

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Комп'ютерних наук,
управління та адміністрування

Кафедра Інформаційних технологій

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Методи і алгоритми збору та аналізу даних про дії студентів в системі електронного навчання»

Виконав студент 2 курсу групи
МІС- 20 спеціальності 122
Комп'ютерні науки

Вернігоров Єгор Валерійович

Керівник к.т.н., доц.
Терещенко Тетяна Михайлівна

Консультант

Рецензент д.т.н., проф.
Мещеряков Володимир Іванович

Одеса 2021

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна магістерська робота: 70 с., 2 табл., 32 рис., 13 джерел.

Ключові слова: методи та алгоритми контролю дій студентів, електронне навчання, аналіз даних, критерії оцінки.

Мета дослідження – аналіз методів і алгоритмів збору та аналізу даних про дії студентів в системі електронного навчання та розробка програмного модуля на базі бібліотеки Moodle xAPI.

Об'єкт дослідження – програмні засоби контролю дій студентів в системах електронного навчання.

Предмет дослідження – функціональні властивості програмних засобів контролю дій студентів в системах електронного навчання.

Задачі дослідження: провести аналіз предметної області; визначити системи та критерії для порівняльного аналізу платформ дистанційного навчання; провести порівняльний аналіз програмних систем; показати практичне використання програмних засобів для побудови системи контролю дій студентів.

Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення: проведено дослідження сучасних програмних інструментів контролю знань студентів в системах електронного навчання; визначені критерії для оцінки платформ дистанційного навчання; представлені результати порівняльного аналізу; розроблено програмний модуль на базі бібліотеки Moodle xAPI.

Подальші дослідження можуть бути пов'язані з інтеграцією розробленого модуля в реальну систему дистанційного навчання та збір інформації про активності студентів з метою аналізу даних.

SUMMARY

Qualifying master's thesis: 70 pp., 2 tables, 32 figures, 13 sources.

Keywords: data mining, methods and algorithms for monitoring student actions, e-learning, data analysis, evaluation criteria.

The purpose of the study is to analyze of methods and algorithms for collecting and analyzing data on student actions in the e-learning system and development of a software module based on the Moodle xAPI library.

The object of research – software for monitoring the actions of students in e-learning systems.

The subject of research – functional properties of software for monitoring the actions of students in e-learning systems.

Research objectives: to analyze the subject area; define systems and criteria for comparative analysis of e-learning platforms; to conduct a comparative analysis of software systems; show the practical use of software to build a system of student control.

Results, their novelty, theoretical and practical significance: a study of modern software tools for monitoring students knowledge in e-learning systems; defined criteria for the evaluation of distance learning platforms; the results of comparative analysis are presented; developed a software module based on the Moodle xAPI library.

Further research is related to the integration of the developed module into a real e-learning system and the collection of information on student activities for data analysis.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.1. Концепція електронного навчання	10
1.2. Види електронного навчання	11
1.3. Інструменти контролю знань в системах електронного навчання.....	17
1.4. Стандарти галузі дистанційного навчання	24
1.5. Постановка задачі.....	29
2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЛАТФОРМ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ	
.....	31
2.1. Вибір систем та критерії для аналізу.....	31
2.2. Модульна система електронного навчання MOODLE.....	33
2.3. Платформа електронного навчання ATUTOR	35
2.4. Веб-платформа ILIAS.....	36
2.5. Веб-платформа DISKURS.....	38
2.6. Результати аналізу платформ	40
3. ВИБІР ПРОГРАМНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ	
КОНТРОЛЮ ДІЙ СТУДЕНТІВ.....	42
3.1. Інтеграція LMS Moodle зі сховищем навчальних записів.....	42
3.2. Сховище навчальних записів GrassBlade Cloud LRS.....	44
3.3. Бібліотека інтеграції Moodle xAPI.....	50
4. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ НА БАЗІ БІБЛІОТЕКИ MOODLE	
XAPI.....	52
4.1. Інтеграція програмних компонентів.....	52
4.2. Результати використання програмного модуля контролю дій студентів	
.....	58
ВИСНОВКИ.....	67
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	69

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

LMS – Learning Management System, система управління процесом навчання.

LRS – Learning Record Store, сховище навчальних записів.

SCORM – Sharable Content Object Reference Model, еталонна модель об'єктів контенту для спільного використання.

SCO – Об'єкт вмісту.

IR – Information Resource, інформаційний ресурс.

IT – Information Technology, інформаційні технології.

XML – Extensible Markup Language, розширювана мова розмітки.

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології.

ПЗ – програмне забезпечення.

ДН – дистанційне навчання.

ВСТУП

Одним із найпоширеніших засобів діяльності людини є інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), які стають каталізатором та визначальним джерелом інформатизації суспільства [1]. Пріоритетний напрямок цього процесу – інформатизація освіти, що забезпечує досягнення двох стратегічних цілей: підвищення ефективності всіх видів освітньої діяльності на основі використання ІКТ та якості підготовки фахівців у різних галузях суспільного життя. У зв'язку з цим впровадження та розвиток технологій електронного навчання має широку перспективу.

Світова пандемія внесла корективи в усі сфери людського життя, в тому числі і в процес навчання. Постійні карантинні обмеження призвели до поширення дистанційної форми навчання на всіх рівнях підготовки учнів, слухачів та студентів. Навчальні заклади стикнулися з технічними та організаційними проблемами в процесі впровадження платформ дистанційного навчання. Відсутність навичок роботи з комп'ютерною технікою та спеціалізованим програмним забезпеченням у всіх учасників навчального процесу стало причиною зниження якості підготовки.

Іншою проблемою забезпечення якості підготовки фахівців, в тому числі, в закладах вищої освіти, стало обмеження можливостей контролю знань студентів, які вони отримали в процесі навчання. Тому задача забезпечення якісного та об'єктивного контролю знань студентів є актуальною.

Метою роботи є аналіз методів і алгоритмів збору та аналізу даних про дії студентів в системі електронного навчання та розробка програмного модуля на базі бібліотеки Moodle xAPI.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Визначити методи та алгоритми контролю дій студентів в системах дистанційного навчання, які позитивно впливають на якість засвоєння матеріалу та рівень отриманих навичок.

2. Проаналізувати існуючі стандарти ДН та вибрати найбільш ефективний та функціональний для побудови інструменту контролю за діями студентів.

3. Вибрати критерії оцінки та системи для дослідження платформ електронного навчання з метою визначення системи для впровадження модуля контролю дій студентів.

4. Провести огляд існуючих систем зберігання навчальних записів з метою вибору найбільш ефективною та функціональною системи для вирішення задачі контролю дій студентів в процесі навчання.

5. Розробити програмний модуль на базі бібліотеки Moodle xAPI та показати використання результатів роботи модуля в процесі проведення тестування знань студентів.

6. За результатами проведеного дослідження визначити найбільш ефективних інструменти контролю дій студентів для використання в системах електронного навчання.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Концепція електронного навчання

Під визначенням електронне навчання розуміють навчання за допомогою електронних засобів. Воно включає придбання знань і навичок з використанням електронних технологій, таких як комп'ютер та Інтернет [1]. Основна перевага електронного навчання – це незалежність від часу та географічного розташування.

До розвитку Інтернету студентам пропонувалися дистанційні курси з певних навичок чи предметів. У 1840-х роках Ісаак Пітман зазвичай навчав своїх студентів з листування. 1954 року професор Гарвардського університету винайшов навчальну машину, яка дозволяла школам керувати інструкціями для учнів. У 1960-х роках у світі було представлено першу комп'ютерну програму навчання (CBT), відому як PLATO (Programmed Logic for Automated Teaching Operations - програмована логіка для автоматизованих навчальних операцій). PLATO був спочатку розроблений для студентів університету Illinois university (університет Іллінойсу), але пізніше його використовували інші школи у цьому районі. У 1970-х роках електронне навчання стало більш цікавим та інтерактивним, оскільки Britain Open University (Відкритий університет Британії) зацікавився перевагами електронного навчання. Їхня освітня система була заснована виключно на дистанційному навчанні. Матеріали курсу зазвичай доставляються студентам поштою, а листування з тьюторами чи викладачами здійснюється поштою [2].

Тим не менш, з появою Інтернету, університет постачав матеріали курсів, освітній досвід, а також листування студентам електронною поштою. У 20-му та 21-му століттях було зроблено більше технологічних досягнень для покращення електронного навчання. Це дозволяє школам проводити курси онлайн, а освіта широко доступна і доступна для людей, незалежно від їх географічних та тимчасових обмежень. Бізнес-організації також прийняли

платформи електронного навчання для своїх співробітників. Це дало працівникам можливість покращити свої виробничі знання та навички для досягнення організаційних цілей.

До переваг електронного навчання слід віднести наступне:

- гнучкість часу та місця проведення занять;
- підвищення ефективності спілкування між студентами;
- покращення комунікацій між викладачами та студентами;
- можливість використання різних стилів та методів навчання;
- наявність та доступність матеріалів курсу;
- зниження навантаження на викладачів;

1.2. Види електронного навчання

Електронне навчання має дві категорії, які дозволяють учням навчатися на платформі. Методи отримання інформації з платформи електронного навчання залежить від вибору учнями тієї категорії, яка буде використовуватися. Кожна з цих категорій має свої переваги та недоліки. Існує дві категорії: асинхронне та синхронне електронне навчання (рис. 1).

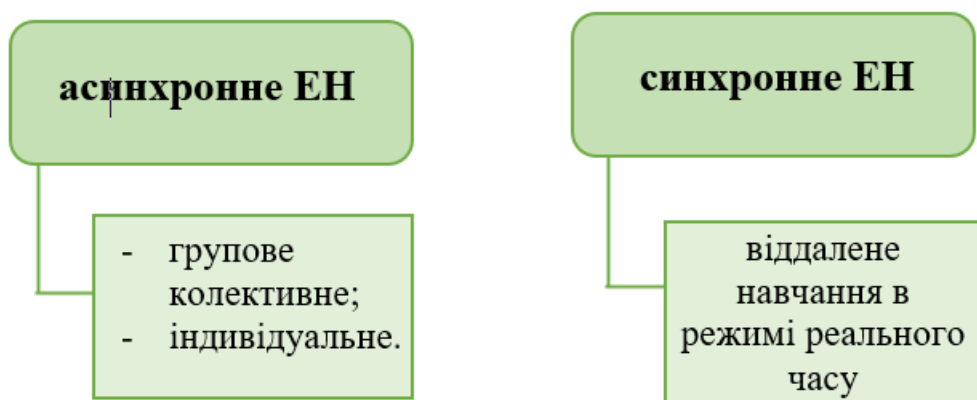


Рисунок 1 – Види електронного навчання

Асинхронне електронне навчання – це процес самостійного навчання, який може виконуватися навіть в автономному режимі з присутністю вчителя чи учнів або без них. Курсова робота та інші навчальні повідомлення доставляються через Інтернет та електронною поштою. Студенти можуть переглядати веб-сторінки та завантажувати матеріали курсів, а також завантажувати будь-які завдання. Ця платформа має переваги гнучкості часу та графіків, а також підвищує рівень когнітивного мислення студентів. Єдиним недоліком цієї платформи і те, що студенти відчуваються ізольованими, працюючи самостійно [3].

Електронне навчання, яке асинхронно керується викладачем – це різновид дистанційного навчання, при якому учасники навчального процесу фізично ізольовані один від одного, а їхня навчальна взаємодія здійснюється асинхронно під керівництвом викладача. Цей вид навчання реалізує асинхронно-віддалену модель, в основі якої лежить процес постійного обміну між викладачем та студентом електронними навчальними матеріалами, виконаними завданнями, рекомендаціями та зауваженнями.

Дистанційне асинхронно кероване навчання є оптимальною формою навчання для тих студентів, які за своєю психологічною природою не можуть самостійно планувати свою навчальну діяльність та адекватно оцінювати її результати. Їм потрібна підтримка викладачів у плануванні навчальної діяльності, консультації щодо змісту навчального матеріалу та виконання навчальних проектних робіт, оцінка підсумкового тестування.

В даний час можна виділити два основні варіанти організації дистанційного асинхронно керованого навчання. Перший варіант імітує традиційну колективно-групову навчально-пізнавальну діяльність, організовану у формі електронних конференцій та форумів з відстроченим доступом. Основним дидактичним завданням є формування знань учнів за допомогою технологій підтримки асинхронної комунікації.

Електронна пошта, списки розсилки, дискусійні форуми дозволяють студентам залишати повідомлення у різний час, зручний для них. Оскільки

процес закріплення здобутих знань студентами надається у вигляді результатів, виданих у письмовій формі та зафіксованих у певних базах даних, викладач може забезпечити зворотний зв'язок не лише за змістом курсу, наприклад при виконанні контрольного завдання, але й відстежити прогрес та динаміку навчання (засвоєння) матеріалу групою. Програмні інструменти синхронної та асинхронної взаємодії наведені на рис. 2 [4].

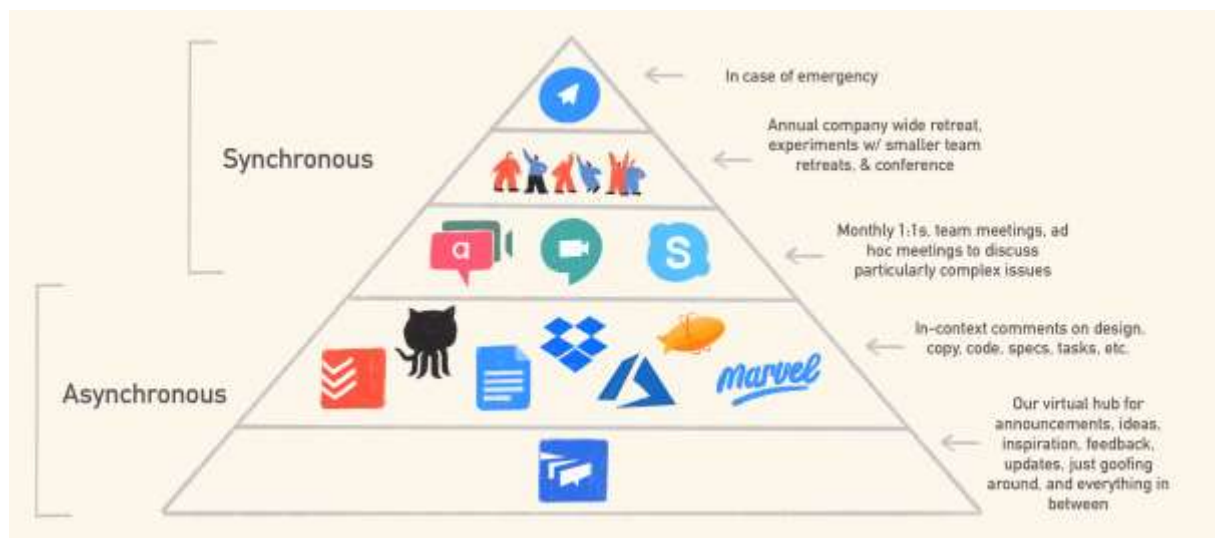


Рисунок 2 – Програмні інструменти синхронної та асинхронної взаємодії в системах електронного навчання

Електронні конференції з відстроченим доступом забезпечують робоче середовище для групової комунікативної взаємодії та реалізації технологій та колективного навчання. Початкове знайомство студентів з інформацією на тему може здійснюватися за допомогою електронних навчальних матеріалів, розісланих електронною поштою для самостійного вивчення та самоаналізу. Як інструменти для розміщення навчальної інформації для всієї групи можуть бути використані персональні блоги викладача.

Етап закріплення знань викладач організує під час групової роботи у віртуальному навчальному класі. Найбільш ефективні методи реалізації цієї

мети: дебати, панельні дискусії, віртуальні лабораторні роботи, дискусійні групи, мозкові атаки.

Другий варіант орієнтований на індивідуальну пізнавальну діяльність студентів із використанням спеціалізованих електронних засобів навчального призначення. Засоби цієї групи призначені для спільно розподіленого використання та включають електронні версії підручників та посібників, мультимедійні презентації лекцій, електронні довідники, дистанційні курси.

Використання цих електронних засобів вимагає регулюючих впливів з боку викладача, конкретний зміст яких визначається характером відомостей, одержаних за допомогою зворотного зв'язку. Завдяки наявності постійного чи епізодичного навчального діалогу між суб'єктами навчання здійснюється режим диференційованого управління на основі отримання інформації за певною системою параметрів про результати навчальних здобутків кожного конкретного студента.

Функції викладача у навчальному процесі включають:

- контроль, аналіз та оцінювання результатів навчальних досягнень студента;
- корекція індивідуальної траєкторії навчання;
- надання індивідуальних рекомендацій, консультацій та допомоги студентам під час навчальної діяльності з електронним засобом навчального призначення.

Дистанційне асинхронно кероване навчання має деякі переваги, а саме:

- немає необхідності вчитися у відповідності з жорстким розкладом занять, щоб пройти курс навчання;
- навчальний процес найбільш адекватно відтворює інтеграцію традиційної та дистанційної форм навчання.

Синхронне електронне навчання є платформою під керівництвом викладача, яка забезпечує миттєве (в режимі он-лайн) навчання студентів у режимі реального часу або процес навчання. Під час уроку повинні бути

присутні як учні, так і інструктори чи викладачі. У цій категорії використовуються інструменти або мультимедіа в режимі реального часу, такі як відеоконференції та миттєві повідомлення або чат. Це дозволяє вчителям та студентам спілкуватися та ділитися знаннями чи ідеями з негайною відповіддю. Основною перевагою синхронного електронного навчання є відсутність ізоляції від учнів, що робить їх більш соціальними. Але цій платформі бракує гнучкості часу [3].

Дистанційне синхронне навчання реалізує модель синхронно-віддаленого навчання, в якому навчальна взаємодія між викладачем та студентом здійснюється у режим реального часу. Модель синхронно-віддаленого навчання передбачає кооперацію студентів до віртуальних навчальних колективів (Virtual Learning Communities). Створення віртуальних навчальних колективів передбачає необхідність комунікативної взаємодії студентів як усередині однієї групи, так і між студентами з різних груп; доступ до спільно-розподілених ресурсів.

Дистанційне синхронне навчання забезпечує можливість проведення навчання за такими типами педагогічної взаємодії «студент → викладач усередині групи» та «викладач → група», а також "група/група → група". Взаємовідносини викладача та студента можна визначити як віртуальне партнерство, яке здійснюється у системі суб'єкт-суб'єктних відносин.

Як інструменти для здійснення синхронної навчальної взаємодії можуть бути використані класичні соціальні мережі, наприклад, Twitter, Facebook, LinkedIn, YouTube. Варто також згадати про цілий окремий напрямок спеціальних інструментів, розрахованих лише на внутрішньо групове спілкування. Одним із лідерів у цьому напрямку стали Google, Windows Live.

Організаційною базою реалізації синхронного навчання є веб-конференція та вебінар. Веб-конференція – це технологія та інструментарій для організації спільної роботи в режимі реального часу через Інтернет. Веб-конференції дозволяють проводити електронні презентації в режимі реального часу, спільно працювати з документами та програмами, синхронно

переглядати сайти, відеофайли та зображення. При цьому кожен учасник перебуває на своєму робочому місці за комп'ютером. Вебконференції, які передбачають «одностороннє» мовлення спікера та мінімальний зворотний зв'язок від аудиторії називають вебінарами.

Використання у віртуальних навчальних колективах технологій форумів, вебінарів, вікі та мультимедійних інтерактивних презентацій дозволяє всім суб'єктам навчального процесу самостійно чи спільно створювати мережевий навчальний контент; суттєво полегшує засвоєння матеріалу, сприяє легкому формуванню освітніх траєкторій [4].

Загальний для всіх учасників навчального процесу інформаційно-комунікативний простір дає можливість колективної оцінки процесів та результатів роботи, спостереження за розвитком кожного учасника та оцінки його внеску до колективної творчості. Дистанційне навчання на базі синхронних технологій використовує електронні транспортні системи доставки навчальних матеріалів та інших інформаційних об'єктів, медіа-засоби, телекомунікаційні технології. Таке навчання передбачає дистанційний доступ студентів до електронних засобів навчання, розміщених у мережі Інтернет, наприклад: веб-сторінок та порталів, дистанційних курсів, електронних бібліотек, електронних практикумів, електронних енциклопедій, електронних словників, електронних кейсів.

Функції викладача включають: консультації; індивідуальну допомогу; аналіз питань; планування індивідуальної програми навчання; керівництво; постановку завдань; керування динамікою дистанційного класу; встановлення термінів; виправлення помилок після виконання завдання. Серед синхронних методів найбільш раціональними є імітаційні методи (симуляція/моделювання, ділові ігри); методи проектної роботи та ін.

Навчальні ситуації спрямовані на колективний обмін думками (ідеями, гіпотезами, поглядами). Характерними є завдання, які вимагають висловлення власної думки та презентації підготовлених матеріалів учасниками групи; кооперації у рішенні загальної проблеми; спільної підготовки проекту; участі

у дебатах та віртуальних семінарах. Викладач у навчальному процесі – це координатор, інструктор, партнер.

Дистанційне синхронне навчання має ряд переваг, а саме:

- сприяє встановленню між студентами реальних робочих відносин та зв'язків, таких як віртуальне партнерство;
- забезпечує соціальний контекст навчання;
- мотивує обмін ідеями з метою ухвалення раціонального рішення в рамках групового спілкування;
- сприяє продуктивному застосуванню професійних навичок та умінь.

1.3. Інструменти контролю знань в системах електронного навчання

Контроль або перевірка результатів навчання є обов'язковим компонентом процесу навчання. Вона має місце на всіх стадіях процесу навчання, але особливе значення набуває після вивчення будь-якого розділу програми та завершення ступеня навчання. Суть перевірки результатів навчання полягає у виявленні рівня освоєння знань слухачами, який повинен відповідати освітньому стандарту за цією програмою, предметом.

Технічна реалізація системи дистанційного навчання є досить складним програмно-апаратним комплексом і в основному вони будуються виходячи із портальної схеми (рис. 3).

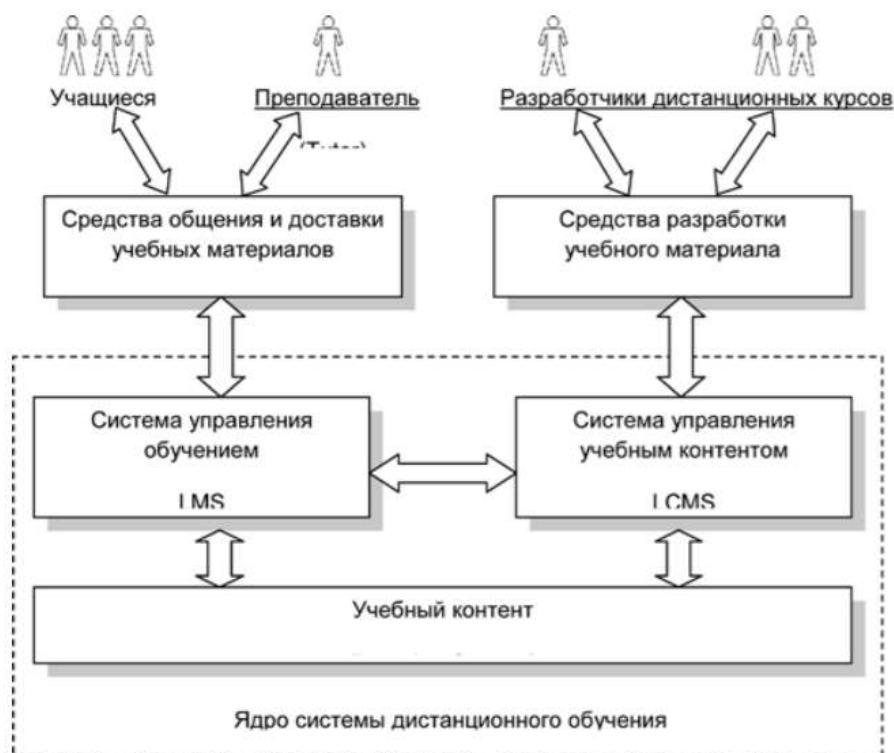


Рисунок 3 – Структурна схема системи електронного навчання

Ядром даної системи є LMS (Learning Management System) або система управління навчальним процесом. Система управління навчанням (LMS) зазвичай призначені для контролю та управління навчальним процесом з великою кількістю учнів. Деякі з них орієнтовані на використання у навчальних закладах, інші – на корпоративне навчання. Їхньою загальною особливістю є те, що вони дозволяють стежити за навчанням користувачів, зберігати їх характеристики, а також визначати кількість доступів та час, витрачений учнем на проходження певної частини курсу.

Виділяють основні засади контролювання учнів, яких необхідно дотримуватись у дистанційному навчанні:

- принцип об'єктивності – пізнавальна діяльність у дистанційному навчанні повинна оцінюватися при мінімальному впливі суб'єктивного фактору;

- принцип демократичності – у дистанційному навчанні повинні створюватися рівні умови для всіх, хто проходить контроль;
- принцип масовості та короткочасності – контроль за допомогою дистанційних технологій має бути організований так, щоб за як найменший час здійснити перевірку знань у великої кількості слухачів.

У загальному випадку структурно системи дистанційного навчання, з погляду етапів навчання, можна уявити взаємопов'язаних і взаємодіючих один з одним наступних елементів: подання інформації, закріплення інформаційного матеріалу, контроль знань, фіксування успіхів учнів, супровід системи (рис. 4).

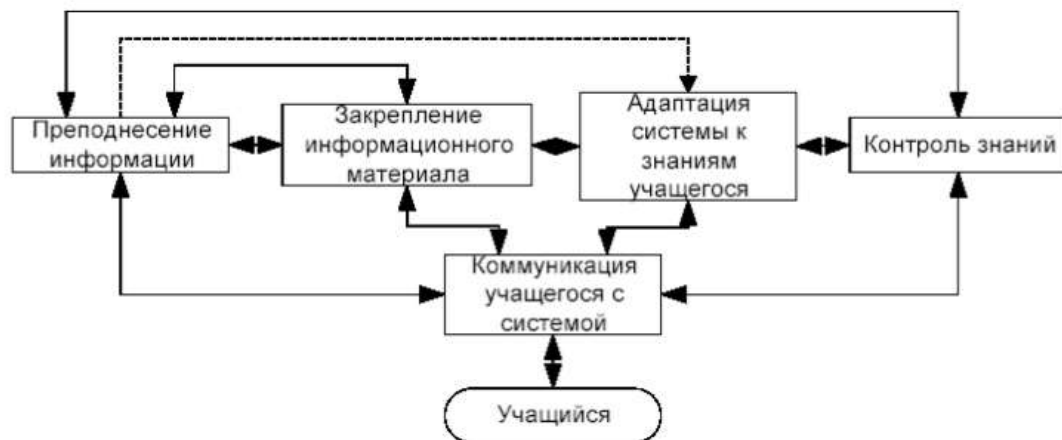


Рисунок 4 – Схема взаємодії модулів системи електронного навчання

Майже всі елементи, через інтегрованість системи, мають інтелектуальні елементи, що забезпечують повноцінне навчання, яке можна порівняти за якістю з традиційним.

У дистанційній формі, проблема контролю навчальної діяльності слухачів стає однією з ключових при проектуванні навчальних курсів та їх впровадженні. При дистанційному навчанні вживають спеціальних заходів

для забезпечення достовірності даних поточного та підсумкового контролю [4]:

- організація системи доступу до навчальних ресурсів за індивідуальними паролями та ідентифікаторами; використання різних шифрів та кодувань для захисту самих тестів від несанкціонованого доступу, запуск програм тестування строго за паролями; організація та проведення контрольних заходів на базі сертифікованих регіональних навчальних центрів, які мають доступ до Інтернету;
- використання додаткових периферійних пристроїв, наприклад, відеокамер, пристроїв введення індивідуального пін-коду;
- жорстким обмеженням часу на відповідь, випадковим перемішуванням варіантів відповідей та завдань із великого банку;
- статистичний захист при тестуванні – дані протоколів оцінюються за допомогою спеціальних алгоритмів багатовимірного аналізу даних, що дозволяють виявити підробку, особливо у випадку систематичного та масового підроблення.

Під час тестування в умовах дистанційного навчання однозначні та відтворювані оцінки здатні дати лише об'єктивні методи контролю якості знань слухачів, що спираються на спеціально створені для цього матеріали – тести. Вони мають бути розроблені за кожним рівнем засвоєння досвіду. Тест – це засіб, який дозволяє виявити рівень та якість засвоєння.

Слід врахувати, що дослідження стану контролю знань студентів із застосуванням тестових вимірювачів виявило певні проблеми при використанні тестів: недостатня якість та валідність вмісту тестових завдань, ненадійність результатів тестування, недоліки обробки результатів з класичної теорії тестів, відсутність використання сучасної теорії обробки тестових матеріалів із застосуванням обчислювальної техніки. Висока похибка

вимірювання тестових результатів не дозволяє говорити про високу надійність результатів вимірювання.

Застосування методів штучного інтелекту та інженерії знань може перемогти суб'єктивність та прямолінійність процесу тестування, піднімаючи рівень оцінювання знань машинними системами. Застосування традиційних методів комп'ютерного навчання та контролю (пряме тестування, бальна система, і т. ін.) має істотний недолік: процес взаємодії оцінюючого та оцінюваного не піддається суворій формалізації, тому основні алгоритмічні функції не зможуть описати повною мірою предметну область. Здійснення автоматизованого контролю знань, умінь учнів, в першу чергу, включає вирішення проблеми визначення сукупності необхідних якостей знань, без яких критерії оцінки знань та способи визначення рівня їх засвоєння, виявити не можна.

Найчастіше на освітніх сайтах можна побачити тести, що працюють у режимі реального часу. Тестований відповідає на запитання тесту в режимі прямий діалог з комп'ютерною програмою віддаленого сервера. Тести включають питання та варіанти відповідей (одна з яких, як правило, вірна, а інші – помилкові). Користувачу не потрібно записувати відповідь, достатньо лише клацнути курсором миші по потрібній відповіді. У більшості тестів на перевірку знань дається від 3 до 5 різних відповідей на одне запитання. Після виконання тестів на екрані з'являється результат – коментарі, оцінка, рекомендації щодо подальшої роботи. Тести загалом висувають менш високі вимоги до рівня «активності» та «міцності» засвоєння знань. Багато відповідей можна вибрати за рахунок пасивного «впізнавання» або інтуїтивного «вгадування». Вірно написані тести враховують це та заманюють учнів у «пастки», спеціально пропонуючи їм хибні відповіді. Вже кілька років існує міжнародний стандарт для проведення тестування. Цей стандарт спрямовано та те, що при визначенні прохідного балу при тестуванні важливим стає не кількість виконаних завдань, а відсоток піддослідних, які набрали певний

тестовий бал. Найкращим вважається тест, у якому закладено широкий зміст і він охоплює глибші рівні знань.

Розробники комп'ютерних тестів повинні дотримуватись наступних принципів [5]:

- тест повинен відповідати цілям тестування;
- потрібно визначити значущість знань у загальній системі знань, що перевіряються;
- має бути забезпечений взаємозв'язок змісту та форми тіста;
- тестові завдання мають бути правильними, з погляду змісту;
- повинна дотримуватися репрезентативності змісту навчальної дисципліни у змісті тесту;
- тест повинен відповідати рівню сучасного стани науки;
- зміст тесту має бути комплексним та збалансованим;
- зміст тесту має бути системним, але водночас варіативним.

На початку будь-якого тесту дається коротка інструкція по виконанню завдання, наприклад: «Виберіть правильну відповідь.»..., «Виберіть найбільш правильну відповідь відповідь.»..., «Вдрукуйте у вільному полі відповідь». Якщо завдання подано в одній формі, інструкція пишеться раз для всього тесту. Якщо ж тест включає різні завдання, то перед кожним новим завданням пишеться нова інструкція Текст завдання, як правило, пишеться великими літерами або жирним шрифтом, щоб візуально відразу ж відокремити саме завдання від варіантів відповіді.

Одна з важливих вимог під час тестування — наявність заздалегідь розроблених правил виставлення балів. Загалом застосування тестів за правильну відповідь у кожному завданні дається один бал, за неправильний — нуль. Сума всіх балів, отриманих слухачами, дає кількість правильних відповідей. Це число асоціюється з рівнем його знань та з поняттям «тестовий

бал випробуваного». Але є й інші, складніші схеми оцінювання, наприклад рейтингові.

Дистанційне навчання передбачає розробку тестів головним чином у рамках критеріально-орієнтованого підходу, при якому завданням тестування є зіставлення навчальних досягнень окремого учня з запланованим до засвоєння обсягом знань, умінь та навичок. Як інтерпретаційна система відліку використовується конкретна область змісту. Відбираючи зміст під час створення системи тестів для дистанційного навчання необхідно керуватися низкою принципів [6]:

- значимість матеріалу;
- наукова достовірність;
- відповідність змісту тесту рівню сучасного стану науки;
- репрезентативність (повнота та достатність елементів змісту для контролю);
- зростання труднощі;
- системність (відповідність змісту тестових завдань вимогам системності знань);
- комплексність і збалансованість (комплексне відображення основних тем та збалансоване відображення основного теоретичного матеріалу та методів практичної діяльності); взаємозв'язок змісту та форми.

В процесі тестування необхідно реалізувати функції початку, призупинення, продовження та завершення тестування. Перед тим як розпочати роботу з тестом, учень повинен заповнити реєстраційну форму на екрані комп'ютера, отримати ідентифікаційний номер, який забезпечує зв'язок між реєстраційною інформацією та даними про сеанс тестування.

1.4. Стандарти галузі дистанційного навчання

Динамічний розвиток систем електронного навчання обумовлено, в тому числі, розробкою та впровадженням відповідних стандартів. Основні напрямки у сфері стандартизації технологій дистанційного навчання (ДН):

- забезпечення єдиної термінології у сфері технологій ДН;
- забезпечення єдиних моделей управління дистанційним навчанням;
- визначення моделей даних, які забезпечують інформаційний обмін;
- формування єдиних вимог до рівня подання дистанційних курсів (структура та поведінка дистанційного курсу, обмін керуючою інформацією тощо);
- стандартизація інтерфейсів між системами ДН та дистанційними курсами;
- забезпечення формалізації подання результатів тестування або сертифікації, обміну тестовими завданнями, а також організації самого процесу оцінювання (алгоритми підрахунку балів, алгоритми адаптивного тестування тощо).

Основними стандартами в галузі електронного навчання є AICC/HACP, SCORM, Tin Can (xAPI) та cmi5 (рис. 5).

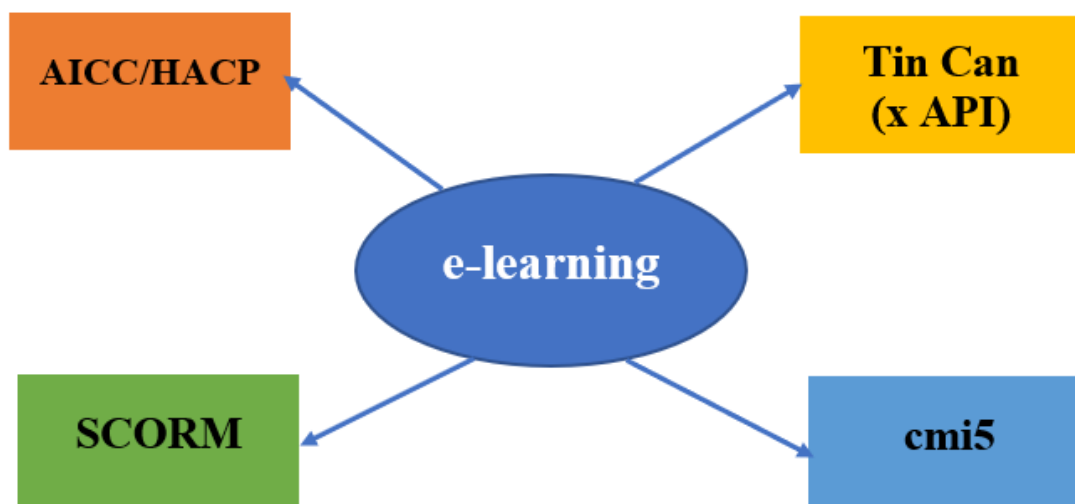


Рисунок 5 – Стандарти електронного навчання

AICC – перший стандарт в галузі електронного навчання, який було розроблено на початку 80-х організацією з однойменною назвою. Стандарт був створений для навчання в авіаційній промисловості, значною мірою заснованої на зображеннях та симуляції. У 1998-му році до стандарту AICC був доданий веб-інтерфейс, внаслідок чого утворилася нова суб-специфікація AICC під назвою HACP (HTTP-based AICC/CMI Protocol), яка дозволяє розміщувати контент на окремому сервері та підтримує передачу даних HTTPs, що дозволяє уникнути проблем міждоменних сценаріїв.

У пакеті AICC містяться від 4 до 7 файлів, що мають певні розширення: файл опису курсу, присвоєння, файл-дескриптор та файл структури курсу; файл взаємозв'язку об'єктів, файл передумов та файл вимог. У цих пакетах можуть бути веб-сторінки, графіка, програми на мові Javascript, флеш та інші ресурси, що обробляються веб-браузерами.

Упродовж свого існування стандарт AICC неодноразово доопрацьовувався і оновлювався, але йому ставало дедалі важче відповідати вимогам технічного прогресу. Проте деякі з прийомів AICC досі використовуються у сучасних платформах.

SCORM (Sharable Content Object Reference Model) – еталонна модель об'єктів контенту для спільного використання – розроблений ADL набір стандартів та специфікацій для СДН (систем дистанційного навчання). На даний момент це найпопулярніший універсальний стандарт створення онлайн-контенту, який досі підтримується більшістю систем електронного навчання. До впровадження цього формату було досить складно інтегрувати курси із системою навчання, якщо зміст не був адаптований до конкретної платформи.

SCORM був розроблений наприкінці 90-х і його перша версія по суті представляла собою покращену версію стандарту AICC. У червні 2006 року Міністерство оборони США приписало, щоб усі розробки в галузі електронного навчання відповідали вимогам SCORM.

Стандарт SCORM 2004 вимагає, щоб всі навчальні матеріали були упаковані в пакет. Пакет може містити курс, урок, тест, модуль тощо. У пакет входять:

- xml-файл (маніфест), де описано структуру пакета; цей файл повинен мати назву `imsmanifest.xml` і знаходитись у кореневій папці пакета;
- файли, що становлять навчальний блок.

Маніфест пакету включає:

- метадані (властивості компонентів навчального матеріалу);
- організацію навчального матеріалу (порядок розташування компонентів);
- ресурси (посилання на файли, що містяться в пакеті);
- під-маніфест (xml-файл, що описує окремі частини пакету; їх вступ має сенс, якщо пакет дуже великий).

Блоки навчального матеріалу, що входять до пакета, можуть бути двох типів: ресурс та об'єкт. Ресурс (англ. *asset*) – елемент, який не взаємодіє із

сервером системи керування навчанням (LMS-сервером). Це може бути html-сторінка, просто картинка, звуковий файл, flash-об'єкт тощо. Ресурс може складатися з декількох файлів (наприклад, html-файл + css-файл з описом його стилів + js-файл з описом функцій, що використовуються в ньому), але з погляду системи та учня ресурс розглядатиметься як єдиний неподільний об'єкт.

Об'єкт вмісту (SCO) – це елемент, який взаємодіє із системою управління навчанням: повідомляє про хід та результати навчання, отримує та передає додаткові дані тощо. Для передачі пакетів через мережу (наприклад, для завантаження в систему керування навчанням) специфікація SCORM CAM передбачати поміщати вміст пакету в zip-архів. Файл imsmanifest.xml має розташовуватися в корені архіву. Інші файли пакета повинні розташовуватися так, як зазначено їх розташування в елементах файлу у вмісті маніфесту.

Tin Can (він же Experience API, або xAPI) – це набір специфікацій, при якому навчальні системи мають можливість здійснювати комунікації між собою, відстежуючи та фіксуючи навчальні заняття. Стандарт xAPI – це покращена версія SCORM. Tin Can значно розширив кількість інформації про процес навчання, яку передає слухач до СДН, а саме:

- відстеження успіхів учня у всіх деталях;
- підтримка навчальних симуляторів;
- можливість вносити позначки та результати, що отримані в режимі реального навчання.

Tin Can також створений компанією ADL і є наступником SCORM, він реєструє активність слухачів та зберігає дані для подальшого використання. Головна його перевага у використанні функції Learning Record Store (LRS - сховище навчальних записів): дані про активність слухача зберігаються в архіві LRS і передаються в СДН при виході в Інтернет, при цьому весь прогрес навчання зберігається. Тобто для навчання не обов'язково наявність активного

з'єднання з веб-браузером. xAPI зручний при використанні на мобільних пристроях, він відтворюється на телефонах та планшетах. Tin Can підтримує відкритий протокол авторизації OAuth, отже, дані про результати навчання досить складно фальсифікувати.

CMi5 (Computer Managed Instruction) – новий стандарт, розроблений спеціалістами AICC, покликаний виправити недоліки SCORM (відсутність підтримки мобільного навчання, передача даних тільки всередині своєї системи) та xAPI (складність реалізації). Доступний для широкої публіки з 2016 р. Фактично CMi5 – це надбудова над xAPI, що дозволяє використовувати його в класичних СДН. CMi5 підтримує мобільне навчання, учні можуть проходити курси в додатках навіть за відсутності Інтернету, всі досягнення і прогрес зберігаються і передаються в СДН, як тільки користувач виходить онлайн. Також CMi5 дозволяє відстежувати будь-яку діяльність студента, включаючи аудіо та відео-повідомлення, есе, моделювання, фотографії. Можливе включення інтерактивних елементів навчання, соціальних технік та ігор. У той час як під час використання SCORM пакету навчальні матеріали зберігаються на одному сервері із СДН, CMi5 дозволяє розподіленому контенту розміщуватися практично в будь-якому місці, не викликаючи проблем з продуктивністю. Результати порівняння стандартів наведені в табл. 1.

Таблиця 1 – Результати порівняння стандартів систем електронного навчання

Критерії оцінки	AICC	SCORM 2004	Tin Can (xApi)	CMi5
Простота реалізації формату	-	-	+/-	+
Функція відстеження дій слухача	-	-	+	+
Доступність в режимах online/offline	-	-	+	+

Продовження табл. 1

Критерії оцінки	AICC	SCOR M 2004	Tin Can (xApi)	CMI5
Сумісність з мобільними пристроями	-	-	+	+
Функція секвенування (послідовність курсів)	-	+	+	+
Звітність за декількома балами	-	-	+	+
Відсутність міждомених обмежень	+/-	-	+	+

З огляду на наведені результати порівняння стандартів можна зробити висновок, що в сучасних системах електронного навчання, які вимагають контролю дій слухачів в широкому сенсі цього поняття, необхідно використовувати стандарти Tin Can (xApi) або CMI5.

Остаточний вибір стандарту створення навчальних курсів можливо зробити після визначення системи електронного навчання, яке наведено в наступному розділі.

1.5. Постановка задачі

Проведений аналіз предметної області дозволяє визначити задачі, які необхідно вирішити в ході дослідження, а саме:

1. Визначити методи та алгоритми контролю дій студентів в системах дистанційного навчання, які позитивно впливають на якість засвоєння матеріалу та рівень отриманих навичок.

2. Проаналізувати існуючі стандарти ДН та вибрати найбільш ефективний та функціональний для побудови інструменту контролю за діями студентів.

3. Вибрати критерії оцінки та системи для дослідження платформ електронного навчання з метою визначення системи для впровадження модуля контролю дій студентів.

4. Провести огляд існуючих систем зберігання навчальних записів з метою вибору найбільш ефективної та функціональної системи для вирішення задачі контролю дій студентів в процесі навчання.

5. Розробити програмний модуль на базі стандартної бібліотеки.

2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПЛАТФОРМ ЕЛЕКТРОННОГО НАВЧАННЯ

2.1. Вибір систем та критерії для аналізу

Сучасний ринок програмного забезпечення пропонує велику кількість платформ для організації навчання online, які розповсюджуються і з відкритою ліцензією, і як комерційний продукт. Традиційно, перший тип ПЗ обирають державні установи, оскільки мають обмежений бюджет та не є прибутковою організацією. Компанії приватного сектору обирають комерційні платформу тому, що вони мають деякі переваги:

- наявність готове рішення, а також встановлення, налаштування та подальше обслуговування забезпечує постачальник платформи;
- технічна підтримка є обов'язком постачальника, що дозволяє без обмежень використовувати оновлення та додаткові модулі системи.

При цьому некомерційні платформи мають спільноту, яка розвиває та підтримує ПЗ, розробляє нові модулі та надає необмежений доступ до них, це є суттєвою перевагою для організацій, які потребують постійного розвитку, наприклад, університети та навчальні заклади.

Аналіз пропозицій щодо платформ для організації дистанційного навчання показав, що найбільш функціональними серед безкоштовних систем є наступні:

- Moodle, платформу розвивають користувачі за допомогою нових модулів (сьогодні їх вже понад 1500), це дозволяє системі мати найширші можливості кастомізації інтерфейсу та функцій;

- ATutor, ця платформа розвивається за рахунок власної спільноти на GitHub, функціонально схожа на попередню, але має значно менше готових модулів, при цьому перевагою системи є наявність вбудованого конструктору;
- Ilias, готове спеціальне рішення розроблене для німецьких університетів., відрізняється дружнім ергономічним дизайном клієнтської частини, має інструменти для конструювання та прив'язки тестів до курсів;
- Diskurs, вільна платформа російських розробників, передбачено використання вбудованого конструктора, але деякі послуги необхідно оплачувати, тому назвати її повноцінно вільною не можна, хоча мінімальний достатній набір функцій доступний безкоштовно.

У якості критеріїв для аналізу було обрано наступні:

1. Доступність інформації. Цей критерій оцінює ступінь легкості пошуку інформації про систему та повноту цієї інформації.
2. Простота використання. Характеризує простоту процесу розгортання платформи та її подальших оновлень.
3. Гнучкість налаштувань. Цей критерій передбачає наявність функцій кастомізації, а також оцінює функціональність системи з огляду на процес індивідуального налаштування.
4. Функціонал платформи. Оцінює можливості системи з точки зору організації проведення навчання по курсам, а саме, можливість проведення відеокурсів та вебінарів, наявність інструментарію для створення тестів.
5. Підтримка навчальних матеріалів. Цей критерій оцінює наявність та перелік форматів навчального контенту, які підтримує платформа.
6. Розробка навчальних матеріалів. Оцінює наявність вбудованого редактору для створення компонентів курсів та тестів, можливість використання матеріалів, які створені в інших редакторах.

7. Звітність. Цей критерій необхідний для оцінки повноти звітності, прозорості сформованих звітів, ступеня автоматизації збору звітної інформації.

8. Організаційна структура користувачів. Оцінює можливості роботи не тільки з окремими користувачами, а і з групами користувачів, можливості конвертації даних про користувачів із файлів різних форматів.

2.2. Модульна система електронного навчання MOODLE.

Moodle – безкоштовна модульна система електронного навчання з відкритим кодом (рис. 6). Особливостями можна назвати сильне співтовариство, яке розвиває платформу, створюючи нові модулі, широкий функціонал, повна кастомізація і локалізація більш ніж 100 мов. На сьогоднішній день є найпопулярнішою безкоштовною системою навчання. Moodle є безкоштовною лише умовно, оскільки на її підтримку потрібні технічні фахівці, власний або орендований сервер. Якщо кількість студентів до 500 вигідніше розглянути комерційні платформи.

Відповідно до обраних критеріїв визначена наступна характеристика системи MOODLE:

1. Доступність інформації. Інформацію про налаштування платформи та її застосування розташовано на офіційному сайті Moodle. Крім цього в Інтернеті існує велика кількість ресурсів, які містять докладну та доступну інформацію про роботу з системою.

2. Простота використання. Після налаштування системи труднощі в процесі роботи користувачів виникають не часто. Але сам процес встановлення та налаштування вимагає залучення спеціалістів з веб-розробки.

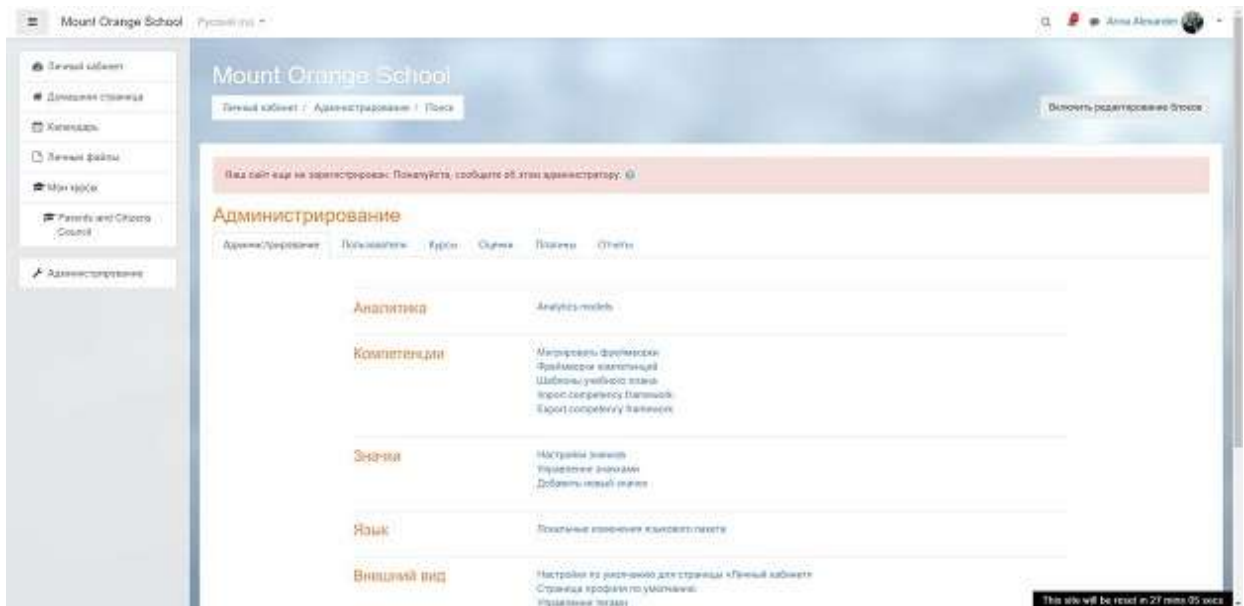


Рисунок 6 – Головна сторінка система електронного навчання MOODLE

3. Гнучкість налаштувань. Оскільки платформа має відкритий код, її функціонал і дизайн можна повністю налаштувати «під себе». При цьому для економії часу можливо скористатися готовими плагінами.

4. Функціонал платформи. У Moodle є готові плагіни (модулі) для проведення тестів, відеокурсів та вебінарів, відстеження статистики. Наприклад, плагін The Webinar дозволяє додавати вебінари за допомогою Adobe Connect. Також є форуми та розсилки.

5. Підтримка навчальних матеріалів. Moodle підтримує всі сучасні формати (деякі підтримуються лише через плагіни): xAPI, SCORM 1.2, SCORM 2004 та формати IMS.

6. Розробка навчальних матеріалів. Moodle не має вбудованого конструктора навчального контенту. Для створення тестів та курсів розробники радять використовувати Courselab, Easygenerator, iSpring Suite та QuizMaker.

7. Звітність. Статистика та звіти залежать від встановлених модулів. Завдяки достатньої кількості плагінів у Moodle, можна налаштувати систему звітності для будь-яких потреб.

8. Організаційна структура користувачів. У Moodle можна додавати користувачів вручну, імпортувати файл, запрошувати їх по email або дозволяти їм реєструватися самим.

2.3. Платформа електронного навчання ATUTOR

Atutor – це відкрита веб-система для електронного навчання (рис. 7). Серед особливостей можна виділити вбудований редактор курсів, адаптивний інтерфейс за рахунок модулів та креативне співтовариство на GitHub, готове завжди відповісти на будь-яке запитання. ATutor підтримує понад 50 мов.

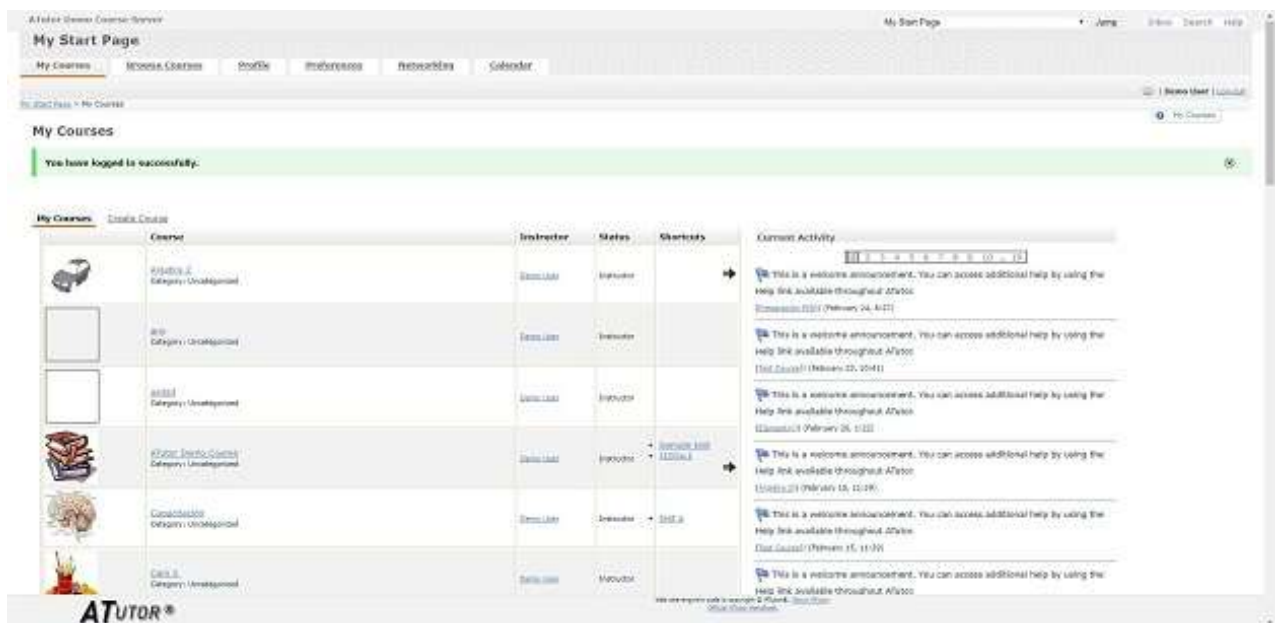


Рисунок 7 – Головна сторінка система ATUTOR

У відповідності до визначених критеріїв була проаналізована система ATUTOR и визначено наступне:

1. Доступність інформації. Ресурсів про налаштування та роботу з ATutor в мережі є достатня кількість. На офіційному сайті представлена докладна документація.

2. Простота використання. Установка може викликати труднощі у користувачів, які не знайомі з веб-розробкою. Інтерфейс користувача простий і зрозумілий, але адміністратору доведеться розбиратися у всіх тонкощах платформи та вбудованого конструктора.

3. Гнучкість налаштувань. Функціонал залежить від встановлених модулів та власної розробки. Старі модулі можуть не працювати з останніми релізами ATutor, а модулів, що підтримуються, не так багато.

4. Функціонал платформи. За допомогою ATutor можна проводити курси та тести, збирати статистику. Модуль BigBlueButton дозволяє проводити вебінари. Є підтримка форумів та функція відстеження активності користувачів.

5. Підтримка навчальних матеріалів. ATutor підтримує OpenSocial 1.0, стандарти IMS та SCORM 1.2 та v2004 RD3.

6. Розробка навчальних матеріалів. ATutor має вбудований конструктор тестів. Усього 8 типів питань: єдиний вибір, множинний вибір, кілька відповідей, відкрита відповідь, сортування, відповідність, відповідність (графіка), шкала Лікерта.

7. Звітність. Первинна система звітності ATutor є досить обмеженою, для більш докладної статистики варто використовувати модуль Test Analysis. Статистика вивантажується у форматі CSV.

8. Організаційна структура користувачів. В ATutor можна додавати користувачів вручну, імпортувати файл, запрошувати їх по email або дозволяти їм реєструватися самостійно.

2.4. Веб-платформа ILIAS

Ilías — німецька веб-платформа для електронного навчання, яка є найпоширенішою в Німеччині та країнах ЄС. Особливістю є приємний

інтерфейс, що схожий на соціальну мережу, простота використання та налаштування, широкий функціонал та потужний редактор тестів (рис. 8).

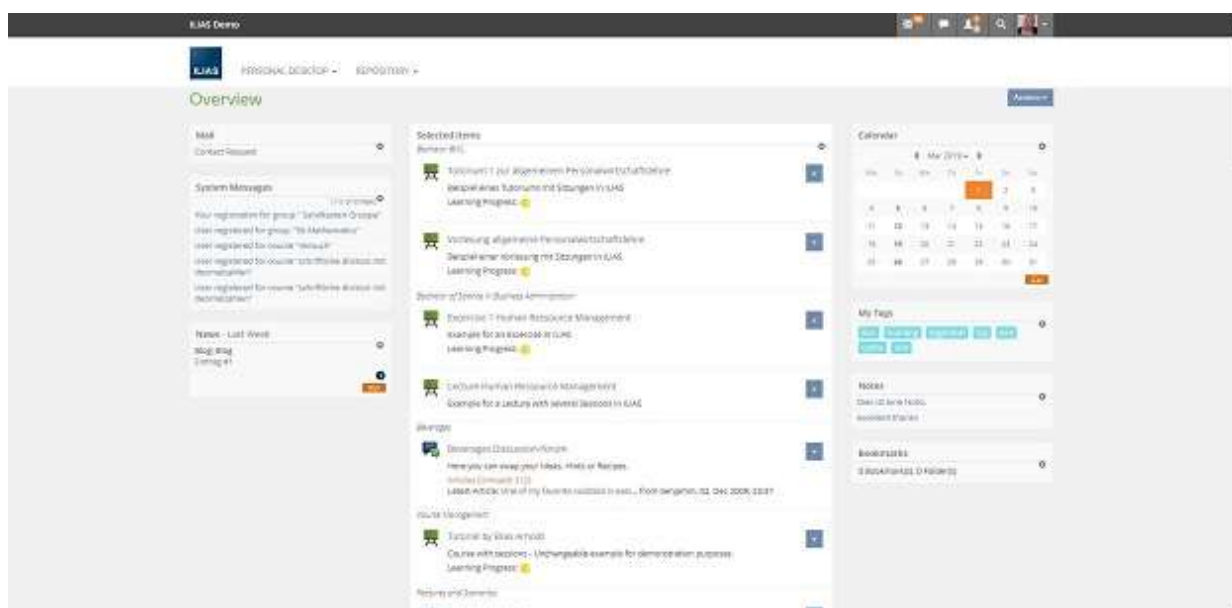


Рисунок 8 – Головна сторінка веб-платформа ILIAS

Відповідно до обраних критеріїв визначена наступна характеристика системи ILIAS:

1. Доступність інформації. На сайті Ilias є докладна документація англійською та німецькою мовами. У Мережі є текстові та відео-посібники з використання платформи, але в україномовному сегменті Мережі їх майже немає. Ilias також пропонує сценарії розвитку університетів.

2. Простота використання. Інтерфейс Ilias нагадує соціальну мережу. Оскільки платформа розрахована на використання в навчальних закладах вищої освіти, студентам особливо зручно нею користуватися. Процес адміністрування також простий і зрозумілий, проте для встановлення плагінів необхідно прочитати документацію або переглянути тьюторіал.

3. Гнучкість налаштувань. Установкою та налаштуванням платформи повинен займатися фахівець. Інтерфейс і функціонал можна змінювати лише за допомогою плагінів (всього 93).

4. Функціонал платформи. У Pias можна завантажувати, створювати та призначати навчальні матеріали. Є інструменти оповіщення та спілкування: форуми, обговорення, розсилки, списки друзів. У вбудованому конструкторі можна створювати 17 видів питань.

5. Підтримка навчальних матеріалів. Pias підтримує стандарти IMS, а також SCORM 1.2 та v2004 RD3.

6. Розробка навчальних матеріалів. У Pias є вбудований конструктор контенту. З його допомогою можна створювати тести, завдання та опитування.

7. Звітність. Статистика Pias вивантажується у форматах XML і CSV. Колонки у звітах налаштовуються за допомогою плагінів.

8. Організаційна структура користувачів. В Pias можна додавати користувачів вручну, імпортом файлу, запрошувати їх по e-mail або дозволяти їм реєструватися самим.

2.5. Веб-платформа DISKURS

Diskurs – веб-платформа електронного навчання. Серед особливостей можна виділити редактор, що створює курси через сервіс контент H5P, та приємний дизайн (рис. 9). Diskurs також пропонує платні послуги, як, наприклад, оренда сервера та навчання розробці курсів.

У відповідності до визначених критеріїв була проаналізована система Diskurs и визначено наступне:

1. Доступність інформації. На сайті Diskurs є докладна інструкція щодо встановлення платформи та роботи з нею. Немає текстових та відео гайдів щодо використання від користувачів.

2. Простота використання. Установка Diskurs не повинна викликати запитань, якщо дотримуватися інструкцій на сайті. Базовий інтерфейс платформи інтуїтивно зрозумілий, можна кастомізувати його за додаткову плату.

3. Гнучкість налаштувань. Редизайн та додавання нових функцій можна замовити за додаткову оплату.

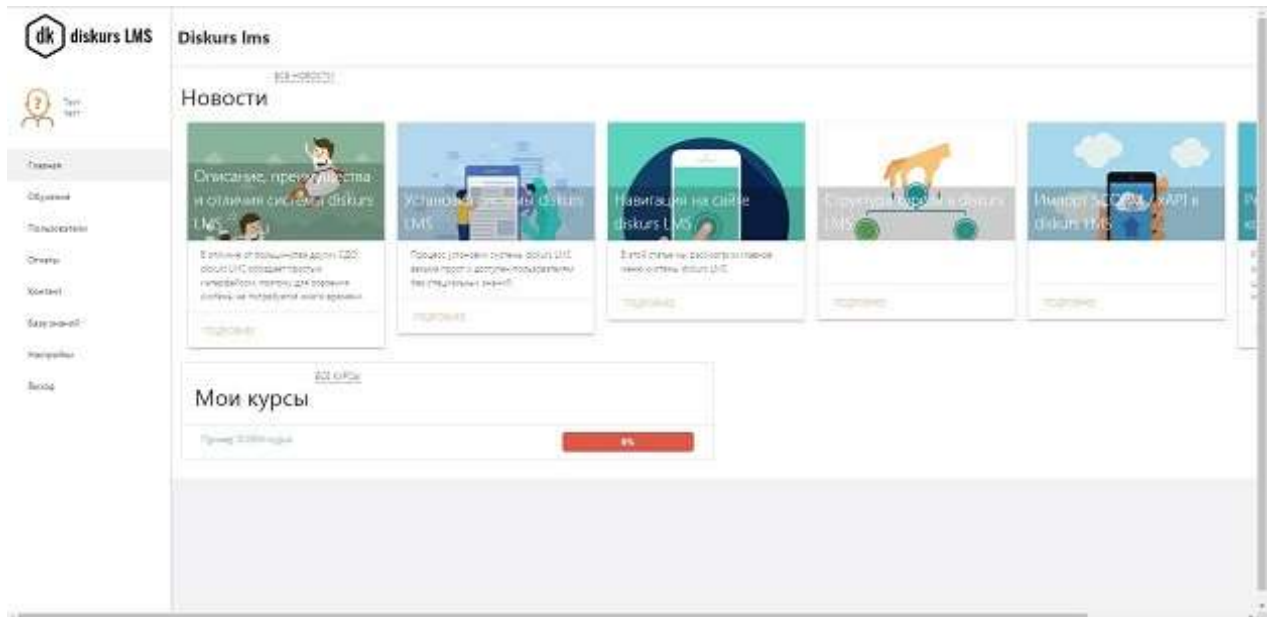


Рисунок 9 – Головна сторінка веб-платформа Diskurs

4. Функціонал платформи. У Diskurs можна завантажувати, створювати та призначати курси.

5. Підтримка навчальних матеріалів. Diskurs підтримує формати SCORM, AICC, xAPI та CMI5.

6. Розробка навчальних матеріалів. Конструктор курсів створює контент через платформу H5P. Усього підтримується 40 типів контенту.

7. Звітність. Базова версія Diskurs передбачає лише звіти з курсів.

8. Організаційна структура користувачів. У Diskurs користувачі додаються вручну або імпортуються з CSV файлу.

2.6. Результати аналізу платформ

За результатами проведеного розгляду та аналізу систем електронного навчання можливо сформулювати попередні підсумки.

Moodle – потужна модульна система, яку можна довести до рівня платних СДН за рахунок готових модулів. Проте впровадження та налаштування до такого рівня може тривати кілька місяців. Moodle користується популярністю серед освітніх закладів, невеликих компаній та ентузіастів електронного навчання. ATutor дуже схожа на Moodle, але не така популярна. Тим не менш, у ATutor багато робочих модулів, широкі можливості для розробки та вбудований конструктор. ATutor переважно користуються ентузіастами електронного навчання. Ilias – система навчання з інтерфейсом, що нагадує соціальну мережу. Ilias легко користуватися, вона гнучка в налаштуванні. Система розроблялася для німецьких університетів, проте зараз застосовується у навчальних закладах по всьому світу. Diskurs – технологія з потужним вбудованим конструктором на H5P. Система поширюється Freemium-моделі: спочатку безкоштовна, а додаткові функції та послуги можна докупити.

Результати проведеного порівняльного аналізу за обраними критеріями наведені в табл. 2.

Таблиця 2 – Результати проведеного порівняльного аналізу за обраними критеріями

Критерії для порівняння	MOODLE	ATUTOR	ILIAS	DISKURS
Доступність інформації	4	3	3	2
Простота використання	3	2	4	2
Гнучкість налаштувань	4	3	3	1

Продовження табл. 2

Критерії для порівняння	MOODLE	ATUTOR	ILIAS	DISKURS
Функціонал платформи	4	3	4	2
Підтримка навчальних матеріалів	4	3	2	4
Розробка навчальних матеріалів	2	3	4	4
Звітність	4	2	4	2
Організаційна структура користувачів	4	4	4	3
Разом	28	22	28	21

Оцінка за кожним критерієм виставлялась по шкалі чотирибальної системи, яка припускає, що 0 балів отримує критерій, який не представлений в системі, а 4 бали – критерій, який повністю задовольняє користувача. Вибір системи для подальшої роботи виконувався за максимальною сумарною кількістю балів за всіма критеріями. В результаті проведеного аналізу системи MOODLE та ILIAS отримали однакову кількість балів. При цьому перша платформа має вищі оцінки за критеріями доступності та гнучкості налаштувань, тому вона була обрана для подальшої роботи.

3. ВИБІР ПРОГРАМНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ДЛЯ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ДІЙ СТУДЕНТІВ

3.1. Інтеграція LMS Moodle зі сховищем навчальних записів

LMS Moodle належить до класу систем управління навчанням. Має вбудовані функції безпеки та конфіденційності. Дозволяє використовувати як стандартні функції, так і спеціалізовані, які реалізуються за допомогою плагінів. Система підтримує відкриті стандарти (SCORM, AICC, IMS-LTI, RSS, LDAP), що забезпечує легку інтеграцію Moodle із зовнішніми інструментами. Наприклад, для інтеграції LMS Moodle з Microsoft Teams використовується Azure Services (рис. 10).

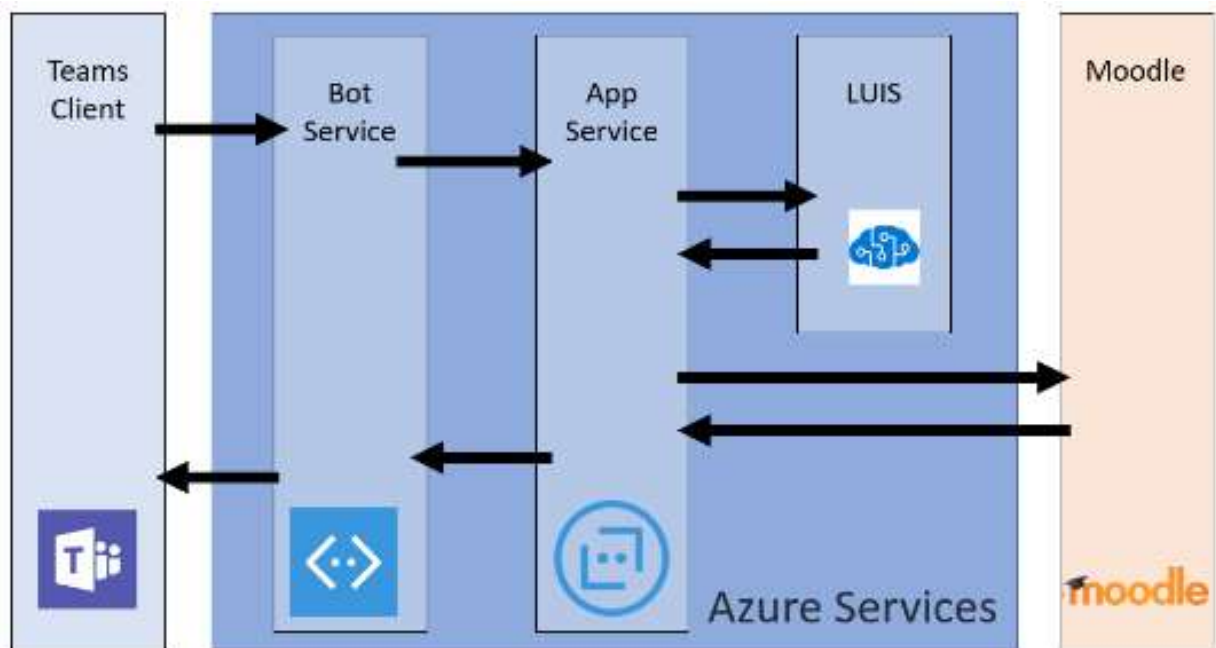


Рисунок 10 – Інтеграція LMS Moodle з Microsoft Teams

Система характеризується високою гнучкістю, що дозволяє створювати онлайн-курси різного профілю та задовольняти потреби широкого кола

користувачів. Останні версії системи стабільно працюють не тільки на стаціонарних комп'ютерах, а і на мобільних пристроях, що робить процес навчання більш доступним та зручним. Ідеологія open source надає повний контроль над даними та забезпечує конфіденційність.

Для обміну статистичними даними між електронними курсами та LRM (сховище даних) використовуються плагіни та модулі на базі стандартів SCORM або xAPI. Крім цього для виконання специфічних функцій можливо використання оригінальних API, які розробляються під потреби конкретного користувача системи онлайн-навчання. Можливості нового стандарту xAPI дозволяють створити гнучку та ефективну систему збору інформації (рис. 11).

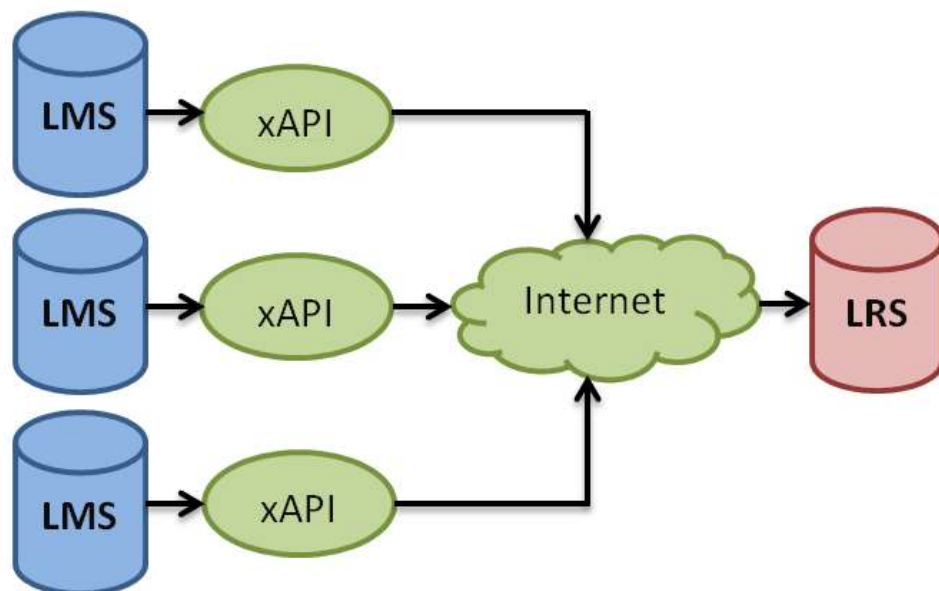


Рисунок 11 – Система збору та обміну даними між LMS та LRS з використанням стандарту xAPI

Ці дані характеризують дії, які здійснює користувач під час взаємодії з платформою (завантаження сторінок, скролінг, маніпуляції з мишею), час доступу до платформи (за сеанс або в цілому), а також оцінки за тест або підсумкові оцінки за курс. Дані, що збирає така система, пов'язані не тільки з діями користувача в системі дистанційного навчання, а і з діями при вивченні інших навчальних матеріалів, в тому числі в режимі offline.

Після отримання даних з системи онлайн навчання вони аналізуються з використанням методів аналізу, класифікації та розпізнавання з метою оцінки результатів навчання. Такий аналіз дозволяє підвищити якість та ефективність освіти. Наступним етапом розробки є створення ефективної системи представлення знань, яка дозволяє приймати ефективні управлінські рішення.

3.2. Сховище навчальних записів GrassBlade Cloud LRS

У якості LRS може бути обрана інтегрована система або автономна. Це сховище даних для зберігання інформації про навчальну діяльність, яка згенерована сумісними з xAPI інструментами. Сучасний ринок програмного забезпечення пропонує велику кількість подібних систем з функціоналом, що задовольняє будь-які потреби користувачів онлайн-навчання. Альтернативним варіантом є використання вбудованих в LMS функцій, які реалізують роботу сховища даних. З урахуванням потреб системи та з огляду на функціональні можливості існуючих LMS було обрано сховище навчальних записів GrassBlade Cloud LRS.

GrassBlade Cloud LRS – це хмарний сховище навчальних записів. LRS є обов’язковим компонентом у будь-якій екосистемі на основі xAPI. Воно працює як сховище усіх даних електронного навчання, а також як платформа для звітності та аналізу [7].

Сховище записів навчання GrassBlade Cloud LRS є необхідним компонентом будь-якої екосистеми Experience API (xAPI). Дані про активності студентів під час навчання зберігаються у формі записів. Діяльності з підтримкою xAPI генерують дані про активності на основі тригерів, які дані надсилаються в LRS для збереження в заданому стандартному форматі.

GrassBlade Cloud LRS отримує та зберігає дані, що надходять з наступних джерел:

1. Окремі курси електронного навчання.

2. Веб-сайти.
3. Ігри та ігрові додатки для навчання.
4. Тренажери та симулятори.

Деякі LRS можуть бути частиною LMS, а можуть бути самостійними або мати додаткові функції, не тільки зберігання записів. Такі системи можливо використовувати як інструмент аналітики для обробки та фільтрації даних для створення корисних звітів. Повний перелік джерел інформації, які накопичує GrassBlade Cloud LRS, представлено на рис. 12 [7].



Рисунок 12 – Джерела інформації, яку зберігає GrassBlade Cloud LRS

Робота LRS проста та безпечна, оскільки вона в основному використовується для зберігання даних, надісланих вмістом із підтримкою xAPI, незалежно від того, чи надходить це з онлайн-курсу, ігор, симуляторів або веб-сторінки. Крім того, LRS використовується для швидкого створення прозорих звітів і аналізу даних за допомогою графіків, діаграм і інших інструментів візуалізації.

Наприклад, викладач створив тест для студентів, які навчаються на заданому курсі. Коли студенти починають проходити тест, інструкція xAPI починає записувати діяльність кожного студента. Коли студенти виконують тест, вона надсилає всі дані до LRS, і одразу є можливість побачити такі записи, як спроба, відповідь, завершена, успішна чи невдала.

Крім того, викладач може бачити, який варіант вибирають студенти як відповідь, правильний чи ні, кількість балів, які вони набрали під час тестування та ін.

Основною перевагою LRS є володіння даними викладачем та можливість подальшого використання цих даних для аналізу та пошуку ефективних засобів контролю діяльності студентів.

Доволі часто компанії LMS не дозволяють експортувати всі навчальні дані та звіти. Завдяки сховищу навчальних записів викладач має повний контроль над своїми даними. Це організоване сховище і викладач має можливість виконувати дії з даними, щоб отримати уявлення про досвід навчання студентів.

Інші переваги використання GrassBlade Cloud LRS:

1. Високий рівень безпеки. GrassBlade LRS дозволяє зберігати дані на власному сервері.
2. Немає обмежень в записах з боку LRS. Обмеження можливі з боку користувача системи.
3. Постійне оновлення та удосконалення роботи системи, підвищення швидкості обробки даних.
3. Інтеграція з Wordpress, LearnDash і GrassBlade xAPI Companion.
4. Завантаження csv. GrassBlade LRS надає можливість завантажувати дані у форматі csv, і використовувати їх з іншими інструментами для розширення звітності.

До недоліків слід віднести оплату за користування системою, але вона помірна і не може розглядатися у якості причини відмови використання.

Слід звернути особливу увагу на третю перевагу тому, що вона дає різноманітні інструменти для побудови системи контролю дій студентів як в системі дистанційного навчання, так і за її межами. Коротка перелічимо характеристики інтеграцій, які реалізовані в GrassBlade Cloud LRS:

1. LearnDash LMS, WP Courseware, LearnPress LMS. Використовує вміст HTML5, xAPI, cm5 і SCORM на сторінці курсу, теми чи тесту, отримує повні звіти користувачів у LearnDash Propanel та LRS.

GrassBlade xAPI Companion дозволяє вміст HTML5, xAPI, cm5 та SCORM на WordPress. додавати до курсу, теми або тесту простим способом. Передбачено чотири варіанти запуску для відтворення вмісту в LearnDash LMS:

- сторінка;
- посилання на відкриття в новому вікні;
- посилання на відкриття в одному вікні;
- посилання на відкриття у лайтбоксі.

Для кращої презентації можна використовувати власний текст або зображення посилання. Завершення вмісту HTML5, xAPI, cm5, SCORM та H5P відображається в звітах разом з оцінкою за тести. Передбачена можливість показувати оцінки користувачів у власних сертифікатах LearnDash.

Реалізовано формування звітів, отримайте та візуалізація даних простим способом. Доступ для налаштування надається з інформаційної панелі WordPress. Деякі з реалізованих звітів:

- звіт про завершення;
- звіт про завершення користувача;
- звіт про перебіг знімка;
- звіт користувача;
- профіль "Вивчено".

2. Lifter LMS. Додає та відстежує вміст HTML5, xAPI, cmi5 і SCORM на Lifter LMS з інтеграцією GrassBlade xAPI Companion.

3. Відстеження подій WP. Відстежує події, що відбуваються на веб-сайті, що реалізований на CMS WordPress, наприклад, вхід/вихід, перегляди сторінок, зареєстровані/незареєстровані та інші подібні події. Доступні події:

- всі перегляди сторінок кожним відвідувачем;
- відстеження обраних сторінок за категоріями;
- відстеження сторінок, які містять задані теги;
- відстеження створення нової публікації (повідомлення);
- контроль входу/виходу/реєстрації користувача в системі;
- відстеження видалення облікового запису;
- відстеження підписки на курс;
- фіксація кожного нового коментаря.

4. Vimeo. Має можливість додавати відео Vimeo, як вміст xAPI і використовувати розширене відстеження відео за допомогою GrassBlade xAPI Companion.

5. Dropbox. Імпортує вміст xAPI зі хмарного сховища Dropbox.

Для завантаження файлів великого розміру стандартні засоби завантаження недоступні. Тому для завантаження пакетів курсів передбачена можливість використання Dropbox. GrassBlade xAPI Companion підтримує наступні методи завантаження:

- метод прямого завантаження;
- метод імпорту dropbox;
- метод масового передавання;
- завантажити через FTP.

Dropbox - це служба резервного копіювання, спільного доступу до файлів та синхронізації. Щоб імпортувати вміст xAPI або SCORM з Dropbox

на WordPress за допомогою компаньйона GrassBlade xAPI, необхідно виконати наступні дії:

- створити ключ програми Dropbox;
- налаштувати ключ програми Dropbox на сторінці Налаштування GrassBlade;
- додати новий вміст xAPI і встановити "Вибрати з Dropbox" замість стандартного завантажувача.

6. GamiPress. Видає та відстежує цифрові значки та бали за дії користувачів на вмісті xAPI.

7. Gravity Forms Integration може відстежувати подачу форми та надсилати дані для підключення сховища навчальних записів.

8. H5P.org. Використовує та відстежує інтерактивний вміст H5P за допомогою GrassBlade xAPI Companion, має можливість отримувати звіти в LRS та LMS.

9. YouTube. Завдяки функції розширеного відстеження відео відстежує взаємодію користувачів із відео YouTube, доданим як вміст xAPI. Плагін GrassBlade xAPI Companion має функцію відстеження активності користувачів для відео та аудіо вмісту в WordPress і забезпечує потужні звіти за допомогою GrassBlade LRS. Плагін GrassBlade xAPI Companion дозволяє безпосередньо завантажувати файли у форматі MP4, mpeg-DASH, HLS (M3U8) і MP3, або використовувати URL-адресу відеофайлу, розміщеного будь-де, наприклад, в YouTube, Vimeo, Wistia та AWS. Він також пропонує три різні режими запуску для кращого навчання. GrassBlade xAPI Companion відповідає стандарту eLearning xAPI Video Profile, затвердженому ADL для відстеження відеоконтенту та звітування. Відстеження можливе в таких точках даних:

- відтворення/пауза;
- пошук;
- зміна гучності;

- завершення (переглянуті частини, витрачений час та ін.);
- технічна інформація (пристрій, ОС, браузер);
- інші взаємодії, як повноекранний режим, орієнтація екрана тощо.

Усі дані про активності, які відстежуються, надходять до GrassBlade LRS, і там формується огляд продуктивності. Він показує, як студенти взаємодіють із відеоконтентом. Крім того, викладач має можливість перевірити частини відео або сегменти, які студент переглянув. За допомогою цього звіту можливо визначити, чому студенти переглядають певну частину і чому вони пропустили іншу частину відео.

3.3. Бібліотека інтеграції Moodle xAPI

Moodle підтримує основний запит xAPI – «statement» (оператор). Він використовується будь-яким плагіном для збереження активності користувача безпосередньо в Moodle без програмування додаткових веб-сервісів (actor→verb→object). Типовий оператор містить наступні елементи:

- actor (людина або група, дані про дії яких необхідно зберігати);
- verb (дія, яку виконує actor);
- object (об'єкт, над яким actor виконує дії).

Бібліотека Moodle xAPI реалізує простий алгоритм обробки операторів xAPI в будь-якому модулі. На даному етапі бібліотека реалізує:

- веб-сервіс `core_xapi_statement_post` для обробки операторів xAPI і генерації стандартних подій Moodle;
- клас `\core_xapi\handler`, який плагін може розширити для використання xAPI і створення певних контекстів плагіна;

- клас `\core_xapi\iri` для простого перетворення випадкової інформації в допустимі значення IRI (необхідний для xAPI objects and verbs);
- клас `\core_xapi\local` для створення та вилучення інформації з даних оператора;
- набір визначених класів в `\core_xapi\local\statement\item_XXX` для генерації елементів операторів xAPI з плагінів.

4. РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ НА БАЗІ БІБЛІОТЕКИ MOODLE XAPI

4.1. Інтеграція програмних компонентів

Розробка програмного модуля проводилася згідно рекомендацій наведених в роботі [9]. На підготовчому етапі необхідно встановити на налаштувати наступні програмні продукти:

1. LMS Moodle (можливо використання тестового варіанту системи).
2. Плагін TinCan Launch Link, який необхідний для використання протоколу xAPI.
3. GrassBlade Cloud LRS (можливо використання будь-якої іншої LMS).

Встановлення та налаштування слід проводити в певному порядку для запобігання виникнення помилок або порушення роботи модуля загалом. Бібліотеку слід завантажувати з офіційного ресурсу Moodle (рис. 13), при завантаженні необхідно враховувати ОС та версію плагіну.

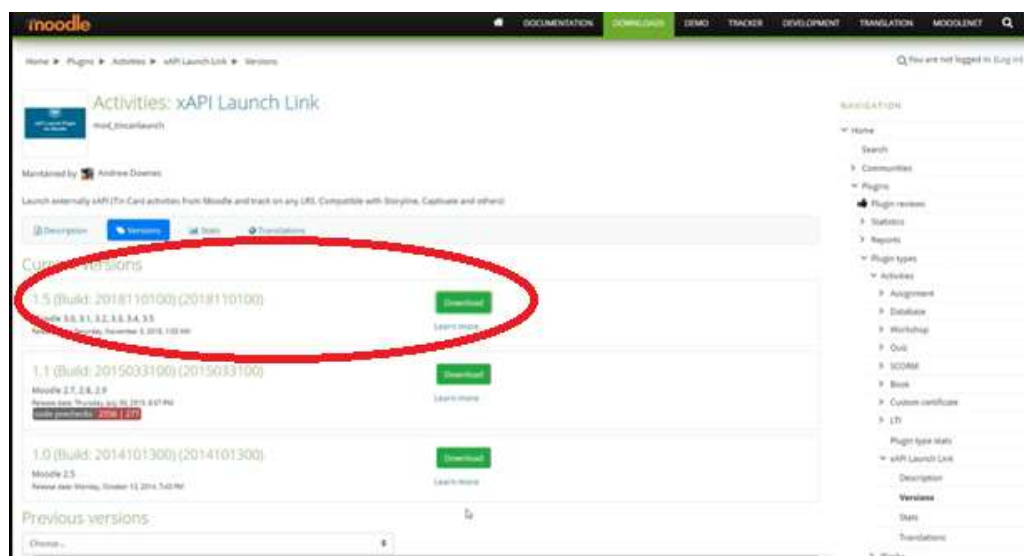


Рисунок 13 – Завантаження плагіну для використанням стандарту xAPI

Завантажити сторінку адміністрування LMS Moodle та знайти в меню пункт «Administration – Advanced features – Plugins – Install Plugins». На сторінку, що з'явиться, завантажити файл плагіну так, як показано на рис. 14.

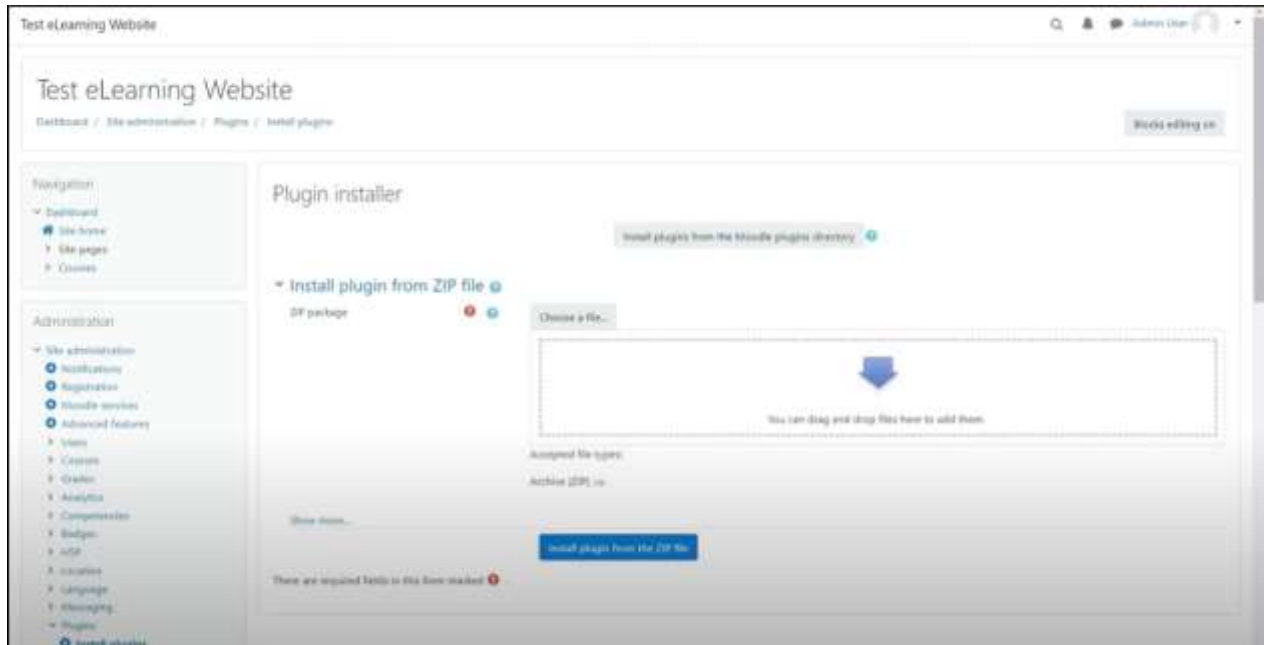


Рисунок 14 – Сторінка для підключення плагіну в LMS Moodle

Після завантаження та встановлення плагіну слід перевірити, чи коректно встановлено плагін, а саме перевірити наявність підключення плагіну, який забезпечує зв'язок LMS Moodle та LRS GrassBlade Cloud. Статус встановленого плагіну можна перевірити на спеціальній сторінці (рис. 15).

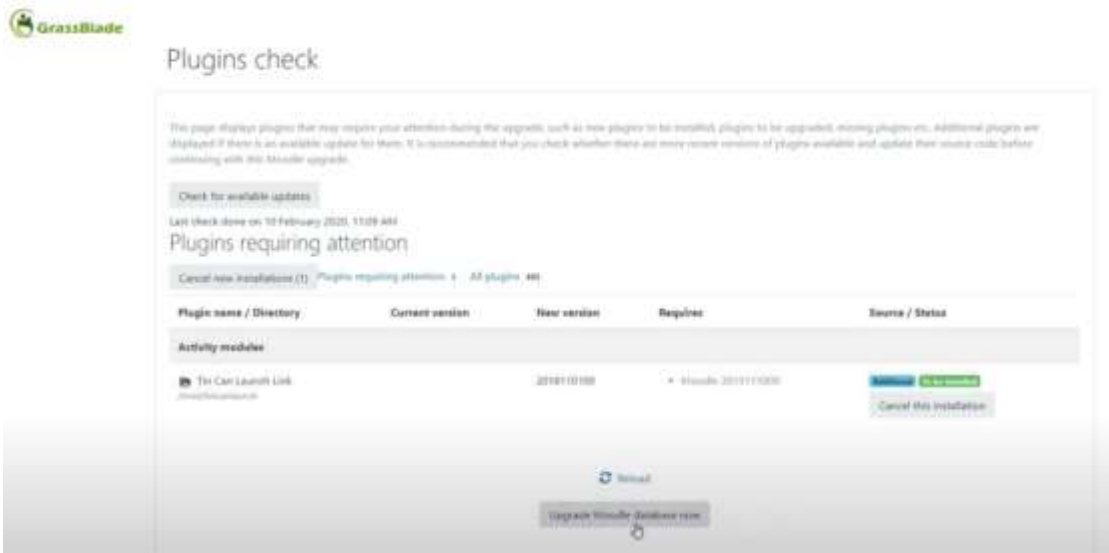


Рисунок 15 – Перевірка статусу підключення плагіну в LMS Moodle

Далі необхідно оновити базу даних Moodle з метою коректної роботи плагіну з системою керування навчальними записами та системою керування процесом навчання. Для цього необхідно виконати налаштування, як це показано на рис. 16.

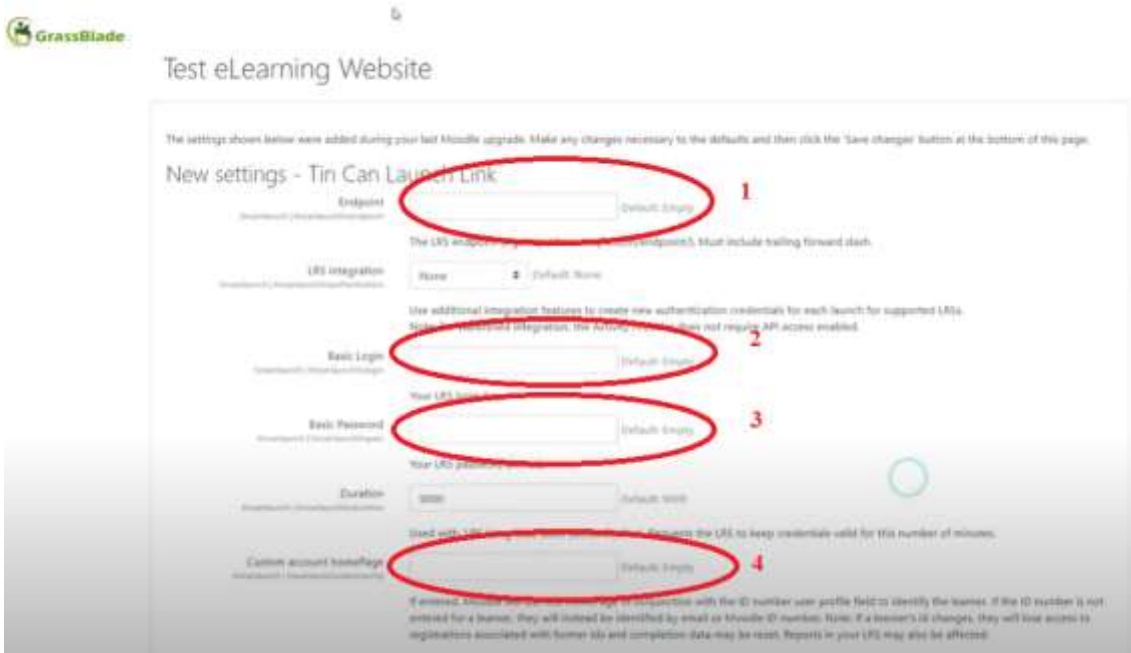


Рисунок 16 – Налаштування підключення LMS та LRS

У відмічених на рис. 12 полях 1 – 4 вказати наступні дані:

1. Endpoint заповнити посиланням з акаунту LRS GrassBlade Cloud.
2. Basic Login, ім'я користувача.
3. Basic Password, пароль користувача.
4. Custom account homepage заповнити посиланням на сторінку LMS Moodle.

Після проведених налаштувань необхідно створити новий курс в Moodle, для якого буде працювати вище зазначений плагін (рис. 17). Для цього курсу можливо створення сценарію, за яким буде відбуватися контроль за діями студентів та збір даних для подальшого аналізу. У прикладі це було зроблено для стандартного тесту з набором різних за типом питань.

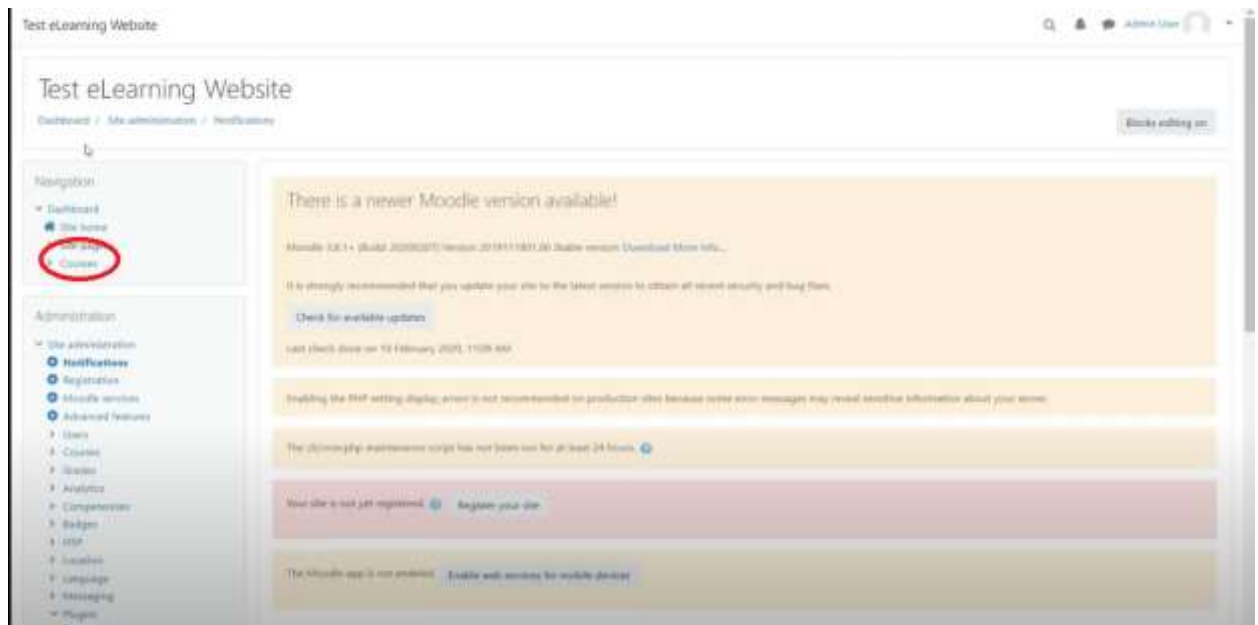


Рисунок 17 – Створення нового курсу в LMS Moodle

Після створення нового курсу Text xAPI Course необхідно в один з розділів курсу додати елемент TinCan Launch Link так, як показано на рис. 18.

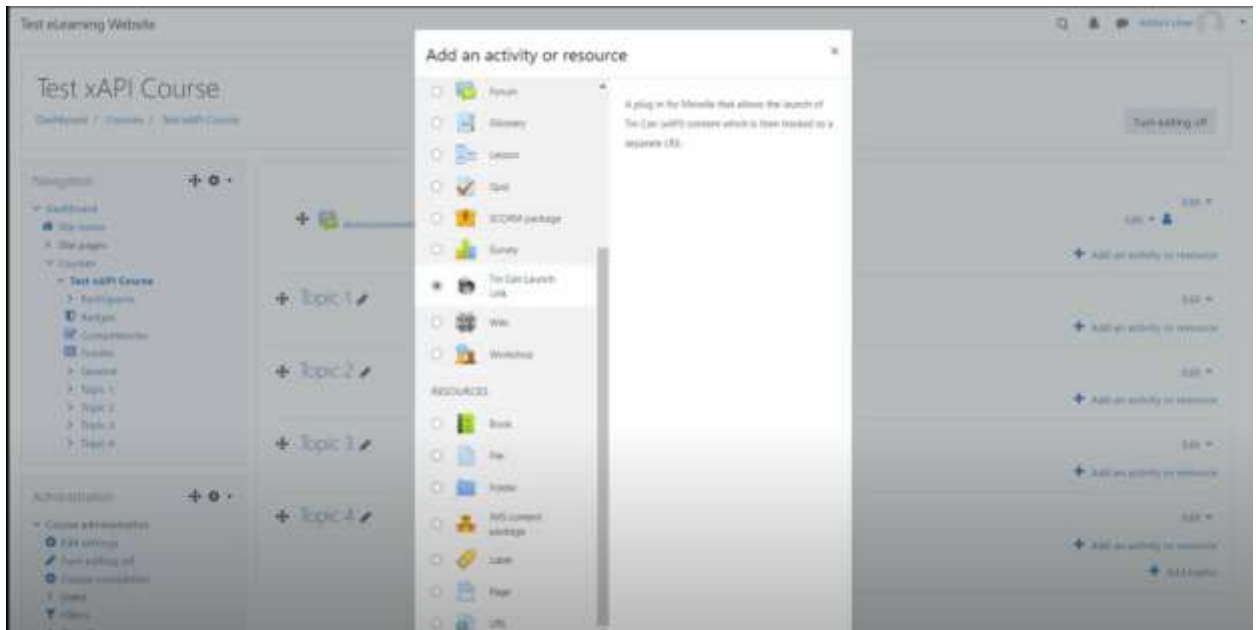


Рисунок 18 – Підключення xAPI до створеного курсу в LMS Moodle

На наступній сторінці слід вказати ім'я та завантажити файл з інструкцією для роботи xAPI-плагіну (рис. 19).

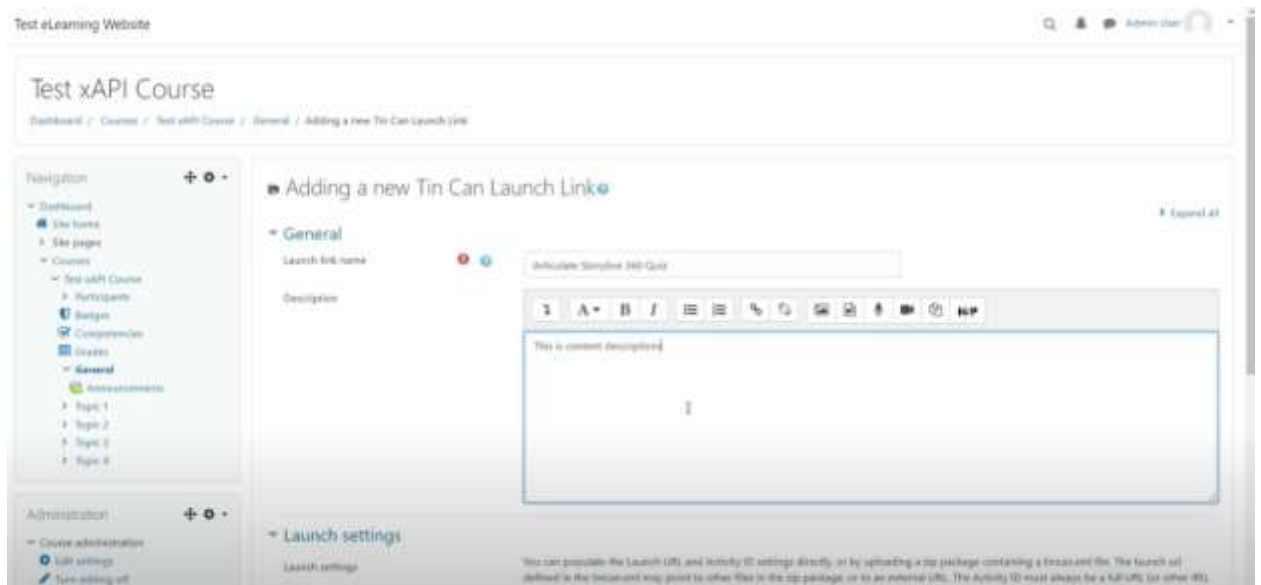


Рисунок 19 – Сторінка завантажити файлу з інструкцією для роботи xAPI-плагіну в LMS Moodle

Файл має специфічну структуру, яка описана в роботі [10]. Набір визначених класів `item` надає класи для перекладу елементів Moodle в структури xAPI. Веб-сервіс отримує оператор в кодуванні JSON та ім'я компонента в стилі `frankenstyle`. xAPI перевіряє структуру оператора, помилка повертається у випадку, коли будь-яка перевірка не виконана. Далі обробник компонента `statement_to_event` перетворює оператор в стандартну подію. Ці оператори можуть бути відправлені в JavaScript за допомогою методу «\$PAGE->requires->data_for_js», наприклад, генерація базового оператора реалізується простим способом (рис. 20) [Experience API (xAPI), 2020. URL: [https://docs.moodle.org/dev/Experience_API_\(xAPI\)](https://docs.moodle.org/dev/Experience_API_(xAPI))].

```
use core_xapi\local\statement;
use core_xapi\local\statement\item_actor;
use core_xapi\local\statement\item_verb;
use core_xapi\local\statement\item_activity;

(...)
// Generate statement.
$stmtment = new statement();
$stmtment->set_actor(item_agent::create_from_user($USER));
$stmtment->set_verb(item_verb::create_from_id('bake'));
$stmtment->set_object(item_activity::create_from_id('cake'));
```

Рисунок 20 – Генерація базового оператора для роботи xAPI-плагіну в LMS Moodle

Функція `item_agent` має статичний метод для генерації xAPI actor з запису користувача. Результат виконання цього коду представлено на рис. 21.

```
{
  "actor": {
    "objectType": "Agent",
    "account": {
      "homePage": "http://localhost/m/H5P",
      "name": "2"
    }
  },
  "verb": {
    "id": "http://localhost/m/H5P/xapi/verb/bake"
  },
  "object": {
    "objectType": "Activity",
    "id": "http://localhost/m/H5P/xapi/object/cake"
  }
}
```

Рисунок 21 – Результат виконання базового оператора

4.2. Результати використання програмного модуля контролю дій студентів

Після завантаження файлу необхідно відредагувати структуру курсу так, щоб ресурс, для якого було підключено плагін, був розташований в окремій секції (рис. 22).

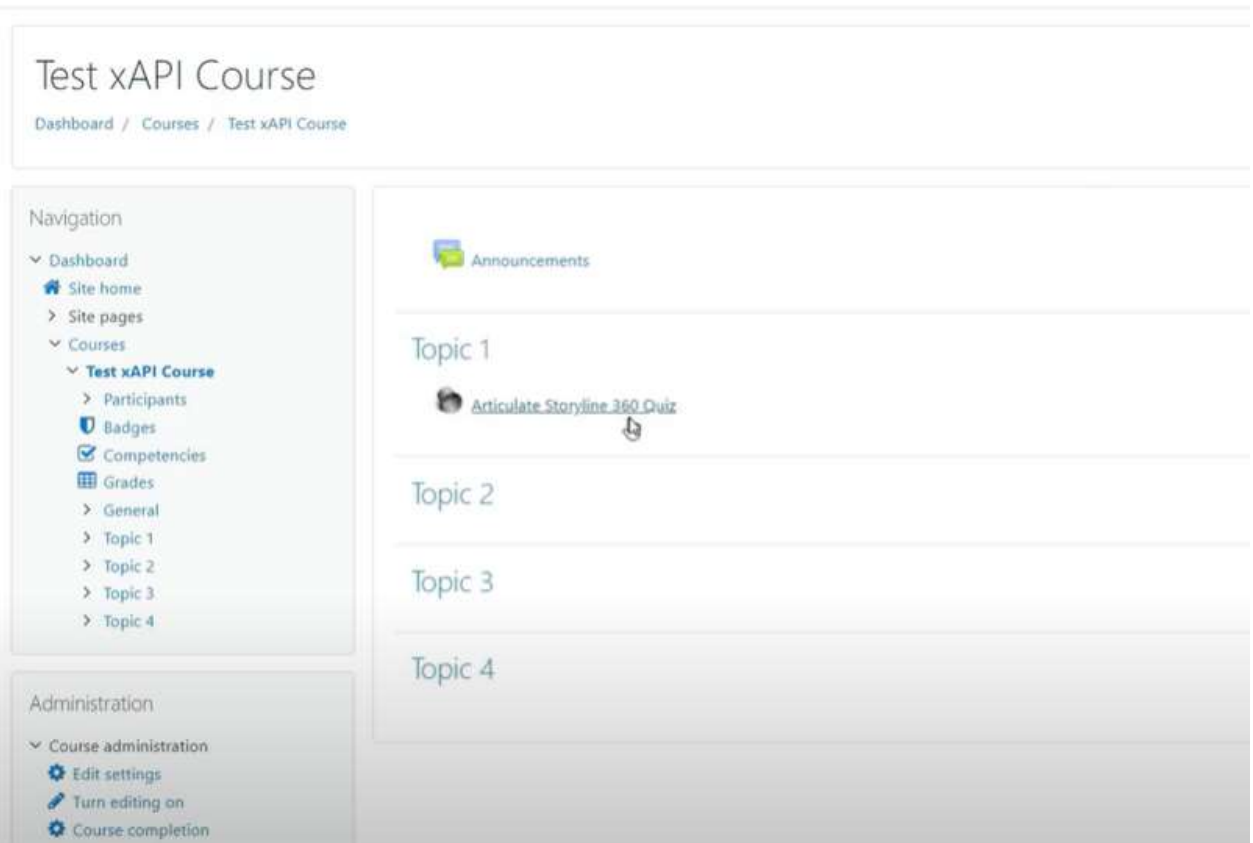


Рисунок 22 – Структура тестового курсу з елементом xAPI

На наступному етапі розглянемо роботу тестового курсу з метою відображення повноти інформації в сховищі навчальних записів та графічне відображення зібраних даних для подальшого аналізу отриманих результатів.

В тестовий курс включено ресурс “Quiz”, який містить декілька типів питань, на які повинен відповісти слухач: множинний вибір (рис. 23), перетягування (рис. 24), опитування (рис. 25), проста відповідь (рис. 26) та інші типи питань.



Рисунок 23 – Питання тесту «Множинний вибір»

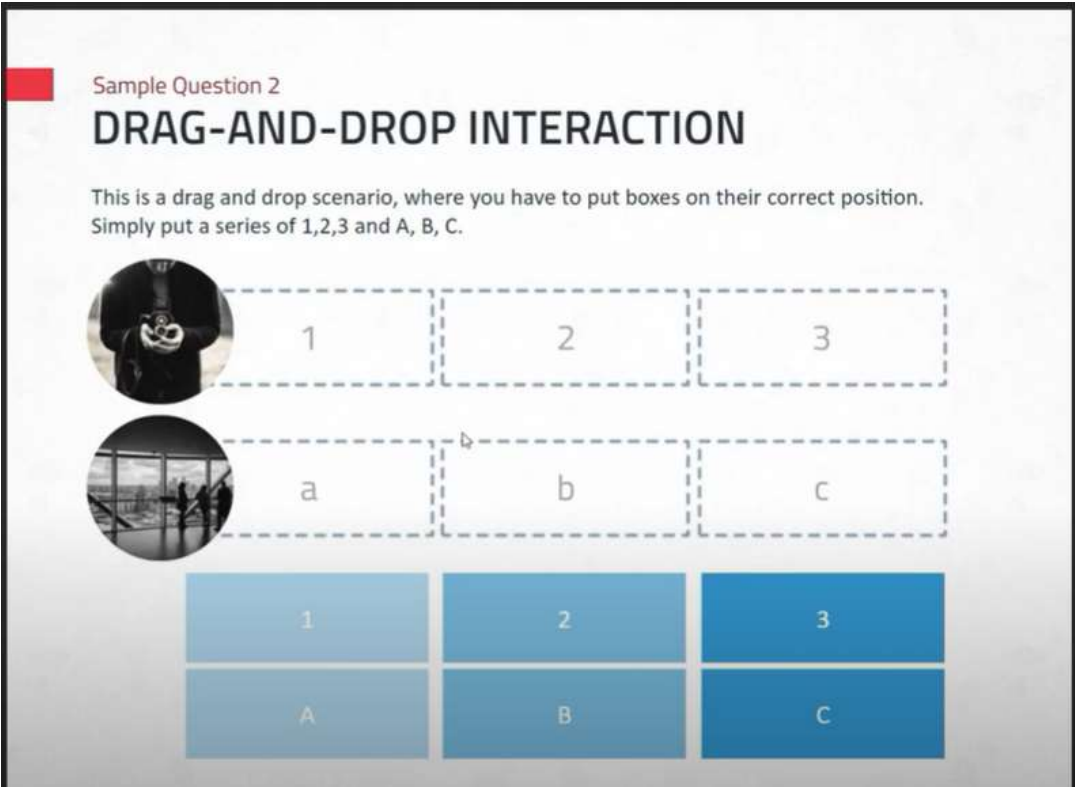
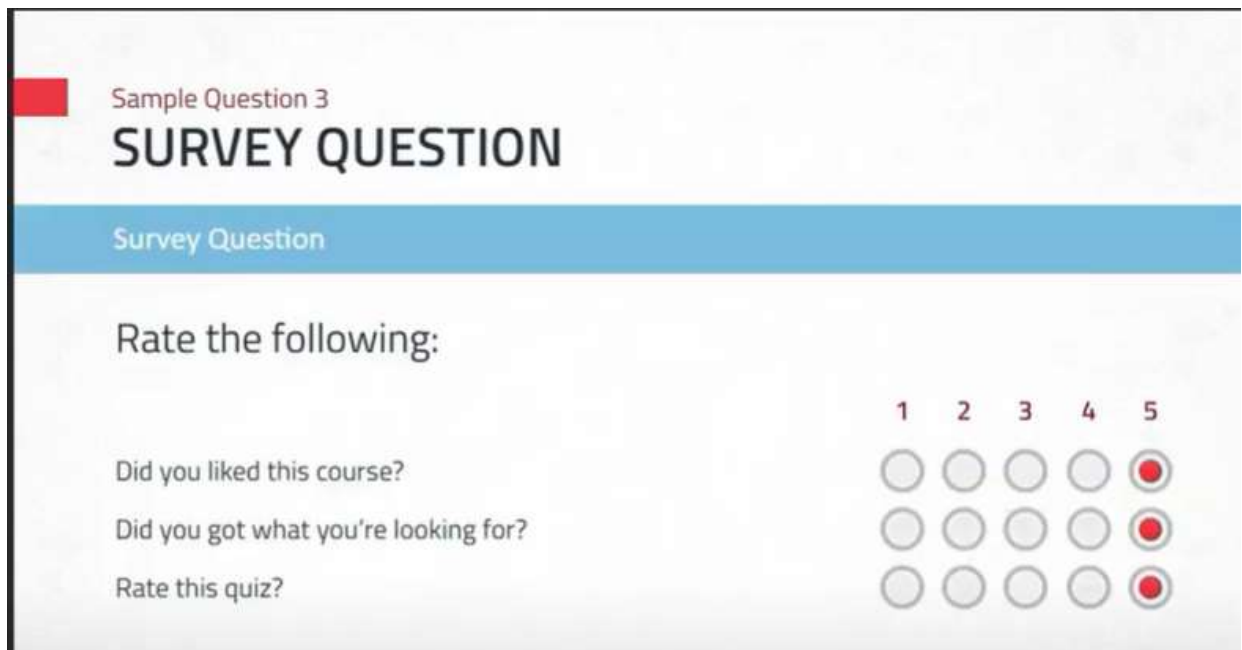


Рисунок 24 – Питання тесту типу «Перетягування»



Sample Question 3

SURVEY QUESTION

Survey Question

Rate the following:

Did you liked this course?

Did you got what you're looking for?

Rate this quiz?

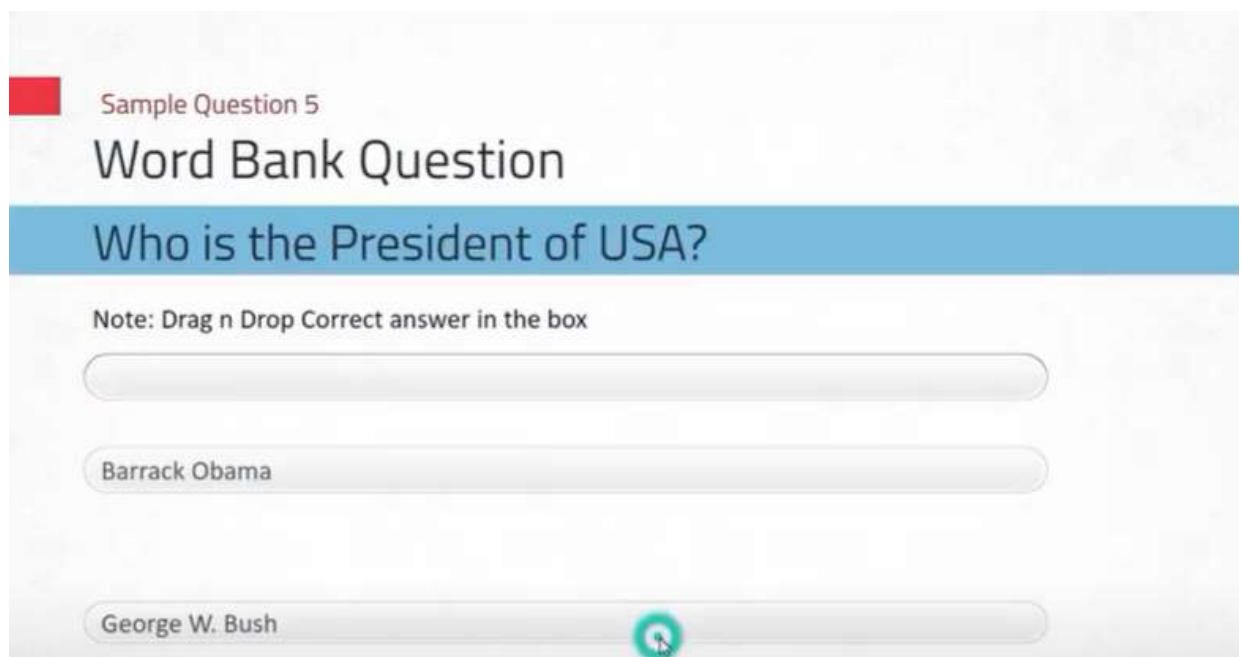
1 2 3 4 5

○ ○ ○ ○ ●

○ ○ ○ ○ ●

○ ○ ○ ○ ●

Рисунок 25 – Питання тесту типу «Опитування»



Sample Question 5

Word Bank Question

Who is the President of USA?

Note: Drag n Drop Correct answer in the box

Barrack Obama

George W. Bush

Рисунок 26 – Питання тесту типу «Проста відповідь»

Для цих питань в системи LRS фіксуються дії та їхня повна характеристика в реальному часі. Результати роботи плагіну з системою LRS фіксуються в графічному вигляді (рис. 27) та табличному вигляді (рис. 28).



Рисунок 27 – Графічне відображення процесу контролю за діями студентів

The screenshot displays the 'Activity Stream' interface of the GrassBlade LRS, showing a table of student activities. The table has columns for S.No., Timestamp, Learner, Verb, Activity, Result, Score, Percentage, Max, Time Spent, Choices, and Correct Response. The data is as follows:

S.No.	Timestamp	Learner	Verb	Activity	Result	Score	Percentage	Max	Time Spent	Choices	Correct Response
1	February 17, 11:59:08	Admin User	experienced	DRAG-AND-DROP INTERACTION							
2	February 17, 11:59:02	Admin User	answered	MULTIPLE CHOICE	Correct	18				Choice A Choice B Choice C Choice D	Choice B
3	February 17, 11:58:58	Admin User	experienced	MULTIPLE CHOICE							
4	February 17, 11:58:56	Admin User	experienced	Articulate Storyline 360							
5	February 17, 11:58:51	Admin User	experienced	About GrassBlade LRS							
6	February 17, 11:58:47	Admin User	experienced	Articulate Storyline 360							

Рисунок 28 – Табличне відображення процесу контролю за діями студентів

В таблиці наведені дані про кожну активність студента на сторінці: час фіксації дії (timestamp), логін студента (learner), дія, яку виконав студент (verb), перелік можливих відповідей, відповідь, яку обрав студент, правильна відповідь та ін. Ці данні дозволяють проконтролювати дії студента під час

тесту, визначити наскільки впевнено студент відповідає на питання, оцінити рівень знань студентів.

При натисканні на кнопку “+” з’являється додаткове меню, яке дозволяє отримати біль детальну інформацію про кожну дію студента у вигляді, що зображено на рис. 29.

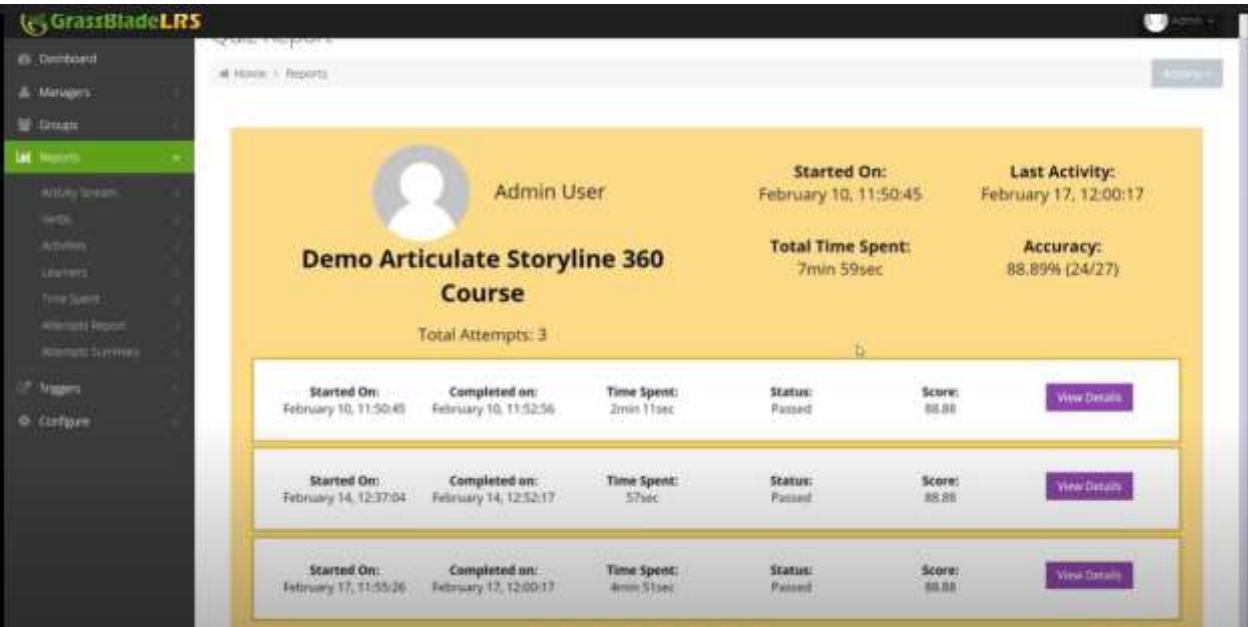


Рисунок 29 – Деталізація інформації про активність студента

Наступний рівень деталізації про активність студента під час тестування відкривається при натисканні на кнопку «View Details». В системі зберігання навчальних записів фіксуються дії студента в межах кожної частини тесту, яка містить відповіді. Кількість таких фіксацій відповідає кількості відповідей на питання, така інформація зберігається для кожного питання тесту (рис. 30).

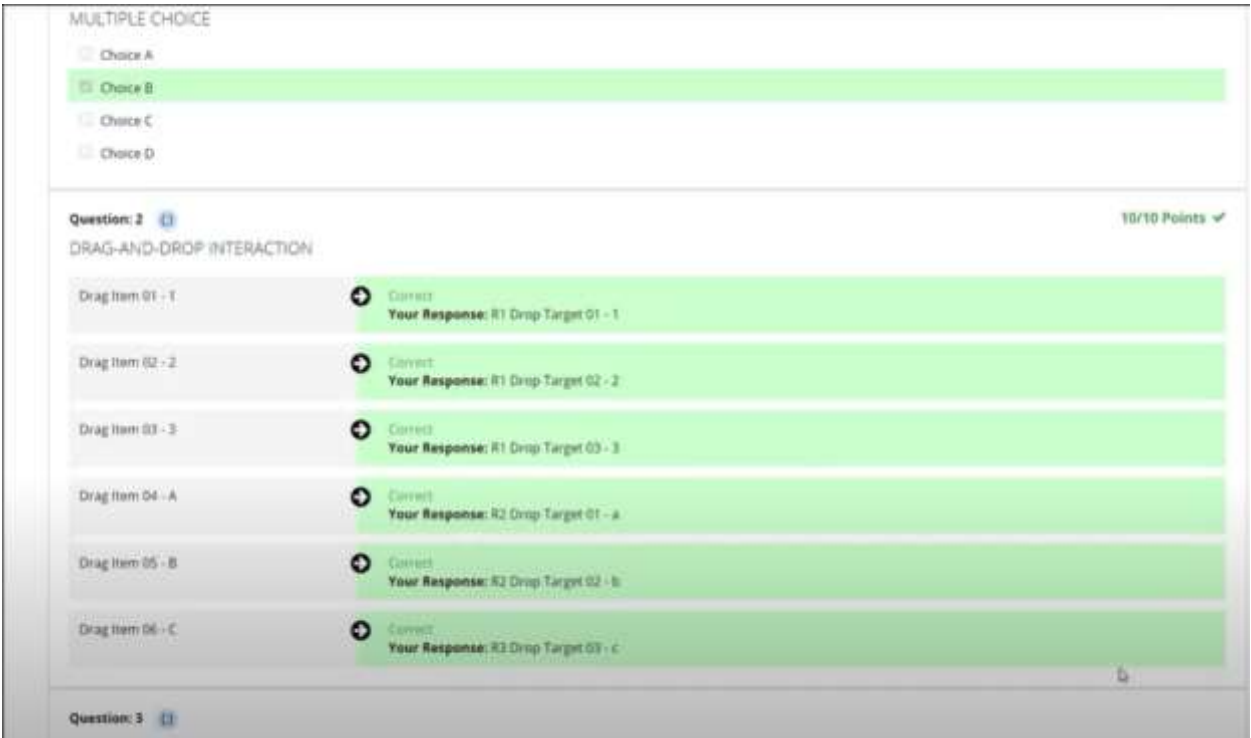


Рисунок 30 – Деталізація дій студента в межах відповідей на кожне питання тесту

Для питань типу «Натиснути на предмет» зберігаються всі дії студента під час відповідей, для кожної відповіді вказується вибране поле та коректне поле, дія фіксується стільки раз, скільки студент натискав на кнопку миші (рис. 31).



Рисунок 31 – Деталізація дій студента в межах відповідей питання тесту

Ця можливість надзвичайно корисна при аналізі дій студентів під час роботи з симуляторами або тренажерами, наприклад, для студентів, що навчаються на військових спеціальностях або на спеціальностях, пов'язаних з критичною інфраструктурою міст. Аналіз таких даних дозволяє оцінити ефективність процесу навчання та оволодіння студентами практичних навичок. Але для правильної оцінки таких дій необхідні додаткові інструменти інтелектуального аналізу даних. Вони дозволять розпізнати «навмисні» та «ненавмисні» коректні / помилкові дії студентів під час тренування.

При натисканні на кнопку “JSON” відкривається повна інструкція, за якою фіксуються дії студента в межах обраної активності (рис. 32).

The screenshot displays a Moodle quiz interface. At the top, a table shows quiz details: question ID 10, date February 17, 12:00:03, user Admin User, status answered, question text 'Connect the following', and a 'Wrong' result. A legend on the right indicates 'Red => Apple', 'Yellow => Banana', and 'Green => Grapes'. Below the table are buttons for 'JSON', 'Details', 'Repetition', 'Re-run triggers', and 'Quiz Report'. The 'JSON' button is selected, opening a panel showing the JSON log of the user's action.

```

{
  id : 14279715-cdf4-4a1d-be2e-b236a99d41fe,
  actor : {
    objectType : Agent,
    name : Admin User,
    mbox : mailto:saurabh@nextsoftwaresolutions.com
  },
  verb : {
    id : http://adinet.govexpapi/verbs/launched,
    display : {
      en-US : launched
    }
  },
  context : {
    registration : 3e1395c7-acfb-4675-94d2-d8e91f954386,
    contextActivities : {
      category : [
        {
          objectType : Activity,
          id : https://moodle.org,
          definition : {
            type : http://id.tincanapi.com/activitytype/source
          }
        }
      ]
    },
    parent : [
      {
        objectType : Activity,
        id : http://tp.gbirs.com/moodle/course/view.php?id=4,
        definition : {
          name : {
            en-US : Test xAPI Course
          },
          description : {
            en-US : This is course description
          }
        }
      }
    ]
  }
}

```

Рисунок 32 – Деталізація JSON-інструкції

При некоректній роботі таких інструкцій, слід вносити зміни для забезпечення більш ефективного процесу контролю.

ВИСНОВКИ

В роботі було розглянуто методи і алгоритми збору та аналізу даних про дії студентів в системі електронного навчання, проведені дослідження функціональних можливостей платформ дистанційного навчання, розроблено програмний модуль на базі бібліотеки Moodle xAPI. За результатами проведеного дослідження були визначені найбільш ефективних інструменти для використання в системах електронного навчання.

На першому етапі була проаналізована предметна область, розглянута концепція та принципи електронного навчання, визначені типи та категорії такого навчання, подана коротка характеристика процесів, які супроводжують електронне навчання студентів. Були докладно описані інструменти контролю знань студентів в системах електронного навчання, виділені ті, які максимально об'єктивно оцінюють отримані знання та навички студентів. Визначені сучасні стандарти електронного навчання, подана докладна характеристика стандартів, та визначено стандарт для подальшого використання – Tin Can (xAPI). Тому що він максимально відповідає потребам задачі контролю дій студентів під час навчання в системах e-learning.

На наступному етапі проведено порівняльний аналіз платформ електронного навчання за наступними критеріями: доступність інформації, простота використання, гнучкість налаштувань, функціонал платформи, підтримка навчальних матеріалів, розробка навчальних матеріалів, звітність, організаційна структура користувачів. В результаті проведеного аналізу системи MOODLE та ILIAS отримали однакову кількість балів. При цьому MOODLE має вищі оцінки за критеріями доступності та гнучкості налаштувань, тому вона була обрана для подальшої роботи.

На третьому етапі було розроблено програмний модуль на базі бібліотеки Moodle xAPI. Докладно описано процес інтеграції LMS Moodle зі сховищем навчальних записів LRS. Наведена повна характеристика та аргументація вибору у якості сховища навчальних записів LRS GrassBlade

Cloud, коротко подана інформація про структуру бібліотеки Moodle xAPI. На прикладі тестового варіанту системи Moodle та повноцінного тестового інструменти показано процес інтеграції інструментів додаткового контролю за діями студентів в системі дистанційного навчання. Показані результати збору інформації про активності студентів в процесі навчання та інструментарій візуалізації даних.

Подальші дослідження можуть бути пов'язані з інтеграцією розробленого модуля в реальну систему дистанційного навчання та збір інформації про активності студентів з метою аналізу даних та прийняття ефективних управлінських рішень щодо оптимізації побудови кусів та тестових завдань.

Результати роботи були представлені на конференції «Інтелектуальні системи та інформаційні технології ISIT 2021».

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Kahiigi E. Ekenberg L., Hansson H., Tusubira F., Danielson M. Exploring the e-Learning State of Art. 2008 / <https://ejel.org/issue/download.html?id> (дата звернення 28.11.2021).
2. E-learning Concepts, Trends, Applications. / <https://talentlms.com/elearning/elearning-101-jan2014-v1.1.pdf> (дата звернення 28.11.2021).
3. Hrastinski S. Asynchronous & Synchronous E-learning. Education Quarterly / <https://er.educause.edu/~media/files/article-downloads/eqm0848.pdf> (дата звернення 28.11.2021).
4. Asynchronous communication is the real reason telecommuting is more efficient / <https://habr.com/ru/post/473100/> (дата звернення 28.11.2021).
5. Полат, Е.С. Теория и практика дистанционного обучения: учебное пособие для студ. высш. пед. учеб. заведений/Е.С. Полат, М.Ю. Бухаркина, М.В. Моисеева. — М.: «Академия», 2004. — 416 с.
6. Гаврилова, Л.А. Дистанционное образование. Электронные курсы: Учебно-методическое пособие для преподавателей. — Екатеринбург: УГГУ, 2006. — 74 с.
7. Канаев, В.И. Дистанционное обучение: технологические аспекты. — М.: Современный гуманитарный университет, 2004. — 192 с.
8. GrassBlade Cloud LRS / <https://www.nextsoftwaresolutions.com/learning-record-store/>(дата звернення 28.11.2021).
9. xAPI Content on Moodle LMS - Upload and Track / <https://www.youtube.com/watch?v=TgZPJWpY79g> (дата звернення 02.12.2021).
10. Терещенко Т., Вернігоров Є. Програмний модуль збору та аналізу даних про дії студентів на базі бібліотеки інтеграції Moodle xAPI // Праці II Міжнародної науково-практичної конференції «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ISIT2021», 13 – 19 серпня 2021 року Одеса, Україна. Одеса: «ТЕС», 2021, с. 387-390.

11. Nima J., Batool Z. A Model for Assessing the Impact of E-learning Systems on Employees' Satisfaction. Computer in Human Behaviour / [https:// pdfs.semanticscholar. org/93ed/ cce65bcd843bb1b7e 2e37efa0a75447a6eb8.pdf](https://pdfs.semanticscholar.org/93ed/cce65bcd843bb1b7e2e37efa0a75447a6eb8.pdf) (дата звернення 02.12.2021).

12. Joi L., Camille D., Krista G. E-learning, Online Learning, and Distance Learning Environments: Are they the same? Internet and Higher Education, / [https://scholar. vt.edu/ access/ content/ group/ 5deb92b5-10f3-49db- adeb-7294847f1ebc/e-Learning%20Scott%20Midkiff.pdf](https://scholar.vt.edu/access/content/group/5deb92b5-10f3-49db-adeb-7294847f1ebc/e-Learning%20Scott%20Midkiff.pdf) (дата звернення 02.12.2021).

13. Dauda A., Safiriyu E., Ditimi A., Mohammed A. Towards a Model of E-learning in Nigerian Higher Institutions: An Evolutionary Software Modelling Approach. Information and Knowledge Management / <https://iiste.org/Journals/index.php/IKM/article/view/688> (дата звернення 08.12.2021).