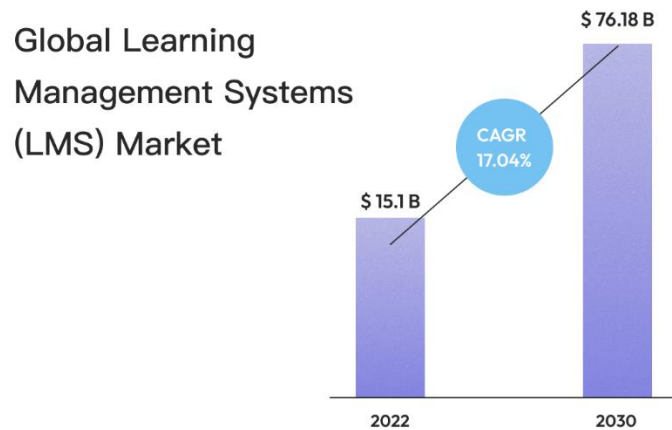


Рисунок 1.1 – Розмір ринку систем управління навчанням

Після налаштування для навчального закладу LMS дозволяє кінцевим користувачам – як правило, викладачам і студентам – виконувати такі дії:

- співпрацювати та спілкуватися в системі – як викладачам зі студентами, так і студентам зі студентами;
- імпортувати SCORM-сумісний вміст від виробників освітнього контенту;
- створювати, адмініструвати та оцінювати завдання та тести;
- створювати звіти для студентів, викладачів та адміністраторів;
- інтегрувати зі звичайними інструментами класу, такими як Google Apps;
- вмикати як мобільний доступ, так і доступ до настільного/портативного комп’ютера.

Не всі технології виправдали початкові очікування. Багато експертів та викладачів прогнозували вибухову популярність систем віртуальної реальності, а насправді більшість студентів не захотіли проходити пілотні VR-курси. В деяких областях VR все ж таки знайшли свою аудиторію – майбутні інженери та медики на віртуальних тренажерах вже відпрацьовують хірургічні операції та вивчають будову складних механізмів.

В сфері e-Learning величезні системи та протоколи створювалися під біхевіористську концепцію (instruction based), коли наявний певний пакет знань. Його можна сформувати у тій формі, в якій необхідно для інтеграції у певну систему.

У наш час заклади вищої освіти (ЗВО) стикаються із серйозними викликами та складними проблемами, але є надія принаймні частково вирішити проблеми, з якими стикається ЗВО, за допомогою Інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ). 79% студентів використовували ноутбук для доступу до онлайн-курсу після COVID-19. Настільним комп'ютером користувалися 15%, планшетом – 3%, смартфоном – 2%. 10% студентів повинні були поділитися пристроєм, який вони використовували для доступу до курсу, з іншими користувачами [1].

Засновуючись на розробках ІКТ, ЗВО отримали час і можливість ознайомитися з різними рішеннями для управління навчанням, приділяючи більшу увагу використанню LMS у своїх освітніх програмах. Розглядаючи студента основним замовником, кінцевою метою буде успішний студент, а це студент, що не лише закінчив факультет, але й зміг негайно працевлаштуватися з навичками, які на ринку зайнятості визнано задовільними для початку кар'єри.

1.1 Основні категорії LMS

LMS можна визначити як ключову технологію для доступу до навчального контенту у будь-який час і в будь-якому місці та для адміністрування цього контенту. Також, можна розглядати LMS як набір програмних платформ, які надаються користувачам інструкторами через Інтернет та за допомогою різноманітних апаратних засобів. Різні типи LMS можна розділити на три основні сімейства, і ці сімейства [3, 5, 6, 7]:

- запатентовані (або комерційні, або власні, або пропріетарні – proprietary LMS);
- системи з відкритим кодом (open-source LMS);
- хмарні (cloud LMS);
- гібридні hybrid LMS.

З точки зору призначення передбачалося, що всі LMS з усіх основних категорій є такими, що вони керують освітнім циклом і даними студентів як мінімум.

Запатентовані LMS системи називаються пропрієтарними, тому що вони були ліцензовані їхніми розробниками на підставі виключних законних прав, що належать власнику(ам) авторських прав. Запатентовані LMS вимагають наявності розвиненої інфраструктури (будівлі, обладнані лабораторіями, мережами, комп'ютерами тощо), а також передбачають встановлення платформ на серверах і комп'ютерах ЗВО.

У випадку, якщо ЗВО не має достатньо розвиненої інфраструктури і студенти не можуть отримати доступ до серверів із зовнішніх джерел, а LMS потрібно підключати через внутрішню інфраструктуру, це може бути недоліком. Однак, нова тенденція полягає в тому, щоб задовольнити потреби в навчанні та розвитку людських ресурсів середніх та великих підприємств. Щоб забезпечити економічну ефективність, власну LMS потрібно придбати, якщо кількість студентів перевищує 2000 і використання LMS розраховане принаймні на три роки. Хоча з початку ЗВО були залучені до використання пропрієтарних LMS, це більше не є таким життєздатним та економічно ефективним рішенням [3, 5, 6, 7].

LMS з відкритим кодом. Вони зробили вихідний код доступним за загальнодоступною безкоштовною ліцензією, що дає користувачеві права використовувати, змінювати, вивчати, доповнювати та безкоштовно поширювати результати будь-кому та з будь-якою метою. LMS з відкритим вихідним кодом передбачають менші витрати, пов'язані з ліцензіями на програмне забезпечення і технічне обслуговування/модернізацію, не вимагають розвиненої інфраструктури та, що найважливіше, пропонують свободу розробити власну LMS, засновану на власних цілях, власних вимогах і адаптовану до власних потреб [3, 5, 6, 7].

Основні переваги LMS з відкритим кодом: у вищій освіті заклади зацікавлені у виборі програмного забезпечення, яке вони можуть

модифікувати для обслуговування їхніх конкретних потреб та систем, і університет може прийняти власне рішення про те, чи потрібно або коли оновлювати до нової версії.

LMS з відкритим вихідним кодом вважаються дуже хорошим рішенням для малих і середніх ЗВО. Зокрема, Moodle – це найпопулярніша LMS з відкритим кодом на ринку вищої освіти, та одна з трьох найпоширеніших LMS в світі (рис. 1.2) [1].

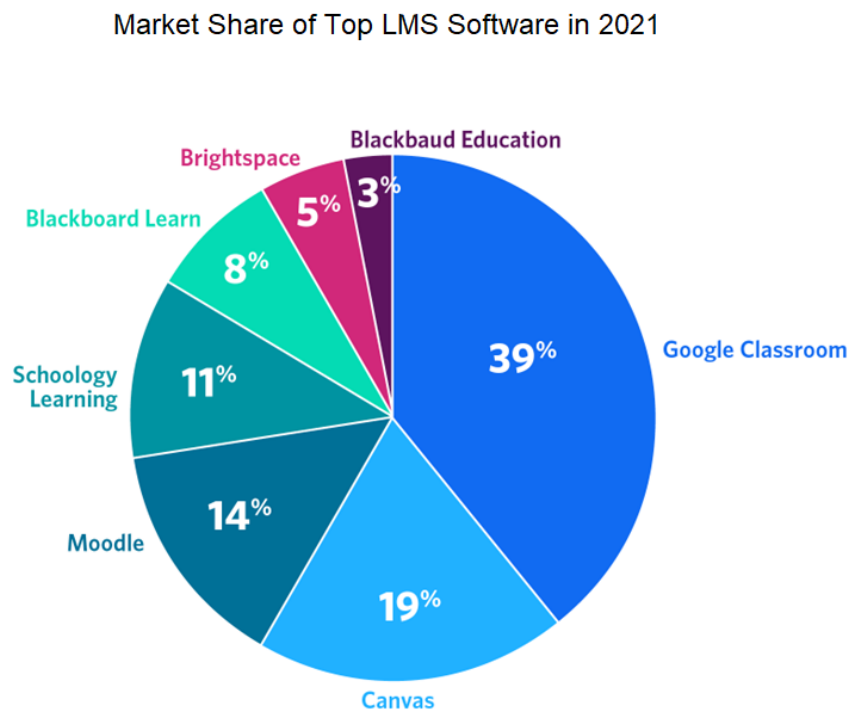


Рисунок 1.2 – Розподіл секторів ринку систем управління навчанням

Хмарні LMS з'явилися на спеціалізованому ринку, коли розробники об'єднали функції хмарних обчислень із опціями, доступними в Інтернеті, щоб використовувати усе це для доставки онлайн-навчання для будь-якого студента в будь-який час і в будь-якій точці світу. Хмарні LMS є недорогим рішенням, яке «може використовувати переваги зручність і гнучкість технології». З усіх переваг основними та істотно важливими можна назвати наступне:

- не вимагають встановлення платформи LMS;
- можна отримати прямий доступ через підключення до Інтернету;

- управління (тобто створення, завантаження, зміну, обмін даними тощо) можна здійснювати через Інтернет-браузер;
- низька вартість рішення, оскільки не потрібна дорога інфраструктура, ліцензії на спеціалізоване програмне забезпечення, відсутність обслуговування з боку користувача;
- надзвичайно мобільне рішення, оскільки не потребує інтерфейсу обличчям до обличчя;
- можливість персоналізації навчання за потребою, а також здатність надавати персоналізований та миттєвий зворотній зв'язок з користувачами.

Ці переваги роблять хмарні LMS придатним рішенням для малого та середнього розміру ЗВО і особливо для тих ЗВО, які не мають належної та достатньої інфраструктури, а також стикаються із збільшенням кількості студентів (набору).

LMS дозволяють інструкторам створювати та імпортувати навчальний контент у LMS. Часто викладачі та/або студенти можуть встановлювати індивідуальні цілі, а потім відстежувати прогрес у досягненні цих цілей. За останній рік багато LMS також інтегрували плагіни для інтегрованих відеоконференцій у Zoom, WebEx або інші програми.

Незалежно від типу LMS, який використовує ЗВО, взаємодія між людьми та системою здійснюється за допомогою цифрових пристроїв (комп'ютер/планшет/мобільний телефон/смартфон/мережі) і віртуальних засобів (Інтернет, хмарні обчислення тощо).

Розглянемо деякі популярні системи управління навчанням.

1. Moodle [8]. Moodle є однією з найпопулярніших систем управління навчанням з відкритим вихідним кодом. Вона пропонує широкий спектр функцій: курси навчання, завдання, форуми, відеоконференції, спільна робота та звіти. Moodle підтримує розширення та налаштування для відповідності конкретним потребам навчальної організації. Має велику спільноту користувачів, яка активно співпрацює та допомагає один одному. Можна знайти багато корисних ресурсів, плагінів та шаблонів, розроблених

спільнотою. Але Налаштування та управління Moodle може бути складним для новачків. Для повного розуміння платформи може знадобитися час та зусилля. Іноді велика кількість функцій та налаштувань в Moodle може викликати певну плутанину та перевантаження для користувачів. Для ефективної роботи Moodle потрібна належна технічна інфраструктура, включаючи сервери та бази даних. Це може вимагати додаткових витрат та зусиль для підтримки платформи.

2. Blackboard Learn [9]. Blackboard Learn є популярною комерційною системою управління навчанням. Вона надає можливості для створення курсів, спілкування, завдань, тестування та звітів. Blackboard Learn також має інтегровані інструменти для відеоконференцій, плагіни для адаптивного навчання та інформаційні панелі для аналізу даних про навчання; підтримує інтеграцію з іншими системами управління навчанням, електронними бібліотеками, що дозволяє розширити можливості навчання та спілкування. Blackboard має мобільну версію та додатки для смартфонів, що дозволяє студентам та викладачам отримувати доступ до курсів та матеріалів з будь-якого місця та в будь-який час. Але Blackboard може вимагати певного часу та зусиль для оволодіння всіма його функціями та налаштуваннями. Деякі користувачі можуть вважати його інтерфейс незручним або заплутаним. Використання Blackboard означає залежність від хмарної платформи та інфраструктури.

3. Canvas [10]. Canvas є іншою популярною комерційною LMS. Вона пропонує створення курсів, спілкування, завдання, тестування, електронні портфоліо та звіти. Canvas також має інтегровані інструменти для відеоконференцій, спільної роботи та благодійних акцій. Canvas має інтуїтивний і простий для користувача інтерфейс, що полегшує навігацію та використання платформи для як студентів, так і викладачів. Але платформа має обмежені можливості персоналізації для викладачів, особливо це стосується вигляду курсу та налаштувань оцінювання. Це може бути незручно для викладачів, які бажають більшої гнучкості в організації своїх курсів.

4. Schoology [11] – це LMS, спрямована на шкільне навчання. Вона надає можливості для створення курсів, завдань, спілкування та звітів. Schoology також має інтегровані інструменти для спільної роботи, індивідуального навчання та аналізу даних про навчання.

5. Google Classroom [12] – це безкоштовна система управління навчанням, розроблена Google. Вона надає інструменти для створення курсів, завдань, спілкування та звітів. Google Classroom також інтегрується з іншими інструментами Google, такими як Google Docs, Google Drive та Google Calendar.

6. D2L Brightspace [13]. D2L Brightspace є комерційною системою управління навчанням, яка пропонує широкий спектр функцій, включаючи створення курсів, завдань, форумів, спілкування між студентами та викладачами, тестування та звіти. Безпека та конфіденційність є важливою складовою системи D2L Brightspace.

7. Adobe Captivate Prime [14] – ця система управління навчанням пропонує інструменти для створення, поширення і відстеження навчальних модулів. Крім того, Adobe Captivate Prime надає можливості для присвоєння рівня компетентності, оцінки та звітування.

8. Schoox [15]. Schoox є системою управління навчанням, спрямованою на підприємства та організації. Вона пропонує інструменти для створення курсів, завдань, спілкування та звітів. Schoox також має модулі для обміну знаннями та соціального навчання.

9. Edmodo [16] – безкоштовна платформа навчання та спілкування для учнів, вчителів та батьків. Вона надає можливості для створення курсів, завдань, спілкування та звітів. Edmodo також має функції для обміну знаннями та взаємодії з батьками.

10. TalentLMS [17] – хмарна система управління навчанням, яка дозволяє легко створювати та поширювати навчальні курси. Вона має інтуїтивний інтерфейс, інструменти для спілкування та звітів, а також підтримку мобільних пристроїв.

11. Sakai [18] – відкрита система управління навчанням, розроблена спільнотою університетів та організацій. Вона пропонує широкий спектр функцій, включаючи створення курсів, завдань, форумів, спілкування та звітів. Sakai також підтримує розширення та налаштування для відповідності конкретним потребам користувачів.

12. Jenzabar [19] – комерційна система управління навчанням, спрямована на вищу освіту. Вона пропонує інструменти для створення курсів, завдань, електронних портфоліо, спілкування та звітів. Jenzabar також має функції для обміну знаннями та інтегровані аналітичні інструменти для аналізу даних про навчання.

13. iSpring Learn [20] – це система управління навчанням, спрямована на навчання та розвиток персоналу. Вона пропонує інструменти для створення курсів, тестування, спілкування та звітів. iSpring Learn також має мобільні додатки для зручного доступу до навчального матеріалу.

14. EdX [21] – це онлайн-платформа для навчання, яка надає доступ до курсів від кращих університетів та організацій з усього світу. EdX пропонує широкий вибір курсів з різних галузей, включаючи науку, технології, дизайн, бізнес, мови та багато іншого. Після успішного завершення курсу на EdX можна отримати сертифікат, що підтверджує досягнення. Це може бути цінним додатком до резюме або портфоліо. Багато курсів на EdX є безкоштовними для доступу, але вартість отримання сертифіката може бути значною. Це може бути перешкодою для деяких студентів.

Нинішніми лідерами ринку в області LMS є Canvas, Blackboard, D2L Brightspace і Moodle. Хоча Moodle був одним із перших, хто це зробив, багато LMS включили вікі-подібні функції для індивідуального чи спільного написання, що дозволяє студентам створювати гіпертексти з певною формою призначення версій (наприклад, Moodle wiki, сторінки Canvas) [4]. 23% компаній використовують ту саму LMS більше п'яти років [1].

1.2 Побудова студентоцентричної системи навчання та протоколи навчання

Традиційно системи e-learning розвивалися як веб-системи. Ця парадигма дуже підійшла системам навчання, насамперед через те, що дала викладачам досить прості засоби для створення навчального контенту. Будь-яка LMS зараз надає непогані засоби для створення презентацій, різних тестів і всього необхідного для розробки навчального курсу, при цьому все це робиться безпосередньо в браузері. Є багато сторонніх authoring tools, і вони активно використовуються, особливо для створення будь-якого складнішого контенту, але наприкінці ланцюжка все одно використовується інтернет та публікація у форматі, що підходить для вбудовування у веб-сторінку.

LMS працює в режимі клієнт-сервер (рис. 1.3). Основне завдання сервера – синхронізація дій різних користувачів. Для цього визначається фіксований протокол спілкування між клієнтом та сервером, за допомогою якого можна пересилати повідомлення від клієнта на сервер і, у найпростішому випадку, розсилати решті клієнтів. Крім того, потрібно відстежувати логіку взаємодій на боці сервера.



Рисунок 1.3 – Архітектура LMS

Контент курсу знаходиться "всередині" клієнта. Саме тому клієнти LMS часто важкі у плані розміру. Коли додається щось нове, користувачі мають завантажувати оновлення, а додати щось нове може лише сам розробник. Тому доводиться зберігати контент на боці сервера. У цьому варіанті клієнт більше схожий на веб-браузер – він завантажує все потрібне і кешує.

Створення курсів для систем дистанційного навчання здійснюється відповідно до стандартів SCORM, AICC, IMS та інших.

AICC – найперший стандарт електронного навчання [22]. Він отримав підтримку багатьма системами дистанційного навчання і тому залишається затребуваним і сьогодні. Хоча більшість навчальних платформ можуть приймати вміст, сумісний із AICC, специфікація більше не підтримується. У 2018 році AICC назвали «неіснуючим динозавром» у статті Software Advice про вибір технічного стандарту для вмісту електронного навчання. Хоча він, можливо, більше не використовується, він проклав шлях для SCORM та всіх інших специфікацій електронного навчання, які слідували за ним.

IMS. Стандарт IMS розвивається та підтримується IMS Global Learning Consortium [23]. Робота щодо його розробки ведеться з 1997 року. На відміну від інших стандартів, він із самого початку створювався для застосування у вищих навчальних закладах. Основні напрямки розробки специфікацій IMS – метадані, упаковка змісту, сумісність питань та тестів, а також управління змістом.

Sharable Content Object Reference Model (SCORM) – стандарт, розроблений для систем дистанційного навчання [24]. Цей стандарт містить вимоги до організації навчального матеріалу та всієї системи дистанційного навчання. Результатом виконання цієї програми стало створення посилальної моделі об'єктів освітнього контенту, що спільно використовуються – специфікація SCORM. Фактично ця модель представляє технічну інфраструктуру, що дозволяє спільно використовувати об'єкти у розподіленому навчальному середовищі. На даний момент специфікація є однією з найбільш використовуваних у світі. SCORM дозволяє забезпечити

сумісність компонентів та можливість їх багаторазового використання: навчальний матеріал представлений окремими невеликими блоками, які можуть включатись у різні навчальні курси та використовуватися системою дистанційного навчання незалежно від того, ким, де та за допомогою яких засобів були створені. SCORM базується на стандарті XML. Крім того, створити вміст SCORM досить легко, оскільки більшість інструментів створення SCORM є інтуїтивно зрозумілими та дозволяють конвертувати наявний вміст у курс електронного навчання з такими інтерактивними елементами, як вікторини та перевірки знань.

Історично склалося, що протокол SCORM спочатку активно використовувався у ВПС США та передбачав саме біхевіористську систему навчання. А це мало на увазі, що дії студента зовсім не важливі - він повинен просто завчити всю інформацію, що надається. Однак, наразі актуальніше постає питання: "Як правильно в сучасному світі організувати ефективну систему навчання саме з використанням онлайн-сервісів?"

Щоб відповісти на це питання, необхідно врахувати три тези:

- система має бути студентоцентричною;
- система має підтримувати змішане навчання;
- навчання у системі має бути із соціальним досвідом.

Щоб врахувати першу тезу, потрібно використовувати індивідуальні траєкторії навчання. Однак при цьому підході стає необхідним отримання величезної кількості даних щодо поведінки учня.

Для вирішення задачі, обумовленої у другій тезі, приходимо до думки про особливості поточних протоколів обміну даними між LMS та навчальним курсом. Вони передбачають роботу онлайн, тобто якщо навчання відбувається у класі чи аудиторії, то автоматично їх використання стає неможливим.

Головна проблема у сфері соціального навчання, про що говорить третя теза, це відсутність розвитку. Однак зараз про цей вид навчання багато говорять, але ніхто до ладу не знає, як правильно його реалізовувати. Настав

час запроваджувати нові стандарти протоколів навчання. На зміну SCORM приходить xAPI [25].

xAPI. Основна ідея, яка стояла за розробкою xAPI – це відокремлення статистики від змісту самого матеріалу навчання. Це потрібно для більш гнучких варіантів збору цієї статистики. Наприклад, якщо матеріал навчання не існує в електронній формі, допускається, що учень отримує інформацію за допомогою книги.

сті5 є ключовим компонентом екосистеми навчання на основі xAPI та відповідною точкою для організацій, які хочуть прийняти xAPI. сті5 надає такі функції, яких SCORM не підтримує [26]:

- збагачений збір даних – SCORM обмежується «списком» зібраних даних, сті5 є відкритим щодо даних, які можна збирати;
- спрощений обмін даними – сті5 використовує веб-службу та структуру даних, що дозволяє легко інтегруватись з іншими системами/додатками;
- розповсюджений вміст – вміст сті5 може розміщуватися будь-де, це дозволяє використовувати вміст як послугу;
- усунення "спливаючих" вікон;
- підтримка запуску мобільних додатків – контент сті5 не вимагає браузера. Контентом може бути мобільний додаток.

Tin Can API (xAPI), випущений у 2013 році, базується на концепціях SCORM і усуває багато обмежень SCORM щодо сумісності та відстеження мобільних пристроїв. На відміну від SCORM, Tin Can API не залежить від Інтернету, що означає, що компаніям більше не потрібно завантажувати курс до LMS, оскільки API може розміщувати вміст поза традиційною системою керування навчанням (рис. 1.5). За допомогою Tin Can API учні можуть переглядати курси та взаємодіяти з ними на своїх смартфонах за допомогою мобільних додатків, що робить навчання зручнішим. Tin Can API автоматично завантажує навчальні показники в так зване LRS (Learning Record Store), яке може існувати як у традиційній LMS, так і окремо.

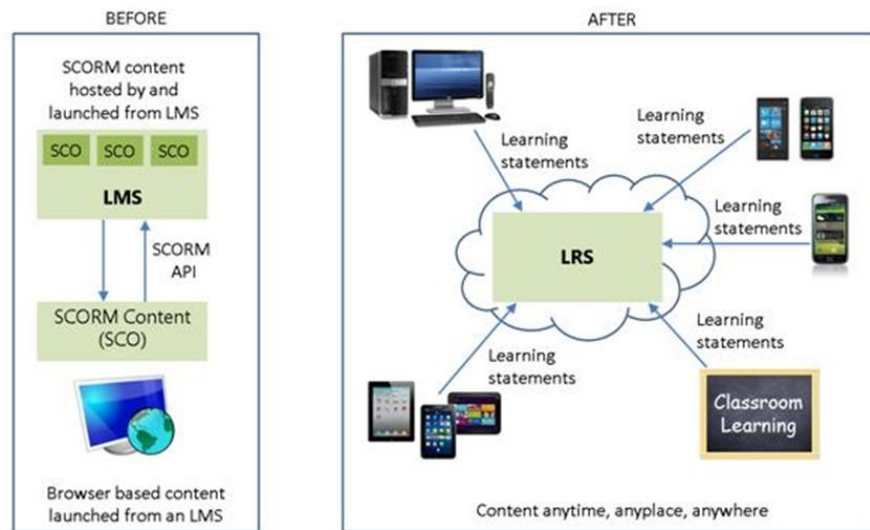


Рисунок 1.5 – Зміна процесу взаємодії курсу з LMS за стандартом Tin Can API

Позбавлення LMS означає, що учні не обмежуються навчанням лише в традиційному чи віртуальному класі, який має обмежені можливості вимірювання прогресу навчання співробітників. Tin Can API може записувати та відстежувати всі типи навчального досвіду, включно з реальними враженнями, які відбуваються поза класною кімнатою.

Ще одна з парадигм – це симуляція. Симуляція – середовище, в якому учень може робити все, що хоче. Щоб досягти бажаного результату, людині даються вступні дані, але "маршрут" проходження симуляції вона обирає сама. В даний час всі VR-тренінги та тренажери працюють поза навчальними системами майже без обміну даними. xAPI дозволяє інтегрувати обмін даними у VR-тренінги, що неможливо під час використання протоколу SCORM.

Відмінності між AICC, SCORM і Tin Can API очевидні: тенденції говорять, що AICC відходить, тоді як Tin Can API швидко набирає обертів, щоб випередити SCORM у змаганні за перевагу стандартів електронного навчання.

Хоча SCORM все ще займає своє місце завдяки широко поширеній сумісності, зручним інструментам розробки, підтримці більшості постачальників LMS, його залежність від LMS має обмеження. Tin Can API не

прив'язаний до LMS, а його можливості відстеження значно перевищують можливості SCORM. Однак це ще не зовсім стандарт: може знадобитися деякий час, поки індустрія електронного навчання повністю прийме його. Обидва протоколи дозволяють учням запускати курси, додавати їх у закладки, завершувати їх, відповідати на тести, складати чи не складати їх і загалом відстежувати прогрес.

SCORM буде достатньо для користувачів, які просто хочуть проводити та звітувати про відносно прості онлайн-курси. Як новіша технологія Tin Can API має ряд переваг:

- Tin Can надійніший. Оскільки протокол Tin Can був розроблений нещодавно, він менш сприйнятливий до помилок;

- краще відстеження. У той час як SCORM обмежується відстеженням настільних курсів, Tin Can більше підходить для поточного середовища, в якому «навчання відбувається всюди»;

- багатші дані. Технічні деталі Tin Can дозволяють йому розуміти та передавати більше та більш повні дані більш надійним способом, ніж SCORM. Можна інтегрувати систему керування навчанням, як-от LearnUpon, зі сховищем навчальних записів (LRS), щоб ще більше використовувати можливості звітності Tin Can.

H5P (скорочення від Html-5-Package) – це плагін, який допомагає створювати та запускати інтерактивний вміст та інтерактивне відео в LMS або інших видах веб-переглядача електронного навчання [27]. Основна ідея платформи H5P полягає в тому, що вона дозволяє програмам електронного навчання використовувати HTML5. Це базовий універсальний код, який лежить в основі веб-сторінок. Можна імпортувати або експортувати вміст H5P і переглядати або редагувати його у веб-браузері; можна створити вміст на будь-якому веб-сайті з підтримкою H5P, як-от H5P.com, або в LMS із встановленим плагіном H5P. H5P – це інструмент відкритої технології, який є безкоштовним.

Перевага інтерактивного вмісту в наборі інструментів електронного навчання полягає в тому, що він відкриває нові можливості для учнів та викладачів. Учням, які навчаються на курсах у власному темпі, інтерактивне відео допомагає відтворити живий досвід навчання. Для нелінійних курсів, що використовують мікронавчання або адаптивне навчання, інтерактивний контент стає основним аспектом, пропонуючи учням можливість персоналізувати свій досвід. H5P легко інтегрується в низку платформ для веб-видання, включаючи LMS, такі як Moodle.

H5P дозволяє реалізувати способи використання гейміфікації:

- анімований контент дає можливість отримувати миттєву реакцію слухачів на сигнали викладача;
- легко підвищити рівень анкет, тестів і інформаційних ресурсів, перетворивши статичний вміст на персоналізований реактивний інструмент;
- можна впроваджувати традиційні ігри (вікторини, пазли тощо) у навчальний процес.

H5P простий у використанні та зручний для мобільних пристроїв, підходить для непрограмістів, оскільки дозволяє легко створювати віджети, включаючи тести, інтерактивні відео та презентації; ігри, книги чи картки.

Однак H5P не має функції автоматичного збереження та попереднього перегляду. Він також не має бібліотеки зображень. Іншим помітним обмеженням є відсутність у H5P можливості запису екрана. Це означає, що під час використання H5P потрібно записати екран за допомогою інструменту запису сторонніх розробників. Інструмент також не пропонує можливості додавання вбудованих веб-сторінок. Будь-які посилання, додані до вмісту, автоматично перенаправлятимуть користувача у веб-браузер.

1.3 Постановка задачі дослідження

Використання LMS у методах навчання призвело до статистично значущого підвищення рівня навичок серед студентів порівняно з тими, хто

отримував виключно звичайні форми навчання. LMS має позитивний вплив, допомагаючи студентам виконувати завдання та досліджувати нові концепції за допомогою LMS. Сприйняття LMS студентами позитивне. LMS допомагає учням у навчанні та освітній взаємодії, у дослідженні нових концепцій у межах курсу. Це гарантує, що студенти залишаються зосередженими на своїх академічних цілях, тим самим покращуючи досвід навчання. Крім того, LMS ефективно передає важливу інформацію студентам, таким чином дозволяючи їм зрозуміти та запам'ятати ключові поняття. У контексті освітніх соціальних взаємодій LMS сприяють відчуттю легкості та комфорту для студентів у спілкуванні через онлайн-середовища. Зокрема, LMS надають студентам платформу для встановлення дат і часових рамок для навчальної діяльності, а також для участі в онлайн-дискусіях, які сприяли почуттю спільності та приналежності. Студенти позитивно реагували та почувались комфортно під час дистанційного навчання з використанням LMS і мали змогу підтримувати навчання через Інтернет [28].

Дослідження показують, що студенти, які навчаються дистанційно, позитивно ставляться до корисності та простоти використання LMS. Більшість студентів погоджуються, що це допомагає їм кількома способами, зокрема: покращує академічні досягнення, дає більше контролю над навчанням, робить навчання ефективнішим і полегшує завантаження матеріалів. Водночас більшість студентів погоджуються, що, використовуючи LMS, вони швидко розуміють процес LMS, їм легко набути навиків у ІКТ, легко завантажити матеріали курсу, легко отримати відповідні матеріали. Крім того, більше 80% студентів позитивно сприймають використання LMS. Вони погодилися, що LMS пропонує різноманітні віджети для залучення студентів, простий у використанні інтерфейс для завантаження матеріалів для читання та відео, гнучкий у часі та просторі графік під час фази навчання. LMS зручні для розміщення коментарів на основі завдань, поставлених викладачем, дозволяють відстежувати прогрес студента під час навчання та дозволяє їм добре керувати своєю діяльністю в курсі. Це посилюється змінами в поведінці

та способах спілкування між учнями при вирішенні проблем, поставлених вчителями після вирішення проблем [28].

Незважаючи на те, що більшість студентів сприймають і задоволені використанням LMS, є також невелика кількість негативних відгуків. Студенти відчували перешкоди у самостійному онлайн-навчанні за допомогою LMS. Ці фактори включають недостатнє підключення до Інтернету, обмежену взаємодію з інструкторами курсу, неадекватний персоналізований зворотний зв'язок щодо звичок навчання, недостатнє керівництво інструктора та неадекватну взаємодію з однолітками. У той же час області, які не підтримуються вчителями в онлайн-навчанні з використанням LMS, включають зворотний зв'язок у реальному часі, індивідуальний зворотний зв'язок, кероване навчання та підказки, що скеровують навчальні звички. Так само студенти відчувають певні труднощі з використанням LMS (Moodle) в онлайн-навчанні. Деяким студентам важко орієнтуватися в програмі, і їм потрібна технічна підтримка при знайомстві з LMS (Moodle) [28].

Тож, розгалужені сценарії взаємодії викладачів та учнів у сучасному світі – повністю дистанційне навчання, можливість комбінації онлайн-навчання із персональними офлайн консультаціями – наявність різноманітних систем управління навчанням та програмних засобів для створення електронних курсів підтверджують необхідність створення все більш складних дистанційних дисциплін, що мають інтерактивний мультимедійний контент, реалізують ігрові підходи до навчання. Впровадження кількох протоколів обміну даними для імплементації електронних курсів в LMS не завжди дозволяє зберігати мультимедійний контент та забезпечувати функціональність інтерактивним елементам.

Основною метою даної кваліфікаційної роботи є підвищення якості електронних дистанційних курсів з мультимедійним інтерактивним контентом.

Гіпотеза дослідження полягає в тому, що вживання одного з протоколів обміну даними між електронним курсом та системою управління навчанням підтримує повну функціональність інтерактивних елементів курсу.

Об'єкт дослідження – процес розробки електронного дистанційного курсу.

Предмет дослідження – моделі агрегування вмісту, моделі даних протоколів обміну даними SCORM, методи експертного оцінювання.

Для досягнення основної мети дослідження потрібно розв'язати кілька часткових завдань:

- вивчити можливості та підходи до впровадження протоколів обміну даними за стандартом програмних продуктів для e-learning SCORM;
- дослідити особливості інтерактивних елементів дистанційних навчальних курсів;
- розробити рекомендації щодо вживання можливостей стандартів програмних продуктів до розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами;
- провести експериментальне дослідження розроблених рекомендацій.

2 ОПИС СТАНДАРТУ SCORM

Для комунікаційного середовища (зокрема, Інтернет) характерна клієнт-серверна модель. Вона використовується і в стандарті SCORM. Сервером в такому випадку виступає система управління навчанням – Learning Management System (LMS). LMS визначає набір функціональних можливостей, розроблених для розповсюдження, контролю та управління освітнім контентом та навчальним процесом (рис. 2.1) [23].

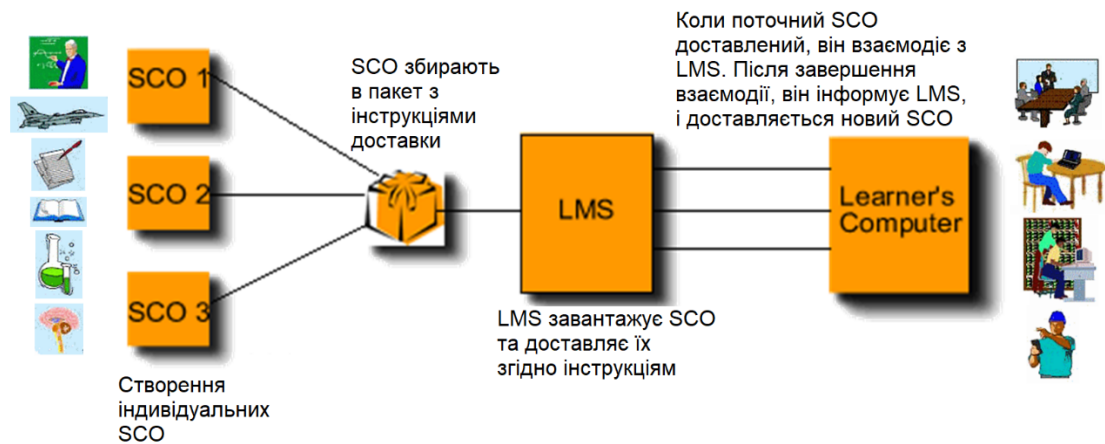


Рисунок 2.1 – Клієнт-серверна модель взаємодії системи управління навчанням з навчальним контентом та учнями

В контексті SCORM широко використовуються різні LMS застосунки. SCORM зосереджується на інтерфейсі між освітнім контентом та LMS, але не впливає на особливості внутрішньої реалізації LMS. Стандарт SCORM визначає, що контент повинен бути запакованим у ZIP-файл; бути описаним у файлі XML; виконувати взаємодію через JavaScript; будувати послідовність за допомогою правил у XML.

SCORM складається з трьох підспецифікацій (рис. 2.2) [23]:

– у розділі «Агрегування вмісту» (Content Aggregation Module) вказується, як має бути упаковано та описано вміст. Він базується переважно на XML;

– розділ «Час виконання» (Run-Time Environment) вказує, як має запускатися вміст і як він взаємодіє з LMS. Він базується переважно на JavaScript;

– розділ «Послідовність» (Sequencing and Navigation) визначає, як учень може переходити між частинами курсу (SCO). Це визначається набором правил і атрибутів, написаних у XML.

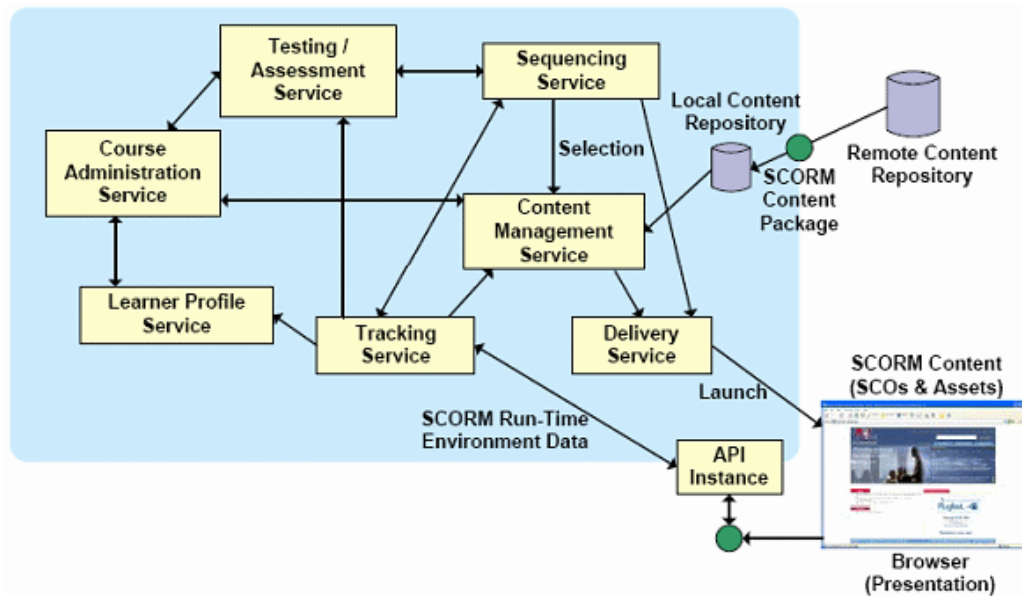


Рисунок 2.2 – Структура SCORM

Content Aggregation Module (CAM) описує компоненти, що використовуються в освітніх системах та відповідають стандарту SCORM; способи обміну цими компонентами та їх опису для пошуку та запуску. CAM описує, як зберігати зміст курсів, його маркування, обмін та відкриття змісту. Також, CAM визначає вимоги до створення змісту, пакетів змісту, вживання метаданих до компонентів пакету та навігації в пакеті.

Run-Time Environment (RTE) описує вимоги до LMS щодо управління часом виконання (тобто, процесом запуску та обміну інформацією). В цій частині стандарту визначається, які методи та властивості має підтримувати LMS та оточення виконання.

Sequencing and Navigation (SN) описує правила та методи для впорядкування навчального матеріалу (курси, модулі, уроки, завдання тощо). Тут мається на увазі розташування структурних складових під час проходження курсу навчання. Тож, частина стандарту описує, як має відбуватися перехід між частинами курсу – за якими правилами, згідно яким діям, які форми дозволені, а які – ні.

2.1 Агрегування вмісту

Модель агрегування вмісту SCORM (CAM) визначає, що вміст має бути упакований у самодостатній каталог або ZIP-файл. Ця доставка називається файлом обміну пакетами (PIF). PIF завжди має містити в корені XML-файл із назвою `imsmanifest.xml` («файл маніфесту») [23]. Файл маніфесту містить усю інформацію, необхідну LMS для доставки вмісту. Маніфест поділяє курс на одну або кілька частин, які називаються SCO. SCO можна об'єднати в деревовидну структуру, яка представляє курс, відому як «дерево діяльності» (Activity Tree). Маніфест містить XML-представлення дерева активності, інформацію про те, як запустити кожен SCO та (необов'язково) метадані, які описують курс та його частини.

Файл маніфесту завжди має існувати в корені змісту. Щоб бути повністю відповідним, вміст також має включати набір файлів визначення схеми XML (файли `.xsd` і `.dtd`), які формально описують граматику XML, що міститься в маніфесті, включаючи будь-які розширення, які могли використовуватися. Потім вміст можна розмістити або в простому каталозі, або в ZIP-файлі. Коли вміст поміщається в ZIP-файл, він відомий як «файл обміну пакетами» або «PIF». PIF є безперечно найпоширенішим форматом доставки SCORM.

Важливим принципом агрегації вмісту є те, що все, що потрібно для проведення курсу, має бути автономним у файлі PIF. SCORM наполегливо заохочує переносимість і повторне використання. Щоб максимізувати ці цілі,

кожен файл, необхідний для проведення курсу, повинен міститися в PIF і перераховуватися в маніфесті.

Ресурси – це список «частин», які складають курс. Існує два типи ресурсів (SCO та активи [23]):

– Актив (Asset) – це набір з одного або кількох файлів, які складають логічну одиницю. Ресурси можуть бути або окремими одиницями навчання («частинами» курсу), або вони можуть бути логічними колекціями файлів, які повторно використовуються в інших частинах курсу.

– SCO – це навчальні блоки, які також складаються з одного або кількох файлів. SCO майже завжди є навчальною частиною курсу.

Ключова відмінність між SCO та Asset полягає в тому, що SCO може спілкуватися з LMS, тоді як Asset – це статичний вміст, який надається користувачеві. Будь-який ресурс, який може запустити учень, містить покажчик на сторінку, на яку LMS має перенаправити учня, щоб запустити ресурс. Ресурси також повинні містити вичерпний список усіх файлів, необхідних для належної роботи ресурсу, щоб їх можна було перенести в нові середовища та продовжувати функціонувати.

Організація – це логічне групування частин курсу (ресурсів) в ієрархічну структуру. Організації завжди структуровані ієрархічно, як дерево. Вузли в цьому дереві відомі як «діяльності» (якщо на них посилаються в контексті послідовності) або «елементи» (якщо на них посилаються в контексті упаковки вмісту). Організація навчального матеріалу представляє заданий порядок використання навчального матеріалу за допомогою структурованих наборів інструкцій (розділів або «activities») [23] (рис. 2.3). Стандарт не накладає жодних обмежень на глибину вкладеності розділів. Послідовність проходження навчання зазвичай пов'язана з ієрархічною структурою розділів (наприклад, розділ, потім частина, потім модуль), однак це не є обов'язковим правилом.

Схема організації навчального матеріалу також має метадані, які забезпечують можливість повторного використання.

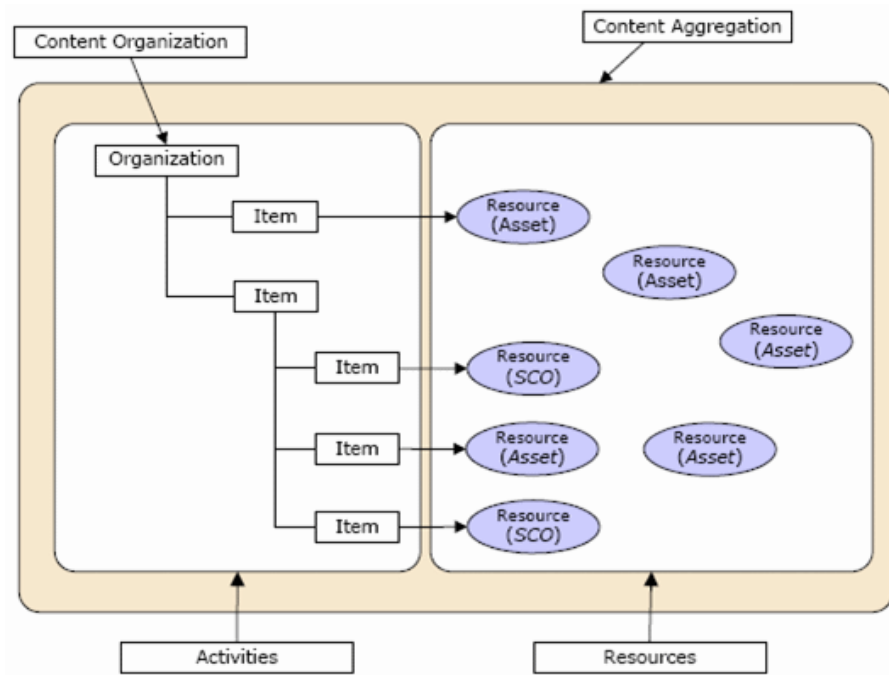


Рисунок 2.3 – Схема організації навчального матеріалу за стандартом SCORM

Як і у випадку з SCO, для зв'язування метаданих та схеми організації використовується складання навчального матеріалу.

Метадані. Кожну частину маніфесту можна детально описати, зв'язавши з нею метадані. Метадані SCORM записуються у чітко визначеному форматі, відомому як «метадані об'єкта навчання» або «LOM» [23]. У файлі маніфесту метадані можна вказати вбудовано в XML, або їх можна вказати за допомогою посилання на зовнішній файл метаданих.

2.2 Час виконання

Специфікація SCORM Run-Time контролює, як LMS запускає вміст і як вміст потім обмінюється даними з LMS. Уся ця комунікація відбувається в контексті доставки одного SCO [23].

У специфікації часу виконання зазначено, що LMS має запускати вміст у веб-браузері в новому вікні або в наборі фреймів. LMS може запускати лише один SCO за раз як вибрано користувачем, або як визначено правилами

послідовності SCORM 2004. Увесь вміст має бути доступним для доставки в Інтернет і завжди запускатися у веб-браузері. Після запуску вмісту він використовує чітко визначений алгоритм для пошуку API ECMAScript (JavaScript), який надається LMS. Цей API має функції, які дозволяють обмінюватися даними з LMS.

Кожен SCO має власний набір даних під час виконання. Кожен із цих елементів моделі даних має окреме значення для кожного SCO в межах курсу, елементи моделі даних не поділяються між SCO. Крім того, кожна «спроба» SCO має власний набір даних під час виконання. Коли учень починає нову спробу SCO, значення моделі даних буде скинуто для початку нової спроби.

Самі по собі навчальні матеріали не можуть бути застосовані в навчальних системах, які побудовані відповідно до стандарту SCORM. Для того, щоб ці матеріали були використані, їх необхідно зібрати в Пакет Навчального Матеріалу (Content Package).

Мета Пакетів Навчального Матеріалу полягає у наданні стандартного способу обміну навчальним матеріалом між різними системами та утилітами. Пакет навчального матеріалу також надає місце для опису структури та передбачуваної послідовності матеріалу навчання.

Пакет навчального матеріалу містить два основні елементи (рис. 2.4):

- XML-файл, що містить інформацію про структуру навчального матеріалу та асоційовані ресурси. Цей файл називається файлом маніфесту ("imsmanifest.xml");
- фізичні файли, які є безпосередньо навчальним матеріалом.

Модель даних SCORM RTE заснована на Стандарті Освітніх технологій IEEE 1484.11.1 – Модель даних для взаємодії з елементами навчального матеріалу, наданого IEEE LTSC Computer Management Instruction (CMI, інструкція з комп'ютерного управління) [23]. IEEE 1484.11.1 – стандарт, що визначає набір елементів моделі даних, які можуть бути використані для передачі даних від SCO до LMS.

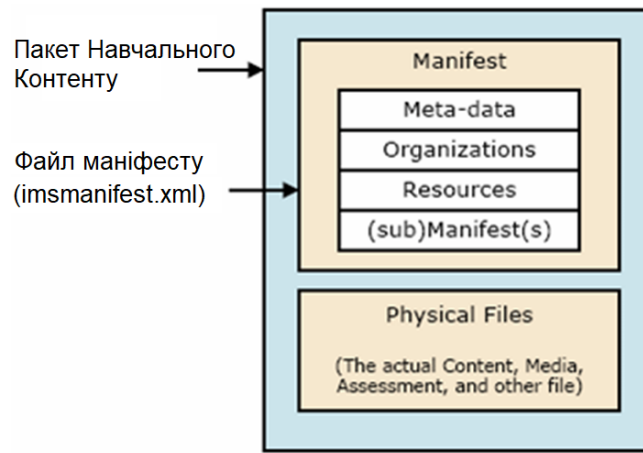


Рисунок 2.4 – Структура Пакету Навчального Матеріалу

Цей набір даних містить інформацію про:

- здобувача освіти;
- взаємодію здобувача з SCO при його вивченні;
- кінцеву мету вивчення SCO;
- ступені успішності;
- ступені завершення.

Модель даних СМІ надає список елементів даних (словник), які можна записувати та читати з LMS. Деякі приклади елементів моделі даних включають статус SCO (виконано, складено, невдало тощо), бал, який учень отримав, закладку для відстеження місцезнаходження учня та загальну кількість часу, який учень провів у SCO. Мета створення єдиної моделі даних полягає в тому, щоб гарантувати відстеження певного набору даних про SCO будь-якою LMS.

Коли учень взаємодіє із середовищем навчання, LMS відстежує ступінь його успішності та навігаційні запити. Коли LMS визначає, що будь-який розділ має бути доставлений учню, вона шукає ресурс, асоційований із цим розділом. Знайдений ресурс запускається та надається учневі. На рис. 2.5 показано, як структура навчального матеріалу, закладена у файлі маніфесту, може бути перетворена на дерево активностей (Activity Tree).

Для того, щоб здійснювати взаємодію між клієнтською та серверною частиною навчального середовища, необхідно було розробити єдиний

програмний інтерфейс програми – Application Program Interface, API ECMAScript (JavaScript).

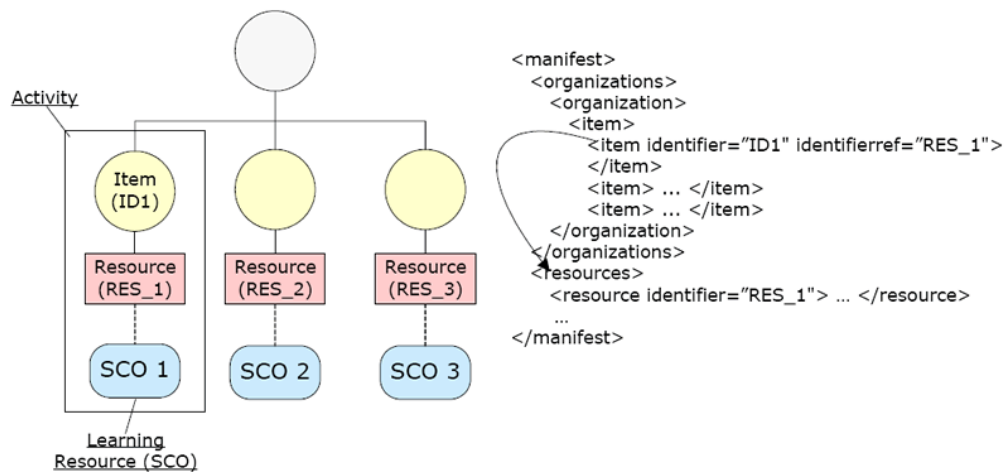


Рисунок 2.5 – Деревоподібна модель структури навчального матеріалу

Цей API використовується розробниками навчальних систем та курсів навчання для того, щоб здійснювати управління ходом навчання, порядком надання навчального матеріалу, отримувати від клієнтської частини необхідні дані про хід навчання тощо. Це єдиний спосіб спілкування. Вміст не може передаватись через веб-сервіси, дописи форм, записи в базу даних чи будь-які інші механізми, лише через API JavaScript, наданий LMS. LMS відповідає за надання конкретно названого об'єкта JavaScript у певному місці в DOM браузера. Таким чином, вміст завжди може знайти цей API за допомогою загального алгоритму.

У частині RTE стандарту SCORM описується те, який API може використовуватися SCO-об'єктами взаємодії з службами середовища виконання (run-time services, RTS). RTS – це програмний додаток, що контролює виконання та доставку навчального матеріалу, а також може надавати додаткові сервіси – такі, як розміщення елементів навчального матеріалу, виконання завдань за розкладом, контроль вводу-виводу, управління даними (рис. 2.6). В рамках SCORM терміни «LMS» і «RTS» можуть бути взаємозамінними. API робить можливою взаємодію між

навчальним матеріалом та RTS, доступ до яких зазвичай надається LMS у вигляді загальних функцій API, доступних через функції скриптової мови ECMAScript, відомої як JavaScript.

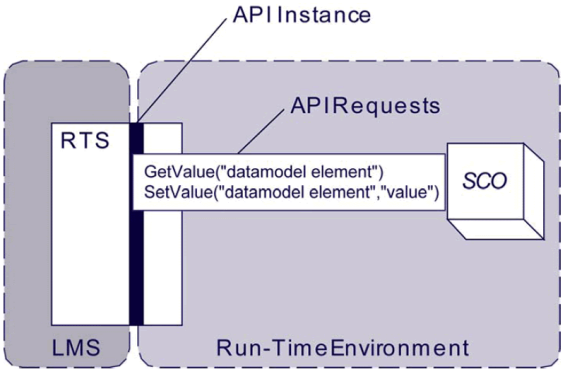


Рисунок 2.6 – Схема взаємодії LMS з SCO за допомогою API

Використання загального API реалізує багато вимог SCORM до платформонезалежності та багаторазовості використання. Таким чином надається стандартний спосіб взаємодії між SCO та LMS (рис. 2.7). Те, яким чином здійснюється взаємодія між реалізацією API, закладеною в конкретній LMS, і серверною частиною цієї LMS, не обумовлюється в даному стандарті, і ця реалізація може бути такою, яка необхідна розробникам LMS.

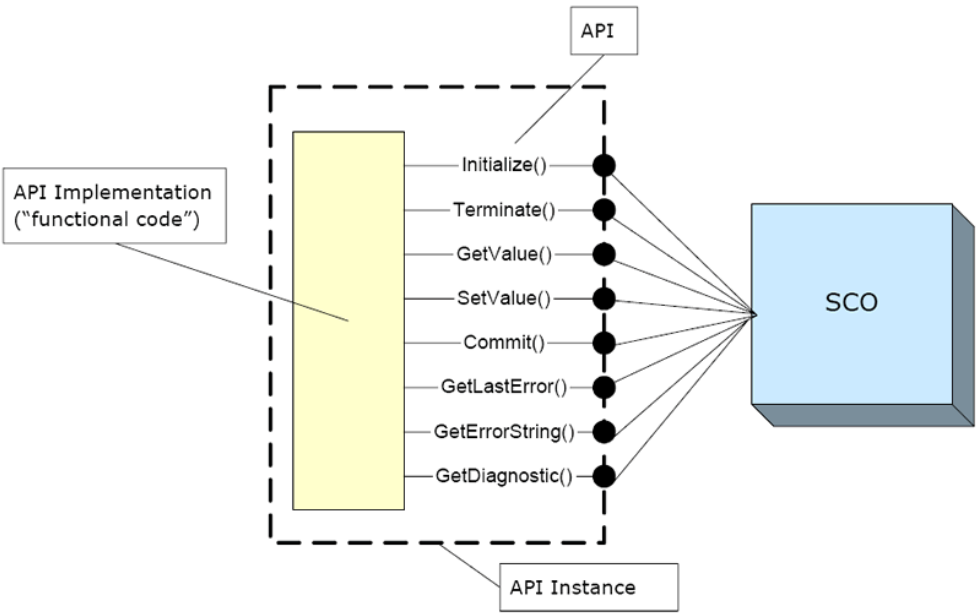


Рисунок 2.7 – Загальна схема використання API

SCO-об'єкти містять засоби взаємодії з LMS. Кожен такий об'єкт має містити виклик щонайменше двох методів SCORM API – LMSInitialize(**) та LMSFinish(**), реалізованих мовою JavaScript. Ці методи не обов'язково вводити в кожен файл SCO-об'єкту, достатньо розмістити реалізації цих методів в окремому файлі, а з файлів SCO лише викликати ці методи.

Тож, конкретна реалізація API запускається самим браузером, який виступає батьківським об'єктом по відношенню до об'єкта, що містить реалізацію API. Файли реалізації API в конкретній LMS передаються браузеру від LMS так само, як і навчальний контент – безпосередньо в момент з'єднання браузера клієнта з сервером, на якому знаходиться LMS. Далі ця реалізація зберігається на клієнті протягом усього сеансу роботи з LMS.

Основних функцій API всього вісім, але вони дозволяють виконувати будь-які дії з управління навчанням (рис. 2.8).

SCORM1.2	SCORM2004
LMSInitialize("")	Initialize("")
LMSFinish("")	Terminate("")
LMSGetValue(parameter)	GetValue(parameter)
LMSSetValue(parameter_1,parameter_2)	SetValue(parameter_1,parameter_2)
LMSCommit("")	Commit("")
LMSGetLastError()	GetLastError()
LMSGetErrorString(parameter)	GetErrorString(parameter)
LMSGetDiagnostic(parameter)	GetDiagnostic(parameter)

Рисунок 2.8 – Основні функції API

Елементи моделі даних дещо відрізняються в різних версіях SCORM, але здебільшого в кожній версії стандартів є відповідний елемент. SCORM 1.1 і SCORM 1.2 мають ідентичні моделі даних. SCORM 2004 має інший набір моделей даних. Між версіями SCORM 2004 також є незначні тонкі відмінності.

У найпростішому випадку, якщо курс містить лише активи, які можна запускати, виклики під час виконання не потрібні. LMS просто запускає кожен ресурс за запитом користувача, і ресурс вважається завершеним одразу після запуску.

2.3 Послідовність і навігація SCORM

Специфікація послідовності дозволяє автору вмісту керувати тим, як учневі дозволяється переміщатися між SCO і як дані про прогрес згортаються до рівня курсу. Правила послідовності представлені XML у маніфесті курсу. Послідовність працює на моделі відстеження, яка точно відповідає даним, які повідомляють SCO під час виконання. Правила послідовності дозволяють автору вмісту робити такі дії:

- визначати, які навігаційні елементи керування LMS має надати користувачеві (кнопки «попередній/наступний», зміст, який можна навігації тощо);
- вказувати, що певні дії мають бути завершені раніше інших (передумови);
- зробити так, щоб деякі частини курсу враховувалися більше, ніж інші, для остаточного статусу чи оцінки (створивши додаткові розділи або вказавши вагу запитання);
- випадково вибирати іншу підмножину доступних SCO, які будуть доставлені під час кожної нової спроби (наприклад, щоб увімкнути тестовий банкінг);
- повернути користувача до навчального матеріалу, який не був засвоєний (виправлення).

Послідовність визначає, які навігаційні елементи керування та параметри доступні для учня. Крім того, вона керує потоком і статусом курсу в цілому. Послідовність дій відповідає елементу в маніфесті курсу. З кожною діяльністю пов'язано два набори даних: «дані відстеження» та «визначення

послідовності». Дані відстеження представляють поточний стан активності (її статус, оцінка тощо). Він значною мірою заповнюється даними під час виконання SCORM. Визначення послідовності – це набір правил, які визначають послідовність цієї діяльності та вказані в маніфесті курсу.

Модель відстеження активності може зберігати багато наборів даних про задоволеність і оцінку. На відміну від моделі даних під час виконання, де сам SCO має статус задоволеності та оцінку, а кожна мета має власні показники задоволеності, у моделі відстеження активності дії зберігають лише показники завершення, а показники задоволення завжди зберігаються в цілях діяльності. Через цю розбіжність кожна діяльність містить одну спеціальну ціль, яка називається «основною ціллю», яка зберігає показники задоволеності для діяльності в цілому. Кожна діяльність може мати нуль або більше інших цілей, кожна з яких містить власний набір даних.

Модель відстеження також дозволяє зберігати дані, не пов'язані з жодною конкретною діяльністю. «Глобальні цілі» – це цілі діяльності, спільні для однієї або кількох видів діяльності. Кожна глобальна ціль містить ті самі дані, що й локальна ціль діяльності, але дані можуть читатися та записуватися будь-якою діяльністю з «картою» глобальної цілі. Глобальні цілі можна навіть поділити між курсами.

У SCORM 2004 для кожної дії може бути призначений набір правил послідовності. Ці правила закодовані в XML у маніфесті курсу. SCORM було розроблено таким чином, щоб простий курс, який складається лише з ресурсів, не мав потреби вказувати будь-які правила послідовності, крім стандартних.

3 ІНТЕРАКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ ДИСТАНЦІЙНИХ НАВЧАЛЬНИХ КУРСІВ

Інтерактивне навчання можна описати як «навчання за участю». Це пояснюється тим, що в інтерактивному навчанні учні є активними учасниками власного процесу навчання. Перегортання сторінок, натискання кнопки «Далі» та перегляд відео не вважаються інтерактивною діяльністю електронного навчання тому, що інтерактивне навчання передбачає прийняття рішень у реальному житті, розв'язання проблем і наміри учня. Цей вид навчання допомагає учням отримати нові знання та інформацію, а також відточити навички критичного та творчого мислення [29, 30].

Інтерактивна програма онлайн-навчання визначається включенням інтерактивних елементів у курси. Ці інтерактивні елементи також мають різний ступінь складності. Наприклад, базові курси зазвичай не містять інтерактивних елементів, що призводить до пасивного навчання, яке зазвичай змушує учнів читати блоки тексту, дивитися відео або слухати аудіокліпи. Інші курси включають основні дії для учасників, як-от клацання або натискання гарячих точок і перетягування.

Складніші курси вимагають середньої взаємодії з учнем, наприклад:

- додавання інтерактивних елементів на кожен слайд презентації, більш складні операції перетягування;
- додавання цифрових оповідань до курсу;
- додавання анімації, налаштовуваного аудіо, інтерактивних 360° зображень та відео;
- створення імітаційного середовища, де учні можуть вільно практикуватися;
- складні сценарії розгалуження навчальної траєкторії;
- соціальне навчання.

Розглянемо більш уважно кожну практику.

1. Додавання інтерактивних елементів на кожен слайд презентації. Інтерактивна онлайн-навчальна програма була б абсолютно невзаємною без інтерактивних елементів. Якщо в курсі вживаються слайди або сторінки, включення інтерактивних елементів сприятиме засвоєнню та залученню учнів. Це може бути просте натискання кнопки, щоб щось спливало, або базова дія перетягування. Все, що може спонукати учнів до дій для прогресу, може зробити свою справу. Відсутність послідовної взаємодії в онлайн-курсі в основному перешкоджає меті навчальних програм із зануренням.

2. Додавання цифрових оповідань до курсу. Цифрове оповідання – це творчий підхід до навчання, який ставить учнів у центр уваги. За допомогою цифрового оповідання учні є тими, хто контролює зміст курсу, а також те, як він розгортатиметься. Однак такий ефективний метод навчання робить його таким, що викликає емоції. Історії створюють різноманітні шляхи навчання, вони викликають інстинктивні відчуття, пропонують знання, засновані на фактах, і пробуджують почуття. Зокрема, якщо люди хочуть навчитися правильно взаємодіяти з клієнтами чи колегами, історії можуть бути справді корисними. Крім того, оповідання посилює елемент гейміфікації. Наприклад, можна задокументувати день здобувача освіти на роботі та використовувати це як вміст для навчального курсу. Таким чином, під час залучення нових співробітників створюються правильні очікування щодо певних ролей в організації.

3. Додавання інтерактивних 360° зображень та відео. Використання інтерактивного 360° відео завжди є бажаним доповненням до будь-якої програми інтерактивного навчання. Імерсивний досвід навчання вимагає від учнів контролю над своїм навчальним середовищем, і все це полягає в інтерактивному 360° медіа. Подібні інтерактивні відео можна використовувати для віртуальних турів фактичними місцями, де працюють (або працюватимуть) здобувачі освіти, щоб вони могли з ними ознайомитися. Крім того, використання такого типу інтерактивних медіа є попередником використання віртуальної реальності для навчання. Отже, якщо планується

запровадити VR-навчання в майбутньому, можна спочатку експериментувати з інтерактивним відео.

4. Створення імітаційного середовища, де учні можуть вільно практикуватися. Однією з найважливіших потреб учнів є середовище, де вони можуть вільно практикувати навички, яким вони навчилися, не побоюючись зробити помилки. Якщо в учнів немає такої можливості, вони зрештою роблять помилки з клієнтами, продуктами чи колегами. І такі ситуації ніколи не йдуть на користь. Рішенням є інтерактивна навчальна онлайн-програма, яка імітує контрольоване робоче середовище. Учні можуть неодноразово відвідувати ці навчальні онлайн-середовища, доки вони не оволодіють нещодавно набутими навичками та не відчують впевненості, щоб застосовувати їх у дії. А оскільки помилка в симульованому середовищі не має жодного впливу на фізичний світ, вони чудово підходять для того, щоб показати учням можливі наслідки неправильного вибору.

5. Складні сценарії розгалуження навчальної траєкторії. Розгалужені сценарії дають учням відповідальність за те, як буде проходити весь курс. Додавання конкретних моментів прийняття рішень надає здобувачам освіти можливість змінити їх розповідь історії, засновану на виборах, які вони роблять. Але оскільки кожна точка прийняття рішення впливає на хід усього курсу, потрібно переконатися, що все працює як годинник. Розгалужені сценарії роблять курс схожим на гру пригодницького типу з різними сюжетними лініями та результатами, які змінюються відповідно до вибору учнів. Сценарії розгалуження навчальної траєкторії дозволяють підвищити залученість і оцінити здатність учнів приймати рішення, критичне мислення та аналітичні навички.

6. Соціальне навчання. Форма інтерактивного навчання, у соціального навчання є два варіанти. Перший – формальний: базується на теорії, згідно з якою люди розвивають нові навички, спостерігаючи, а потім відтворюючи поведінку інших. Другий – неформальний. Це стосується об'єднання людей у груповому середовищі для обміну ідеями, співпраці над навичками та

налагодження зв'язків. Концепція, що лежить в основі обох варіантів, однакова: вчитися разом приємніше та ефективніше. Майже третина (32%) працівників стверджують, що підвищення соціального характеру навчання підвищує ефективність навчання на робочому місці. Цей елемент навчання може бути реалізований як групи для обговорення, віртуальні кімнати для сеансів і конференції, що забезпечують спілкування й веселощі живих онлайн-тренінгів із кількома учнями.

Жоден із цих елементів не виключає один одного. Інтерактивні програми електронного навчання також можуть поєднувати всі ці різні елементи.

Хоча курси з повним зануренням вимагають трохи більше технічних знань, з правильним інтерактивним навчальним програмним забезпеченням навчальна аудиторія може розвиватися у своєму власному темпі, додаючи додаткові елементи інтерактивності, мати повний контроль над навчальним середовищем. До недавнього часу застосування AR і VR в електронному навчанні було обмежено вартістю периферійного обладнання. Обмеження місця для навчання та відсутність мобільності також зіграли свою роль. Проте обидві технології швидко стають доступнішими та доступнішими. Переваги, які вони приносять у захоплююче навчання, важко ігнорувати. Забезпечуючи всеохоплюючий, інтерактивний та більш персоналізований навчальний досвід, кінцевим результатом є швидше, глибше розуміння та більш персоналізовані шляхи навчання. AR і VR також приносять переваги творцям і дизайнерам курсів, надаючи їм можливість збирати дані новими та більш творчими способами.

Наявність інтерактивної онлайн-навчальної програми має низку переваг:

- це покращує дослідження: коли учні мають можливість досліджувати навчальне середовище, вони стають більш зацікавленими та продовжують повертатися за новими знаннями;

- інтерактивне моделювання базується на реальних ситуаціях: сценарії надають кращі можливості для навчання, ніж лекції, статичний текст або відео, і дають учням можливість застосувати знання в дії;

– оцінки, які мають сенс: інтерактивна онлайн-навчальна програма дозволяє спонтанно та ненав'язливо оцінювати результати навчання. Оцінки для інтерактивних курсів зазвичай дають у формі балів для прийняття рішень для розгалужених сценаріїв, замість звичайних вікторин або тестів;

– інтерактивна навчальна програма створює емоції, і це може бути найважливішою перевагою того, що онлайн-класи стануть більш інтерактивними. Завдяки інтерактивному навчанню учні відчувають себе частиною групи, вони підключаються до своїх емоцій і покращують збереження знань;

– інтерактивне навчання допомагає учням довше зберігати знання. Згідно дослідженням 2022 року, навчання, яке включало дії, відкриття та співпрацю, підвищило рівень утримання з 79% до 93,5%, якщо вимірювати через місяць після навчання;

– онлайн-навчальні програми, окрім того, що справляють на учнів більш незабутній вплив, підвищують залученість і мотивацію. Вони також ідеально підходять для віддалених працівників. Статистика віддаленої роботи має чітку картину. 92 мільйони, або 58% працівників у США, частину свого тижня працюють поза офісом. А 35% мають можливість весь час працювати дистанційно. Коротше кажучи, гнучка робоча культура, яка виникла під час пандемії COVID-19, залишається тут.

Онлайн-навчання саме по собі вирішує дуже вагомий практичну проблему: як навчати працівників, якщо більшість із них уже не в одному централізованому місці. І щоб залучити розрізнених і географічно відокремлених співробітників, потрібно зробити більше, ніж просто сприяти навчанню.

Інтерактивне онлайн-навчання ідеально підходить для віддалених працівників, оскільки воно усуває відволікання: учні мають менший шанс втрачати концентрацію, якщо від них вимагається активна участь у навчальній програмі, і якщо навчання проводиться короткими, керованими частинами (так зване мікронавчання). Інтерактивне дистанційне навчання також

допомагає учням відчувати себе краще зв'язаними. Використовуючи соціальне навчання, групові завдання та обговорення, гейміфікацію та інші інтерактивні стратегії, дистанційне навчання не виглядає ізольованим. Натомість це колективний і спільний досвід, який будує зв'язки, а також сприяє розвитку.

Які види інтерактивного електронного навчання є найкращими?

Симуляції використовують переконливі, спонукаючі до роздумів історії, які привертають увагу учня. Гарна симуляція починається з проблеми, з якою учні можуть пов'язатися. Включіть інтерактивність, доповнюючи питання вікторини, можливості досліджувати додатковий вміст через веб-посилання та завантаження або навіть посилання на дискусійні форуми, де учні можуть поділитися своїми думками.

Вікторини. Коли курс показує коротку вікторину під розділом вмісту або у відео, він виводить учня з його пасивного навчального трансю.

Тести можуть оцінюватися чи не оцінюватися, але вони завжди працюють як «перевірка знань». Їх також можна використовувати, щоб перевірити, чи знають учні вже щось про майбутні розділи, або як «попередній перегляд» майбутнього вмісту.

Питання з кількома варіантами відповіді, істина/неправда, послідовність, заповнення порожніх місць, перетягування та шкала оцінювання – це життєздатні способи включити тести в інтерактивну діяльність електронного навчання.

Сценарії забезпечують безпечне середовище, де кожен може практикувати свої навички. Подібно до симуляції, вони представляють захоплюючу ситуацію з реалістичними персонажами, з якими учні можуть зв'язатися та, звичайно, взаємодіяти. Учні обирають курс дій із доступних варіантів, і сценарій розігрується на основі цього рішення. І якщо їхній вибір був неправильним, учні повинні зрозуміти, як впоратися з ситуацією та досягти бажаного результату. Сценарії перевіряють, наскільки добре учні засвоїли вміст, вимірюючи їх здатність приймати рішення в неоднозначній

ситуації. Саме тому їх вважають одними з найкращих способів розвитку критичного мислення.

Розповідь і гейміфікація. Кожен хоче отримати задоволення під час навчання. Опитування TalentLMS показало, що 83% співробітників, які пройшли гейміфіковане навчання, почуваються більш мотивованими. Поєднання гейміфікації та електронного навчання є популярним вибором серед інтерактивних прикладів електронного навчання, оскільки вони обгортають навчання в веселий пакет. Ігри електронного навчання є природним продовженням моделювання та сценаріїв розгалуження. Але те, що відрізняє їх від інших, так це те, що вони винагороджують учнів значками та балами, щоб ще більше мотивувати їх, і забезпечують конкурентний елемент через таблиці лідерів. Ігри також можуть приймати інші форми, залежно від змісту та контексту.

Мікронавчання передбачає створення дуже коротких фрагментів контенту, на виконання яких учням потрібно не більше трьох хвилин. Таким чином, навчання в дорозі (і на мобільному телефоні) стає доступнішим, і ваші учні зможуть проходити курси навіть під час поїздки на роботу або в черзі в банку. Наприклад, під час опитування безстілних працівників 80% з них віддали перевагу коротким навчальним сесіям над тривалими одноразовими навчальними заходами. Мікронавчання також руйнує складні алегорії, а його простота є справжнім благословенням для концентрації уваги ваших учнів. 71% спеціалістів у галузі освіти пов'язують мікронавчання з покращенням збереження знань і майже 68% з кращим залученням.

Завдяки правильному поєднанню інтерактивного навчального програмного та апаратного забезпечення для створення онлайн-навчальних модулів створення інтерактивної онлайн-навчальної програми є цілком здійсненним.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ З РОЗРОБКИ ОНЛАЙН-ТРЕНІНГУ, СУМІСНОГО ЗІ SCORM

Еталонна модель об'єкта спільного використання вмісту, або SCORM, встановлює планку для розвитку електронного навчання. Ці стандарти забезпечують сумісність онлайн-навчального контенту з програмним забезпеченням, відкриваючи лінії ІТ-комунікації. Наприклад, навчальний онлайн-контент вже доступний у системі керування навчанням. Таким чином, співробітники можуть легко отримати доступ до онлайн-навчальних матеріалів, а команда навчання та розвитку може імпортувати, завантажувати та переміщувати дані, не турбуючись про повторне форматування.

У процесі роботи над SCORM було сформульовано декілька вимог до всіх систем, які будуть розроблятися відповідно до цього стандарту. Вони відомі як "ilities" ADL ("можливості" або "здатності" ADL), і вони формують основу для змін та доповнень SCORM. Ці вимоги наступні.

1. Доступність: здатність визначати місцезнаходження та отримати доступ до навчальних компонентів з точки віддаленого доступу та поставити їх багатьом іншим точкам віддаленого доступу.

2. Адаптованість: здатність адаптувати навчальну програму відповідно до індивідуальних потреб та потреб організацій.

3. Ефективність: здатність збільшувати ефективність та продуктивність, скорочуючи час та витрати на доставку інструкції.

4. Довговічність: здатність відповідати новим технологіям без додаткового та дорогого доопрацювання.

5. Інтероперабельність: здатність використовувати навчальні матеріали незалежно від платформи, де вони створені.

6. Можливість багаторазового використання: здатність використовувати матеріали у різних додатках та контекстах.

Всі ці принципи успішно можуть бути дотримані в тому випадку, якщо спочатку орієнтуватися на використання контенту освіти в веб-середовищі.

Можна узагальнити відомі методи розробки онлайн-навчального контенту, сумісного із SCORM, в кілька рекомендацій.

1. Вибір відповідних інструментів електронного навчання. Деякі інструменти несумісні з іншими. Наприклад, авторський інструмент електронного навчання може допомогти створювати першокласний навчальний онлайн-контент, але його не можна буде імпортувати до LMS. Таким чином, потрібно переконатися, що пакет програмного забезпечення сумісний із SCORM, щоб гарантувати сумісність із наявними навчальними онлайн-матеріалами та усунути проблеми під час розгортання онлайн-навчального курсу.

2. Визначення потреби в онлайн-навчанні. Необхідно врахувати два основні міркування: бюджет та цілі онлайн-навчання. Відмова від SCORM істотно обмежує можливості доставки та відстеження. Залишається можливість розгортати локальні онлайн-навчальні матеріали, наприклад навчальні онлайн-відео, презентації та оцінювання. Але вже не можна буде експортувати ці активи в інструменти сторонніх розробників, щоб працівники могли отримати до них доступ у будь-який час і будь-де. Навчальний онлайн-курс, сумісний із SCORM, дозволяє розподіляти ресурси та контролювати продуктивність співробітників.

3. Визначення ідеального пакету SCORM. Одне з найпоширеніших помилкових уявлень щодо SCORM полягає в тому, що це універсальний стандарт. Однак існує кілька пакетів SCORM, через які можуть виникнути проблеми з сумісністю програмного забезпечення. Коли онлайн-навчальний вміст буде готовий до опублікування, необхідно обрати версію стандарту, наприклад, SCORM 2004.

4. Налаштування параметрів дисплея на основі вподобань співробітника. Більшість авторських інструментів електронного навчання дозволяють налаштувати параметри відображення, щоб забезпечити оптимальний

перегляд. Наприклад, налаштування відображення меню, піктограм навігації, кількості спроб або ширини/висоти розмірів сцени.

5. Проведення тестового раунду. Навчальний онлайн-контент пакують в інструмент для створення електронного навчання, а потім експортують його як zip на платформу LMS. Потрібно переконатися, що всі елементи дизайну на місці та що навігація не є проблемою.

6. Контроль дизайну курсу електронного навчання. Наприклад, чи відстежує LMS ефективність здобувачів освіти під час онлайн-навчання, а потім видає відповідні звіти? Чи можуть здобувачі призупинити навчальний онлайн-курс і продовжити з того місця, де зупинилися? Чи залишаються зміст онлайн-навчання та макет незмінними після оновлення сторінки? Гарною ідеєю буде періодично переоцінювати сумісність вмісту та доступність навіть після запуску онлайн-курсу навчання.

7. Створення маніфесту вмісту. Маніфест SCORM пропонує огляд навчального онлайн-контенту. Пакет має містити zip-файл маніфесту, який висвітлює ресурси та загальний формат, а також інші елементи дизайну, які додаються, наприклад, HTML і медіафайли. Система керування навчанням використовує цей маніфест, щоб отримати доступ і відобразити відповідні онлайн-навчальні матеріали, такі як будівельні блоки для моделювання на основі завдань. Уся ця інформація зберігається як метадані.

8. Розробка ефективних критеріїв для вимірювання продуктивності. Оцінювання є важливим компонентом онлайн-навчання, сумісного з SCORM. Необхідно оцінювати продуктивність здобувачів освіти, щоб у разі необхідності втрутитися й покращити стратегію онлайн-навчання. Навчальний онлайн-контент, сумісний із SCORM, також вимагає критеріїв і значень оцінювання.

Онлайн-навчальні курси, сумісні з SCORM, легше перепрофілювати, вони забезпечують більшу доступність.

5 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

Дослідження можливостей стандартів програмних продуктів для e-learning для розробки дистанційного курсу з інтерактивними елементами проводиться у два етапи. На першому етапі необхідно співставити загальні можливості стандартів щодо побудови структури навчальних курсів, забезпечення можливостей контролю проходження курсу учнями, доставки різних форм контенту з використанням та без використання LMS, поставка звітів про проходження курсу тощо. На другому етапі перевіряється спроможність стандарту забезпечити функціонування інтерактивних елементів в межах навчального курсу, розгорнутого в певній LMS.

5.1 Співставлення стандартів програмних продуктів для e-learning

Для того, щоб порівняти можливості різних стандартів для розгортання навчальних курсів для e-learning, доводиться спиратися на досвід багатьох дослідників, викладений, наприклад, в [26, 31-33]. Найчастіше для порівняння стандартів використовують кілька критеріїв.

Пакет вмісту. SCORM має пакет, що містить локальний контент із XML-маніфестом, де детально описана структура курсу та всі ресурси. smi5 має структуру курсу XML, яка може посилатися на віддалений або локальний вміст. Обидва мають ZIP-файл для передачі вмісту (локально). Для пакетів, які не включають медіаконтент, пакет smi5 може бути просто файлом XML (який містить структуру курсу та повні посилання на вміст).

Цілі. SCORM має метадані цілей, які можна використовувати для логіки секвенування. smi5 має об'єктивні метадані, які не впливають на поведінку курсу. Враховуючи досвід роботи з SCORM, smi5 був навмисно розроблений, щоб не включати правила послідовності в структуру курсу. Обґрунтування

полягає в тому, що замовники структур курсів радше обрали б власні правила послідовності на основі своїх потреб.

Передумови доступу до частин вмісту. За допомогою SCORM передумови можна реалізувати вживаючи логічні правила простої послідовності. `cmi5` не має правил виправлення. Виправлення залежить від вмісту та постачальника LMS. `cmi5` має поняття критеріїв "MoveOn" для завершення окремих уроків.

Метадані курсу. SCORM має маніфест IMS, який використовує специфікацію метаданих LOM для опису вмісту (SCO). `cmi5` має структурний файл курсу з визначеними метаданими вмісту і розширюється для метаданих певного постачальника вмісту. За допомогою `cmi5` файл структури курсу може посилатися на вміст будь-де, його не потрібно розміщувати в тій же системі, що й LMS. Структура курсу `cmi5` посилається лише на URL-адресу вмісту, вона не обов'язково містить усі ресурси, як це робить SCORM.

Дані, визначені вмістом. Збір даних SCORM обмежується елементами даних, визначеними в моделі даних SCORM. `cmi5` містить менший набір визначених елементів даних, ніж SCORM, і є високорозширюваним за допомогою xAPI. Ця розширюваність сумісна для збору та пошуку даних з xAPI. `cmi5` додатково покращує взаємодію в цій області, надаючи ідентифікатори сеансу груповим операторам.

Незалежність від браузера. Для всіх практичних цілей SCORM залежить від доставки браузера через використання JavaScript API/об'єкта для зв'язку. `cmi5` використовує вміст для надсилання запитів/отримання відповідей зі структурами даних JSON. Оскільки `cmi5` не покладається на JavaScript, веб-браузер не потрібен для доставки вмісту. Завдяки цьому вміст можна розробляти на будь-якій мові програмування, яка підтримує зв'язок HTTP.

Розподілений вміст. За допомогою SCORM весь вміст має бути розміщено в пакеті та зазвичай зберігатися в тому самому домені, що й LMS. З `cmi5` вміст не обов'язково повинен бути в пакеті, і його можна розмістити на будь-якому домені/локальній пристрої. Структура курсу `cmi5` (`cmi5.xml`)

може містити відносні або повні URL-адреси до точки запуску вмісту. Вміст можна розміщувати в централізованих місцях, що забезпечує автоматичне оновлення та просте розповсюдження для виявлення вмісту. Вміст також можна динамічно створювати та налаштовувати під час виконання, якщо розміщено.

Портативність даних. SCORM не дозволяє стандартизовану системну інтеграцію. *cmi5* використовує xAPI, який забезпечує стандартний формат даних на основі журналювання, добре підходить для транспортування. SCORM має стандартну модель, але не має стандартизованого формату даних для експорту/вилучення. *cmi5* базується на xAPI та використовує стандартизовану структуру JSON/документ. *cmi5* додає контекстні вимоги до xAPI, що легше групує оператори на основі сеансів учнів.

Нормована звітність. *cmi5* встановлює правила для операторів, які включають ідентифікатори сеансів учнів, щоб оператори можна було легше групувати для нормалізованих звітів.

Відстежування мобільних додатків. SCORM не може відстежувати мобільні програми нативно та обмежується контекстом браузера. *cmi5* і xAPI забезпечують мобільний доступ до LMS через веб-браузер безпосередньо за допомогою LMS, мобільного додатка, що вбудовує веб-браузер, або мобільного додатку, що використовує власні компоненти інтерфейсу користувача.

Підтримка кількох уроків. Пакети *cmi5* дозволяють використовувати кілька уроків у визначеній ієрархії з критеріями для прогресу, подібно до того, як SCORM робить із кількома SCO.

Запрошені експерти порівняли за наведеними критеріями стандарти програмних продуктів для e-learning та висловили свої думки щодо важливості критеріїв для порівняння. Проявленість властивості відзначена лише за фактом присутності або відсутності (+ або -), переваги критеріїв оцінено методом ранжування. Результати оцінювання наведені в табл. 5.1, 5.2.

Таблиця 5.1 – Результати експертного оцінювання стандартів програмних продуктів для e-learning

№	Зміст критерію	Стандарти програмних продуктів для e-learning		
		SCORM	xAPI	cmi5
1.	Пакування вмісту та структури курсу	+	-	+
2.	Наявність метаданих цілей навчання, що дозволяють будувати логіку проходження	+	-	-
3.	Включення в курс передумов доступу до частин вмісту	+	-	-
4.	Наявність метаданих, що описують структуру курсу	+	-	-
5.	Підтримка елементів даних, обумовлених контентом курсу	-	+	+
6.	Незалежність від браузера	-	+	+
7.	Контент курсу може зберігатися поза LMS	-	+	+
8.	Наявність стандартизованого формату даних для експорту/пошуку контенту	-	+	+
9.	Широке розповсюдження, спільноти підтримки	+	-	-
10.	Безшовна агрегація з LMS та авторськими інструментами	+	-	-
11.	Найменша вартість	+	-	-
12.	Отримання статистик навчання поза LMS	-	+	+
13.	Звіти про активність дозволяють визначати кількісні показники ефективності навчання	+	-	-
14.	Відстежування мобільних додатків	-	+	+
15.	Нормалізовані звіти	+	-	+
16.	Підтримка кількох уроків або SCO	+	+	+
17.	Створення курсу не вимагає програмування	+	-	-
18.	Інтерактивне, неформальне, адаптивне навчання	-	+	+
19.	Контроль часу та цілей проходження курсу	+	+	-
20.	Використання ігрового контенту та симуляцій	-	+	+

Таблиця 5.2 – Результати експертного оцінювання переваг критеріїв під час порівняння стандартів програмних продуктів для e-learning

№	Критерій	Експертні оцінки					Рядкова сума	Відхилення	Квадрат відхилення	Ваги
		1	2	3	4	5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Пакування вмісту та структури курсу	5	6	4	3	11	29	-18,50	342,25	0,03
2.	Наявність метаданих цілей навчання, що дозволяють будувати логіку проходження	3	4	2	4	9	22	-25,50	650,25	0,03
3.	Включення в курс передумов доступу до частин вмісту	4	3	5	5	10	27	-20,50	420,25	0,03
4.	Наявність метаданих, що описують структуру курсу	16	15	18	6	18	73	25,50	650,25	0,09
5.	Незалежність від браузера	15	16	17	12	12	72	24,50	600,25	0,08
6.	Контент курсу може зберігатися поза LMS	14	13	16	14	17	74	26,50	702,25	0,09
7.	Наявність стандартизованого формату даних для експорту/пошуку контенту	10	9	12	13	13	57	9,50	90,25	0,07
8.	Широке розповсюдження, спільноти підтримки	18	17	14	7	8	64	16,50	272,25	0,07
9.	Безшовна агрегація з LMS та авторськими інструментами	2	1	3	1	2	9	-38,50	1482,25	0,01
10.	Найменша вартість	1	2	1	2	1	7	-40,50	1640,25	0,01
11.	Отримання статистик навчання поза LMS	13	14	11	15	16	69	21,50	462,25	0,08
12.	Звіти про активність дозволяють визначати кількісні показники ефективності навчання	9	10	15	11	5	50	2,50	6,25	0,06
13.	Відстежування мобільних додатків	12	11	9	16	7	55	7,50	56,25	0,06
14.	Підтримка кількох уроків або SCO	6	5	7	8	6	32	-15,50	240,25	0,04
15.	Створення курсу не вимагає програмування	8	7	6	9	3	33	-14,50	210,25	0,04
16.	Інтерактивне, неформальне, адаптивне навчання	11	12	10	17	14	64	16,50	272,25	0,07

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
17.	Контроль часу та цілей проходження курсу	7	8	8	10	4	37	-10,50	110,25	0,04	
18.	Використання ігрового контенту та симуляцій	17	18	13	18	15	81	33,50	1122,25	0,09	
							середнє	47,50	сума	9330,50	
							сума	855			

Визначимо узгодженість думок експертів за допомогою коефіцієнту конкордації – загального коефіцієнту рангової кореляції для групи, що складається з n експертів [34]:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3 - m)}, \quad (5.1)$$

де m – кількість альтернатив;

n – кількість експертів;

S – сума квадратів відхилень всіх оцінок рангів кожного об'єкта експертизи від середнього значення.

Коефіцієнт W приймає значення в діапазоні $[0; 1]$. Якщо $W = 1$, це означає, що всі експерти присвоїли об'єктам однакові ранги. Чим ближче значення коефіцієнта до нуля, тим менше злагодженими є оцінки експертів.

З урахуванням отриманих оцінок та визначених квадратів відхилень оцінок від середнього значення коефіцієнт конкордації становить

$$W = \frac{12 \cdot 9330,5}{5^2(18^3 - 18)} = \frac{111966}{145350} = 0,77.$$

Висновок – узгодженість експертів достатньо висока, результати оцінювання можна вважати надійними.

Середні ваги критеріїв визначено методом ранжування – числові значення рангів будуть тим меншими, чим більш високу перевагу має критерій. Стандарт SCORM отримав найменший підсумковий рейтинг, тож, цей стандарт відзначається більшими перевагами у порівнянні з альтернативами xAPI та смі5. Тим не менше, стандарти xAPI та смі5 спрямовані на підтримку інтерактивного, адаптивного навчання, використання ігрового контенту та симуляцій в навчальних курсах як SCO. Необхідно дослідити, які можливості надає SCORM в цьому напрямку.

5.2 Дослідження можливостей протоколів обміну даними між дистанційними курсами та LMS за стандартом програмних продуктів для e-learning

Можливості протоколів обміну даними між дистанційними курсами та LMS було досліджено на мультимедійних навчальних комплексах:

- однотомний електронний локальний мультимедійний комплекс «Охорона праці», Харків, ХНМУ, 2021;

- тестовий курс, розроблений згідно інструкціям [35] та збережений в двох версіях стандарту SCORM: SCORM 1.2 та SCORM 2004. Маніфест курсу наведено в Додатках А, Б, опис SCORM пакету – в Додатку В;

- віртуальний симулятор пацієнта Dr Sim – це комплексна платформа електронного навчання для клінічних цілей. Він містить потужний і гнучкий редактор віртуальних кейсів для створення симуляцій, які найкраще відповідають навчальним потребам навчального закладу [36].

Основні завдання для дослідження: можливість відстежування виконання завдань курсу учнем, можливість імплементації інтерактивних тестів та реалізація інтерактивного мультимедійного контенту.

Комплекс «Охорона праці» було розроблено в середовищі Adobe Captivate, та надано конфігурації проекту у вигляді SCORM-пакетів (рис. 5.1).

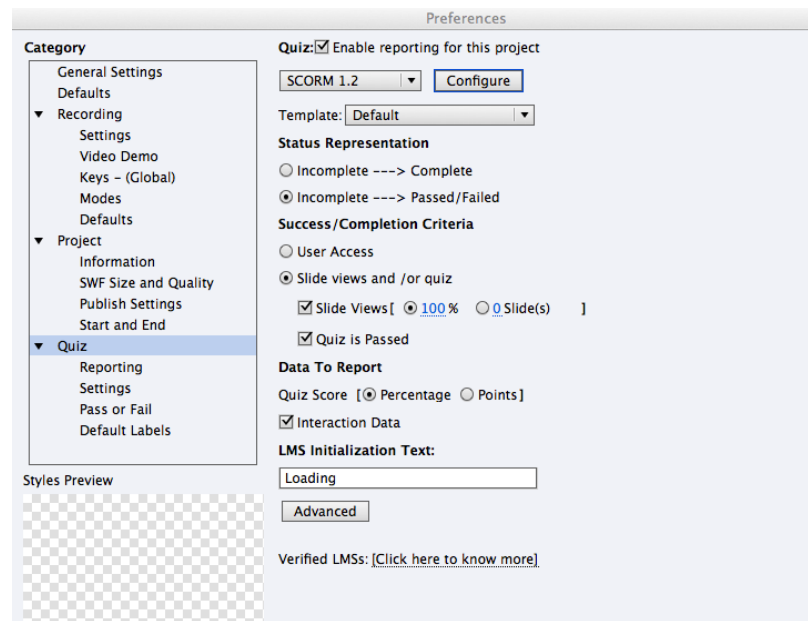


Рисунок 5.1 – Конфігурування проекту в Adobe Captivate у вигляді SCORM-пакетів

Було налаштовано тестові слайди (рис. 5.2).

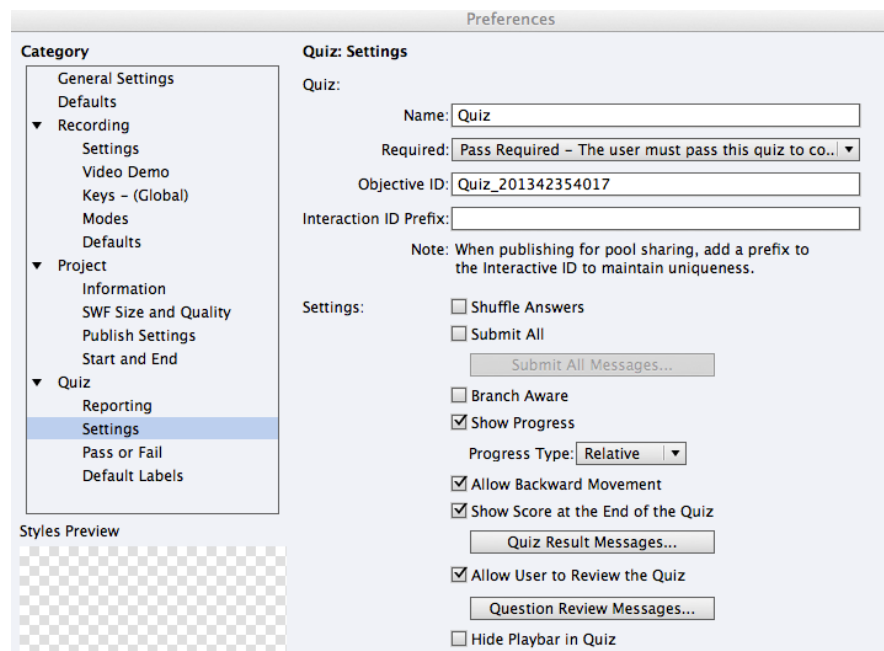


Рисунок 5.2 – Додавання тестових слайдів до навчального комплексу «Охорона праці» в Adobe Captivate

Після налаштування комплекс було розгорнуто в LMS Moodle (рис. 5.3).

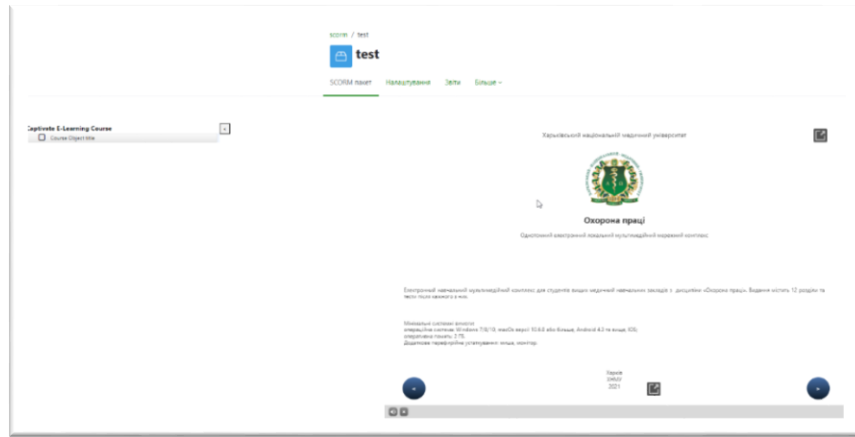


Рисунок 5.3 – Розгортання навчального комплексу «Охорона праці» в LMS Moodle

Перевірено дію елементу курсу «Тест» (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 – Перевірка дії елементу курсу «Тест»

Перевірено, які дані SCORM курсу передає до LMS Moodle (рис 5.5).

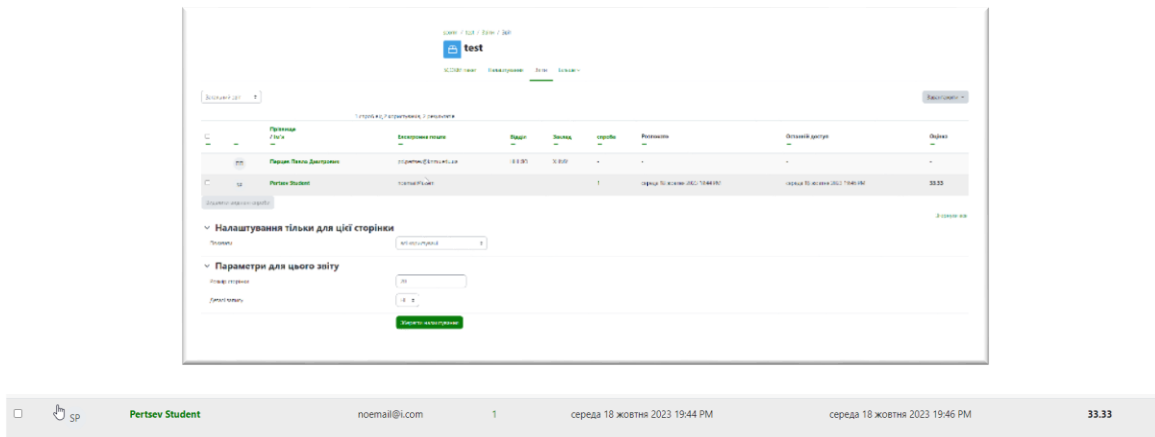


Рисунок 5.5 – Дані, які навчальний комплекс «Охорона праці» передає до LMS Moodle

Було досліджено, які можливості для побудови навчального курсу надає стандарт SCORM v.1.0. Створений тестовий курс дозволяє ознайомитися з доступними налаштуваннями (рис. 5.6), демонструє, якими даними курс обмінюється з LMS (рис. 5.7).

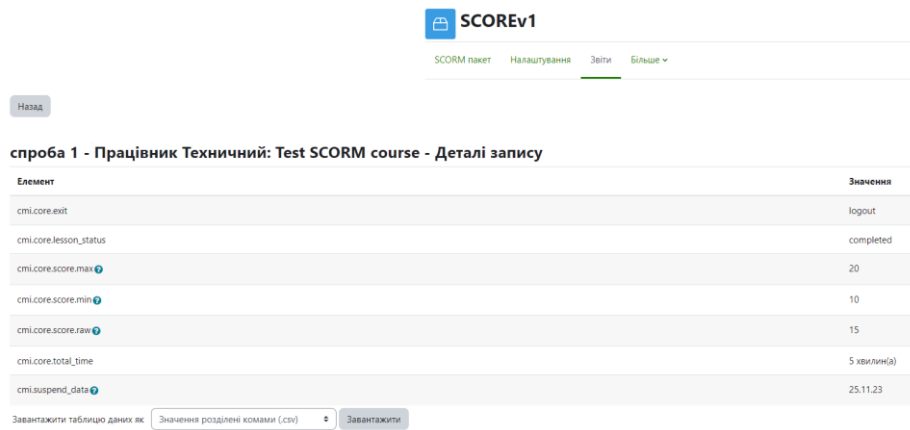
Some data from the LMS about the course

Reload

Table with information about this course

Property	Value	Description
cmi.core.student_id	test	(CMIStrng (SPM: 255), RO) Identifies the student on behalf of whom the SCO was launched
cmi.core.student_name	Примітка: Технічний	(CMIStrng (SPM: 255), RO) Name provided for the student by the LMS
cmi.core.lesson_location		(CMIStrng (SPM: 255), RW) The learner's current location in the SCO
cmi.core.lesson_status	completed	("passed", "completed", "failed", "incomplete", "browsed", "not attempted", RW) Indicates whether the learner has completed and satisfied the requirements for the SCO
cmi.core.lesson_mode	normal	("browse", "normal", "review", RO) Identifies one of three possible modes in which the SCO may be presented to the learner
cmi.core.entry	ab-initio	("ab-initio", "resume", "") RO Asserts whether the learner has previously accessed the SCO
cmi.core.credit	credit	("credit", "no-credit", RO) Indicates whether the learner will be credited for performance in the SCO
cmi.core.score.raw	15	(CMIDecimal, RW) Number that reflects the performance of the learner relative to the range bounded by the values of min and max
cmi.core.score.max	20	(CMIDecimal, RW) Maximum value in the range for the raw score
cmi.core.score.min	10	(CMIDecimal, RW) Minimum value in the range for the raw score
cmi.core.total_time	00:00:00	(CMITimeSpan, RO) Sum of all of the learner's session times accumulated in the current learner attempt
cmi.suspend_data	25.11.23	(CMIStrng (SPM: 4096), RW) Provides space to store and retrieve data between learner sessions
cmi.launch_data	Some data from manifest	(CMIStrng (SPM: 4096), RO) Data provided to a SCO after launch, initialized from the dataFromLMS manifest element
cmi.student_data.mastery_score		(CMIDecimal, RO) Passing score required to master the SCO
cmi.student_data.max_time_allowed		(CMITimeSpan, RO) Amount of accumulated time the learner is allowed to use a SCO
cmi.student_data.time_limit_action		(exit,message", "exit.no message", "continue,message", "continue, no message", RO) Indicates what the SCO should do when max_time_allowed is exceeded
cmi.student_preference.audio	0	(CMISInteger, RW) Specifies an intended change in perceived audio level
cmi.student_preference.language		(CMIStrng (SPM: 255), RW) The student's preferred language for SCOs with multilingual capability
cmi.student_preference.speed	0	(CMISInteger, RW) The learner's preferred relative speed of content delivery
cmi.student_preference.text	0	(CMISInteger, RW) Specifies whether captioning text corresponding to audio is displayed
cmi.objects_count	0	(non-negative integer, RO) Current number of objectives being stored by the LMS
cmi.interactions_count	0	(CMISInteger, RO) Current number of interactions being stored by the LMS
cmi.comments		(CMIStrng (SPM: 4096), RW) Textual input from the learner about the SCO
cmi.comments_from_lms		(CMIStrng (SPM: 4096), RO) Comments or annotations associated with a SCO

Рисунок 5.6 – Налаштування тестового курсу, збереженого в пакеті SCORM v.1.2



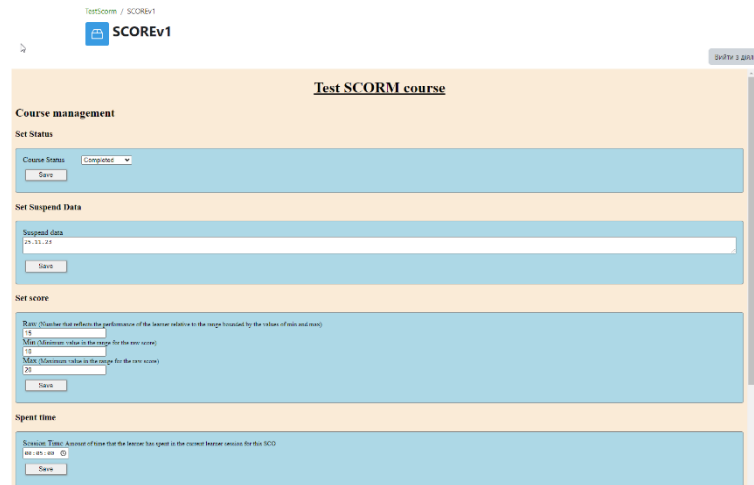
The screenshot shows the SCOREv1 interface with a navigation menu (SCORM пакет, Налаштування, Звіти, Більше) and a 'Назад' button. The main content is titled 'спроба 1 - Працівник Техничний: Test SCORM course - Деталі запису'. Below this is a table with two columns: 'Елемент' and 'Значення'.

Елемент	Значення
cmi.core.exit	logout
cmi.core.lesson_status	completed
cmi.core.score.max	20
cmi.core.score.min	10
cmi.core.score.raw	15
cmi.core.total_time	5 хвилин(а)
cmi.suspend_data	25.11.23

At the bottom, there is a download button 'Завантажити таблицю даних як:' followed by a dropdown menu with 'Значення розділені комами (.csv)' selected and another 'Завантажити' button.

Рисунок 5.7 – Дані, якими тестовий курс, збережений в пакеті SCORM v.1.2, обмінюється з LMS

На рис. 5.8 показані функції, які SCORM v.1.0 забезпечує в LMS: контроль статусу проходження курсу, час та тривалість проходження, підсумкові бали в межах налаштовуваних найменшого та найбільшого значень.



The screenshot shows the 'Test SCORM course' management page in the LMS. It includes sections for 'Set Status', 'Set Suspend Data', 'Set score', and 'Spent time', each with input fields and 'Save' buttons.

Course management

Set Status

Course Status: Save

Set Suspend Data

Suspend data: Save

Set score

Raw (Number that reflects the performance of the learner relative to the range (minimum and maximum))

Min (Minimum value in the range for the raw score): Save

Max (Maximum value in the range for the raw score): Save

Spent time

Session Time: Amount of time that the learner has spent in the current lesson session for this SCORM course: Save

Рисунок 5.8 – Функції, які SCORM v.1.2 забезпечує в LMS

Такі ж завдання були поставлені перед тестовим курсом, який збережено в пакеті SCORM 2004. На рис. 5.9 – 5.11 представлено результати: налаштування курсу, доступні через LMS (рис. 5.9), дані, якими курс обмінюється з LMS (рис. 5.10); функції, які SCORM 2004 забезпечує в LMS (рис. 5.11).

Some data from the LMS about the course

Table with information about this course

Property	Value	Description
cmi.version	1.0	(characterstring, RO) Represents the version of the data model
cmi.learner_id	steve	(lang_identifier, type (SPM: 4000), RO) Identifies the learner on behalf of whom the SCO was launched
cmi.learner_name	Працівник Технічний	(localized_string, type (SPM: 250), RO) Name provided for the learner by the LMS
cmi.location		(characterstring (SPM: 1000), RW) The learner's current location in the SCO
cmi.success_status	unknown	("passed", "failed", "unknown", RW) Indicates whether the learner has mastered the SCO
cmi.mode	normal	("browse", "normal", "review", RO) Identifies one of three possible modes in which the SCO may be presented to the learner
cmi.completion_status	completed	("completed", "incomplete", "not attempted", "unknown", RW) Indicates whether the learner has completed the SCO
cmi.entry	ab-abip	("ab-initio", "review", RW) Asserts whether the learner has previously accessed the SCO
cmi.credit	credit	("credit", "no-credit", RO) Indicates whether the learner will be credited for performance in the SCO
cmi.score_children	max,raw,scaled,min	(scaled,raw,min,max, RO) Listing of supported data model elements
cmi.score_scaled		(real (10, 7) range (-1, 1), RW) Number that reflects the performance of the learner
cmi.score_max	10	(real (10, 7), RW) Maximum value in the range for the raw score
cmi.score_min	5	(real (10, 7), RW) Minimum value in the range for the raw score
cmi.session_time	PT15M30S	(timeinterval (second,10,2), RO) Sum of all of the learner's session times accumulated in the current learner attempt
cmi.suspend_data	26.11.23	(characterstring (SPM: 64000), RW) Provides space to store and retrieve data between learner sessions
cmi.launch_data	Some data from manifest	(characterstring (SPM: 4000), RO) Data provided to a SCO after launch, initialized from the dataFromLMS manifest element
cmi.scaled_passing_score		(real(10,7) range (-1, 1), RO) Scaled passing score required to master the SCO
cmi.max_time_allowed		(timeinterval (second,10,2), RO) Amount of accumulated time the learner is allowed to use a SCO
cmi.time_list_action		(evt,message, "exit.no message", "continue.message", "continue.no message", RO) Indicates what the SCO should do when max_time_allowed is exceeded
cmi.learner_preference.audio_level	1	(real(10,7), range (0, 9), RW) Specifies an intended change in perceived audio level
cmi.learner_preference.language		(language, type (SPM: 250), RW) The learner's preferred language for SCOs with multilingual capability
cmi.learner_preference.delivery_speed		(real(10,7), range (0, 9), RW) The learner's preferred relative speed of content delivery
cmi.learner_preference.audio_captioning	0	("1", "0", "1", RW) Specifies whether captioning text corresponding to audio is displayed
cmi.objectives_count	0	(non-negative integer, RO) Current number of objectives being stored by the LMS
cmi.interactions_count	0	(non-negative integer, RO) Current number of interactions being stored by the LMS
cmi.comments_from_learner_count	0	(non-negative integer, RO) Current number of learner comments
cmi.comments_from_learner#_comments		(localized_string, type (SPM: 4000), RW) Textual input from the learner about the SCO
cmi.comments_from_lms_count	0	(non-negative integer, RO) Current number of comments from the LMS
cmi.comments_from_lms#_comments		(localized_string, type (SPM: 4000), RO) Comments or annotations associated with a SCO

Рисунок 5.9 – Налаштування тестового курсу, збереженого в пакеті SCORM 2004

SCOREv2004

SCORM пакет Налаштування Залич Больше

Назад

спроба 1 - Працівник Технічний: Test SCORM course - Деталі запису

Елемент	Значення
cmi.completion_status	completed
cmi.exit	normal
cmi.score_max	20
cmi.score_min	5
cmi.score_raw	10
cmi.session_time	10 хвилини
cmi.suspend_data	26.11.23
cmi.total_time	10 хвилини

Завантажити таблицю даних як Завантажити

Рисунок 5.10 – Дані, якими тестовий курс, збережений в пакеті SCORM 2004, обмінюється з LMS

TestScorm / SCOREv2004

SCOREv2004

Вийти з даних

Test SCORM course

Course management

Set Status

Course Status: Save

Set Suspend Data

Suspend data: Save

Set score

Raw (Number that reflects the performance of the learner relative to the range bounded by the values of min and max):

Min (Maximum value in the range for the raw score):

Max (Maximum value in the range for the raw score):

Save

Spent time

Session Time: Amount of time that the learner has spent in the current learner session for this SCO

Save

Рисунок 5.11 – Функції, які SCORM 2004 забезпечує в LMS

Як видно з експерименту, версія стандарту SCORM 2004 надає трохи більше налаштувань, але на виконанні курсу ці зміни майже не відбиваються, зберігають його повну функціональність.

На прикладі навчального комплексу Dr.Sim перевірено відстежування навчальної траєкторії під час виконання тестового завдання в інтерактивному режимі (рис. 5.12).

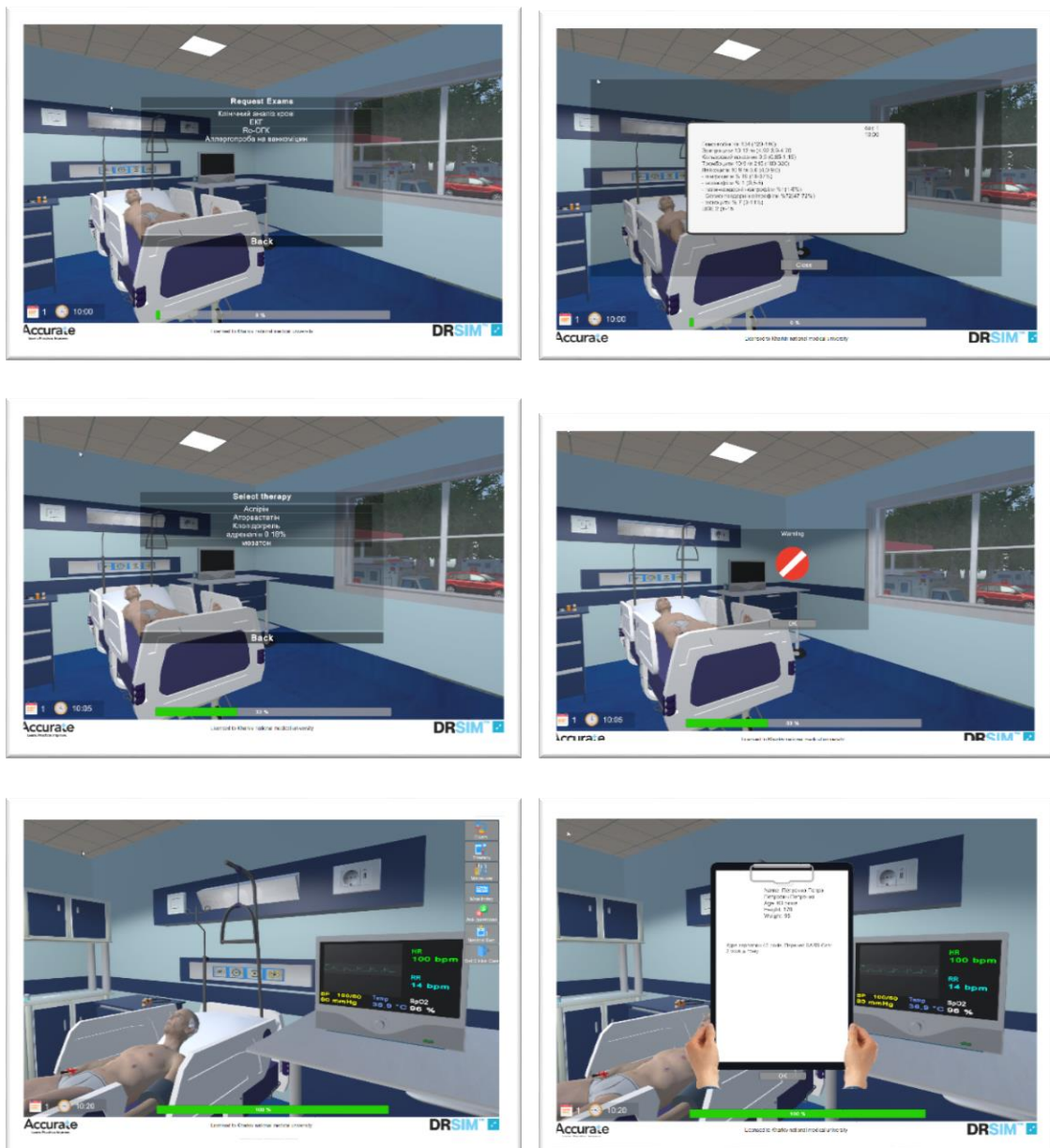


Рисунок 5.12 – Виконання тестового завдання в інтерактивному режимі навчального комплексу Dr.Sim

Отримано звіт з проходження траєкторії в курсі Dr.Sim (рис. 5.13).

Color Code

- Inrelevant action
- Wrong action

Carrying out of the case

day 1 hours 10:00 HR 100 BP 100/60 RR 14 bpm SpO2 96 % Temp 36.9 °C

day 1 hours 10:05 HR 100 BP 100/60 RR 14 bpm SpO2 96 % Temp 36.9 °C

day 1 hours 10:20 HR 100 BP 100/60 RR 14 bpm SpO2 96 % Temp 36.9 °C

Exams

day 1 hours 10:00 Клінічний аналіз крові

day 1 hours 10:00 ЕКГ

Manoeuvre

day 1 hours 10:05 Внутрішньовенний доступ Хворому встановлено внутрішньовенний доступ

day 1 hours 10:20 Коронарографія

day 1 hours 10:20 Встановлення катетера в 4-ту шкарбину шийи

Manoeuvre

day 1 hours 10:05 Внутрішньовенний доступ Хворому встановлено внутрішньовенний доступ

day 1 hours 10:20 Коронарографія

day 1 hours 10:20 Встановлення катетера в 4-ту шкарбину шийи

Therapies

day 1 hours 10:05 Administration of Nitroglycerin, 1 tab via Per Os

day 1 hours 10:05 Administration of Aspirin, 300 mg via Per Os

day 1 hours 10:05 Administration of Atorvastatin, 80 mg via Per Os

day 1 hours 10:05 Administration of Clopidogrel, 300 mg via Per Os

day 1 hours 10:05 Administration of 10%

day 1 hours 10:05 Administration of 10%

day 1 hours 10:05 Administration

Bibliography

Чоловік 60р, доставлені ЕМП/СДЧ. Ваше професійне відношення : діагностик гострий інфаркт міокарда.

Рисунок 5.13 – Звіт з проходження траєкторії в курсі Dr.Sim

Також отримано звіт з LMS Moodle про дані, які курс передає до LMS під час проходження інтерактивного тесту (рис. 5.14).

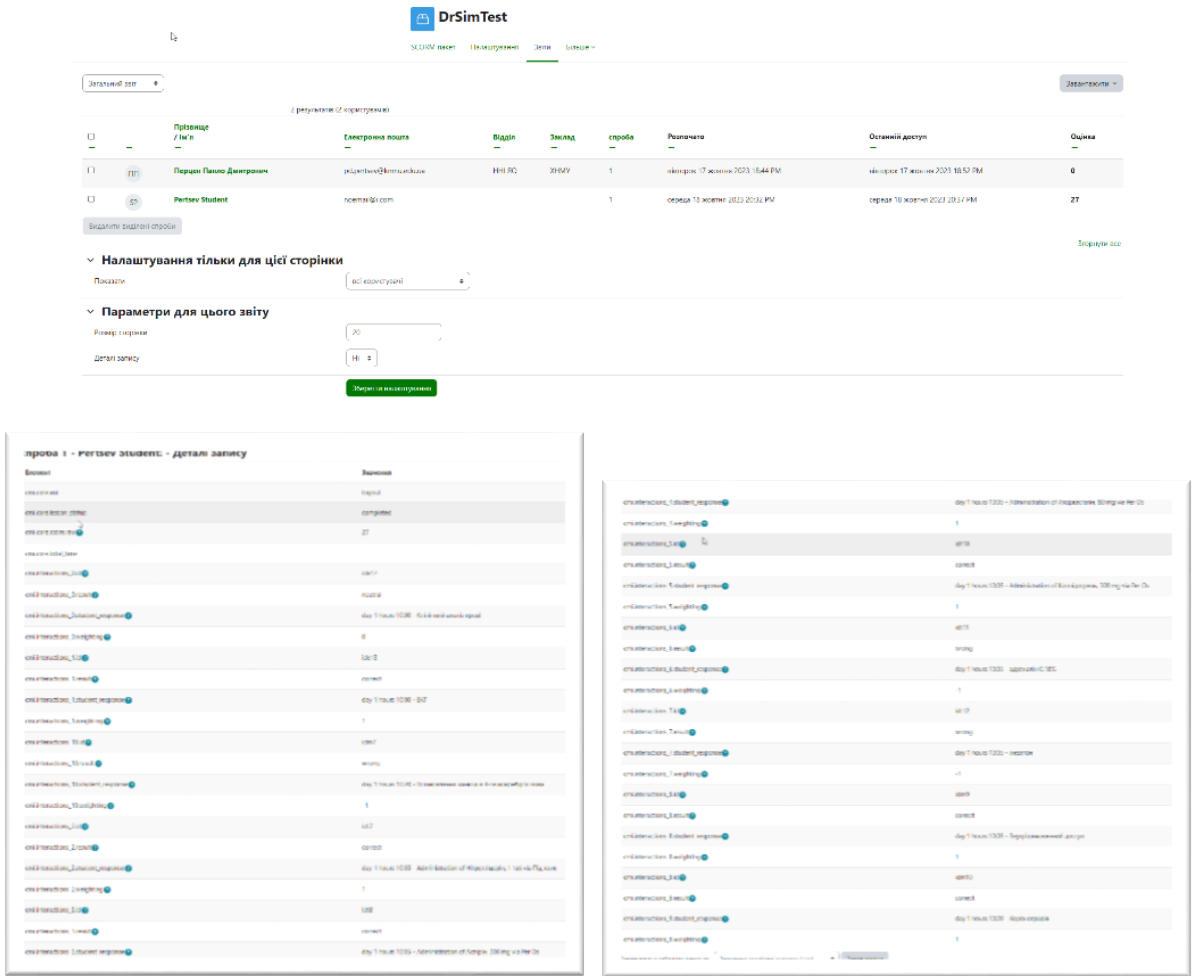


Рисунок 5.14 – Звіт з LMS Moodle про дані, які Dr.Sim передає до LMS під час проходження інтерактивного тесту

Можна зробити висновок, що протокол SCORM повністю забезпечує можливість реалізації інтерактивних тестових елементів у дистанційних курсах, реалізованих у LMS Moodle.

6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

6.1 Характеристика науково-дослідного рішення

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження процесу прийняття рішень для агрегації новин про друковані видання за допомогою рекомендаційної системи. Під час такого обґрунтування буде здійснено: розрахунок трудовитрат та заробітної плати працівникам, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів НДР.

6.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд підходів до створення рекомендаційних систем, досліджено процес прийняття рішення про покупку. Проведено експеримент з розробки автоматичної системи видачі рекомендації про книжкові новинки.

Умовно НДР можна розділити на три етапи: підготовчий, основний і заключний. На стадії виконання підготовчого етапу були виконані підбір і аналіз інформації для проведення відповідних до постановки завдання робіт. Проведено пошук інформації в мережі Internet та у фаховій літературі.

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- вивчення можливостей та підходів до впровадження протоколів обміну даними за стандартами програмних продуктів для e-learning;
- дослідження особливостей побудови дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами;
- розробка рекомендацій щодо вживання можливостей стандартів програмних продуктів до розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами;

– експериментальне дослідження ефективності розроблених рекомендацій.

У заключній частині здійснюється оцінка ефективності виконання НДР, складання звіту з НДР, захист звіту.

Найбільш складною та відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Дану роботу виконували 2 особи: фахівець з розробки мультимедійних видань та керівник. Середня заробітна плата фахівця становить 20000,00 грн/міс., керівника – 35000,00 грн/міс.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{ср.дн.}$) розраховується за формулою:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{Z_{ср.міс.}}{n}, \quad (6.1)$$

де $Z_{ср.міс.}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

n – число робочих днів у місяці, ($n=22$).

Середньоденна заробітна плата керівника робіт складає:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{35\,000}{22} = 1590,91 \text{ (грн)}.$$

Середньоденна заробітна плата фахівця з розробки мультимедійних видань складає:

$$Z_{ср.дн.} = \frac{20000}{22} = 909,09 \text{ (грн)}.$$

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн.
1	2	3	4	5	6
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	1	Керівник	1	1590,91	1590,91
1.2 Підготовка довідкових матеріалів та даних для виконання НДР	1	Фахівець з розробки мультимедійних видань	3	909,09	2727,27
2. Збір інформації					
2.1 Вивчення можливостей та підходів до впровадження протоколів обміну даними за стандартами програмних продуктів для e-learning		Фахівець з розробки мультимедійних видань	3	909,09	2727,27
3. Основний етап					
3.1 Постановка задачі	1	Керівник, фахівець з розробки мультимедійних видань	1	2500,00	2500,00
3.2 Дослідження особливостей побудови дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами	1	Фахівець з розробки мультимедійних видань	3	909,09	2727,27
3.3 Розробка рекомендацій щодо вживання можливостей стандартів програмних продуктів до розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами	1	Фахівець з розробки мультимедійних видань	5	909,09	4545,45

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6
3.4 Обробка результатів експерименту		Фахівець з розробки мультимедійних видань	1	909,09	909,09
3.5 Проведення оцінки ефективності прийнятих рішень	2	Фахівець з розробки мультимедійних видань	0,5	909,09	454,55
4. Заключний етап					
4.1 Формування висновків та пропозицій з використання розроблених рекомендацій	1	Фахівець з розробки мультимедійних видань	1	909,09	909,09
4.2 Технічне оформлення звіту виконання НДР	1	Фахівець з розробки мультимедійних видань	2	909,09	1818,18
Усього			20,5		20909,08

6.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

Під час дослідження малоцінні предмети, що швидко зношуються, не вживалися, література, необхідна для роботи, знайдена в Інтернеті у відкритому доступі безкоштовно.

Витрати на оплату праці розраховуються, виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної

заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 20909,08 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 4600,00 грн.

Під час виконання НДР використовувався комп’ютер вартістю 20000,00 грн.

Комп’ютер є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (6.2)$$

$$AB = \frac{20000 \cdot 20,5}{1460} = 280,82 \text{ (грн).}$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідної роботи;

BO_k – вартість основних засобів k -го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k -го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e) розраховуються за формулою:

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{кВм}, \quad (6.3)$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період проведення науково-дослідницької роботи;

$T_{кВм}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт за годину. Тариф складає 2,64 грн/кВт(без ПДВ). Підставивши значення у формулу (6.3), визначимо величину витрат (B_e) на спожиту електроенергію:

$$B_e = 0,5 \cdot 164 \cdot 2,64 = 216,48 \text{ грн.}$$

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20 % від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР, наведені в табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн
1	Заробітна плата	20909,08
2	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від п.1)	4600,00
4	Амортизація основних засобів	280,82
5	Витрати на спожиту електроенергію	216,48
6	Інші витрати, у тому числі:	
6.1	Адміністративні витрати (20,0 % від п.1)	4181,82
6.2	Вартість послуг зв'язку	250,00
7	Усього витрати	30438,19

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР відбиває сумарні витрати за статтями і складає 30438,19 грн.

6.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виконаних під час НДР, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено вживання можливостей стандартів програмних продуктів під час розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |X_{бj} - X_{нj}|, \quad (6.4)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j=1, m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

$X_{бj}$ – базове значення j -ої характеристики;

$X_{нj}$ – нове значення j -ої характеристики після впровадження НДР.

У якості досліджуваної характеристики обрано вагу розробленої конструкції в результаті оцінки експертів. Отримані результати тестування наведені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Рейтинг стандартів програмних продуктів під час розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами

Показник	SCORM	xAPI	cmi5
Зважені рейтинги	0,45	0,62	0,61

За базове значення характеристики доцільно взяти рейтинг стандарту SCORM. Підставивши відповідні значення до формули (6.4), визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta P_1 = |0,45 - 0,45| = 0,$$

$$\Delta P_2 = |0,45 - 0,62| = 0,17,$$

$$\Delta P_3 = |0,45 - 0,61| = 0,16,$$

Отриманий результат свідчить про те, що стандарт SCORM можна ефективно використовувати під час розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами.

Далі проведено оцінку економічної ефективності отриманого результату виконаної науково-дослідної роботи.

6.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (6.5)$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

Враховуючи те, що покращення, яке забезпечує використання стандарту SCORM у порівнянні з двома іншими альтернативами, майже однакове,

розрахуємо коефіцієнт «ефект-витрати» для даного стандарту по відношенню до наступної за ним альтернативи – до стандарту $cmi5$: $\Delta P_3 = 0,16$, тож

$$K_{es} = \frac{\Delta P_j}{B_p} = \frac{0,16}{30438,19} \cdot 100 \% = 0,00047 \%$$

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок про те, що кожна гривня витрат на розробку НДР забезпечує підвищену оцінку експертів, а тому й підвищену якість розроблених дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами на 0,00047 %. Дана науково-дослідна робота має позитивний показник економічної ефективності. Роботу у цілому є ефективною або такою, що має науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

Стрімкий розвиток інформаційних технологій, цифрових пристроїв та систем зв'язку призводять до розширення можливостей систем навчання, які забезпечують здобувачам освіти доступ до навчальних курсів в гнучкому режимі «будь-де, будь-коли». Водночас, подібні системи управління навчанням вимагають стандартизації протоколів обміну даними, які дозволять вживати контент курсу незважаючи на вибір системи управління навчанням, способу доступу, або характеру контенту.

У ході виконання роботи було розглянуто можливості та підходи до впровадження протоколів обміну даними за стандартом програмних продуктів для e-learning SCORM; досліджено особливості інтерактивних елементів дистанційних навчальних курсів; розроблено рекомендації щодо вживання можливостей стандартів програмних продуктів до розробки дистанційних навчальних курсів з інтерактивними елементами; проведено експериментальне дослідження розроблених рекомендацій.

Наукову дослідницьку роботу було економічно обґрунтовано. Проведено розрахунок трудомісткості робіт, калькуляцію собівартості проведення дослідження. Загальні витрати на виконання роботи становлять 30438,19 грн.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. 49 LMS Statistics and Trends for a Post-COVID World. URL: <https://www.trustradius.com/vendor-blog/lms-statistics-trends> (дата звернення: 20.11.2023).
2. Learning Management Systems (LMS) Market Size And Forecast. URL: <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/learning-management-systems-market/> (дата звернення: 20.11.2023).
3. Dobre I. Learning Management Systems for higher education - an overview of available options for Higher Education Organizations // The 6th International Conference Edu World 2014 “Education Facing Contemporary World Issues”, 7-9th November 2014. P. 313-320.
4. Lang S. Learning Management Systems (LMSs) // In: Digital Writing Technologies in Higher Education. Theory, Research, and Practice. Ed. by Kruse O., Rapp C., Anson C.M., Benetos C., Cotos E., Devitt A., Shibani A. Springer Cham, 2023. P. 173-182.
5. Ткачук М.В., Сокол В.Є., Білова М.О., Космачов О.С. Класифікація, типова функціональність та особливості застосування систем електронного навчання та тренінгу персоналу в ІТ-компаніях // Сучасні інформаційні системи. 2018. Т. 2. № 4.
6. Петренко С.В. Порівняльний аналіз найпопулярніших плагінів веб-аналітики для LMS Moodle, MoodleMootUkraine 2016. URL: <http://2016.moodlemoot.in.ua/course/view.php?id=98> (дата звернення: 20.11.2023).
7. Петренко С.В. Оптимізація й аналіз результатів використання lms moodle у системі змішаного навчання в університеті // Інформаційні технології і засоби навчання. 2017. Том 61. №5.
8. Moodle. URL: <https://moodle.org/> (дата звернення: 20.11.2023).
9. What Is Blackboard Learn? URL: https://help.blackboard.com/Learn/Instructor/Ultra/Getting_Started/What_Is_Blackboard_Learn (дата звернення: 20.11.2023).
10. Canvas. URL: <https://www.instructure.com/canvas> (дата звернення: 20.11.2023).

11. What is Schoology? URL: <https://lmshero.com/what-is-schoology/> (дата звернення: 20.11.2023).
12. What is Google Classroom? URL: <https://www.techlearning.com/features/what-is-google-classroom> (дата звернення: 20.11.2023).
13. D2L Brightspace. URL: <https://www.d2l.com/brightspace/> (дата звернення: 20.11.2023).
14. Adobe Captivate Prime. URL: <https://business.adobe.com/products/learning-manager/all-features.html> (дата звернення: 20.11.2023).
15. Schoox. URL: <https://www.schoox.com/>.
16. Освітня технологічна платформа Edmodo. URL: <https://naurok.com.ua/osvitnya-tehnologichna-platforma-edmodo-z-dosvidu-vikoristannya-u-zagalnoosvitniy-shkoli-84824.html> (дата звернення: 20.11.2023).
17. TalentLMS. URL: <https://www.talentlms.com/> (дата звернення: 20.11.2023).
18. Sakai. URL: <https://www.sakailms.org/> (дата звернення: 20.11.2023).
19. Jenzabar. URL: <https://jenzabar.com/> (дата звернення: 20.11.2023).
20. iSpring Learn. URL: <https://www.ispringsolutions.com/> (дата звернення: 20.11.2023).
21. EdX. URL: <https://business.edx.org/elearning/lms> (дата звернення: 20.11.2023).
22. Welcome to the aicc.org. URL: <https://www.aicc.org/index.html> (дата звернення: 20.11.2023).
23. Learning Design Specification. URL: <http://www.imslobal.org/learningdesign/index.html> (дата звернення: 20.11.2023).
24. SCORM solved and explained. URL: <https://scorm.com/> (дата звернення: 20.11.2023).
25. xAPI solved and explained. URL: <https://xapi.com/> (дата звернення: 20.11.2023).
26. SCORM vs cmi5 Comparison. URL: https://aicc.github.io/CMi-5_Spec_Current/SCORM/ (дата звернення: 20.11.2023).
27. Create, share and reuse interactive HTML5 content in your browser. URL: <https://h5p.org/> (дата звернення: 20.11.2023).
28. Furqon M., Sinaga P., Liliyasi L., Riza L.S. The Impact of Learning Management System (LMS) Usage on Students // TEM Journal, Vol. 12, Issue 2, May 2023. P. 1082-1089. DOI: 10.18421/TEM122-54.

29. How to develop a highly interactive online training program. URL: <https://www.talentlms.com/blog/how-create-interactive-online-training-program/> (дата звернення: 20.11.2023).

30. Horton W.K. E-Learning by Design. 2-nd Edition. San-Francisco: Pfeiffer, 2012. 637 p.

31. SCORM vs the Experience API (xAPI). URL: https://xapi.com/scorm-vs-the-experience-api-xapi/?utm_source=google&utm_medium=natural_search (дата звернення: 20.11.2023).

32. xAPI vs SCORM: Which Should You Choose? URL: <https://www.learnupon.com/blog/xapi-vs-scorm/> (дата звернення: 20.11.2023).

33. Difference between SCORM, xAPI, LTI and cmi5 eLearning Standards. URL: <https://belitsoft.com/custom-elearning-development/scorm-vs-xapi-vs-aicc-elearning-standards> (дата звернення: 20.11.2023).

34. Методи та системи підтримки прийняття рішень в управлінні еколого-економічними процесами підприємств: навчальний посібник / Пономаренко В.С., Павленко Л.А., Беседовський О.М. та ін. Харків: Вид. ХНЕУ, 2012. 272 с.

35. SCORM Developer's Toolkit. URL: <https://e-learningconsulting.com/downloads/SCODevelopersDocumentation.pdf> (дата звернення: 20.11.2023).

36. DrSim – Virtual patient simulator. URL: <https://accuratesolutions.it/en/product-details/dr-sim-virtual-patient-simulator-2/> (дата звернення: 20.11.2023).