

**Глазунова Олена Григорівна**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ*  
ORCID 0000-0002-0136-4936

**Клименко Євгеній Олегович**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ*  
ORCID 0009-0006-6353-6015

**Волошина Тетяна Володимирівна**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ*  
ORCID 0000-0001-6020-5233

**Мокрієв Максим Володимирович**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України, Київ*  
ORCID 0000-0002-6717-3884

**Вороненко Олександр Вікторович**

*Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського, Одеса*  
ORCID 0000-0003-3683-7278

**ОСВІТНЯ АНАЛІТИКА В УНІВЕРСИТЕТАХ: ІНСТРУМЕНТИ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ**

**Анотація.** Цифрові інструменти для аналізу даних відіграють важливу роль у вдосконаленні та оптимізації процесів у різних сферах діяльності. Широкий спектр зібраних даних підвищує інтерес до освітньої аналітики з метою підтримки прийняття ефективних управлінських рішень на всіх рівнях у закладах вищої освіти. У зв'язку з цим заклади освіти використовують цифрові інструменти для аналізу та прогнозування, які отримують дані з системи управління навчанням (LMS), що використовуються університетами і надають узагальнені дані у відповідному форматі для кожної групи зацікавлених сторін. У даній статті представлено цифрові інструменти для обробки великих масивів освітніх даних, що накопичуються на університетських платформах, таких як LMS Moodle. У даному дослідженні виокремлено й описано три групи засобів освітньої аналітики з електронних навчальних курсів (ЕНК) розроблених на базі платформи LMS Moodle. Авторами розроблено схему реалізації, що включає процес дослідження, очищення, перетворення та моделювання великих масивів даних отриманих з цифрового освітнього середовища закладу освіти з метою виявлення прихованих закономірностей, невідомих кореляцій та візуалізації необхідної інформації. Наведено схему компонентів системи для проведення освітньої аналітики на основі великих даних Moodle та системи бізнес аналітики, такої як Power BI, що дає створювати інтерактивні дашборди на основі освітніх індикаторів. Використовуючи стандартні аналітичні можливості Moodle та інструментів здійснено експериментальне дослідження на прикладі навчального порталу Національного університету біоресурсів і природокористування України, що дозволило проаналізувати, які матеріали ЕНК в межах освітніх програм мають найбільшу популярність, як вчасно студенти завантажують свої роботи, який коефіцієнт залучення студентів на електронному курсі, або ж які студенти потенційно не зможуть вчасно закінчити навчання на ЕНК.

**Ключові слова:** освітня аналітика, цифрові інструменти, LMS Moodle, Power BI, інтерактивні дашборди

**Glazunova Olena**

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv*  
ORCID 0000-0002-0136-4936

**Klymenko Yevhenii***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv*

ORCID 0009-0006-6353-6015

**Voloshyna Tetiana***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv*

ORCID 0000-0001-6020-5233

**Mokriiev Maksym***National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv*

ORCID 0000-0002-6717-3884

**Voronenko Oleksandr***South Ukrainian National Pedagogical University named after K.D., Ushynskiyi, Odesa*

ORCID 0000-0003-3683-7278

**EDUCATIONAL ANALYTICS IN UNIVERSITIES: TOOLS FOR ANALYSIS AND FORECASTING**

**Abstract.** *Digital tools for data analysis play an important role in improving and optimizing processes in various fields of activity. A wide range of collected data increases interest in educational analytics to support effective management decision-making at all levels in higher education institutions. In this regard, educational institutions are using digital tools for analysis and forecasting that receive data from the learning management system (LMS) used by universities and provide summarized data in an appropriate format for each group of stakeholders. This article presents digital tools for processing large amounts of educational data accumulated on university platforms such as the Moodle LMS. This study identifies and describes three groups of educational analytics tools for e-learning courses (ELCs) developed on the basis of the Moodle LMS platform. The authors have developed an implementation scheme that includes the process of researching, cleaning, transforming and modeling large amounts of data obtained from the digital educational environment of an educational institution in order to identify hidden patterns, unknown correlations and visualize the necessary information. The article presents a diagram of the components of the system for conducting educational analytics based on Moodle big data and business intelligence systems such as Power BI, which allows creating interactive dashboards based on educational indicators. Using the standard analytical capabilities of Moodle and tools, an experimental study was conducted on the example of the educational portal of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, which allowed us to analyze which e-learning materials within educational programs are most popular, how timely students upload their work, what is the student engagement rate in an e-course, or which students potentially will not be able to complete their e-learning on time.*

**Keywords:** *educational analytics, digital tools, Moodle LMS, Power BI, interactive dashboards*

**1. Постановка проблеми**

Цифрове освітнє середовище закладів вищої освіти є повноцінним простором для формування уявлення про професійне майбутнє та продуктивні стратегії поведінки усіх учасників освітнього процесу [1-2]. Такі середовища можуть містити формалізовані (заздалегідь підготовлені) та неформалізовані (сформовані випадковим чином у цьому середовищі) джерела знань: від електронних матеріалів навчальних дисциплін закладу освіти та індивідуальних викладацьких курсів до обговорень запитань і завдань на форумах або в особистих користувацьких повідомленнях. Кількість достовірних даних значно зросла завдяки експоненціальному використанню освітніх інструментів закладами вищої освіти, таких як системами управління навчанням (LMS), у процесах викладання та навчання. Будь-яка ефективна система управління навчанням повинна надавати не лише якісний кінцевий результат, але і постійно вести до нього, відслідковуючи потенційні проблеми та визначаючи їх першопричини, використовувати аналітичні методи для відслідковування цих процесів.

Поява великих даних в освіті пояснюється щонайменше двома основними тенденціями цифровізації:

- запис і зберігання інституційних даних у традиційних умовах дедалі більше оцифровуються, що призводить до величезної кількості стандартизованої інформації про здобувачів освіти;
- навчальна поведінка, яку було складно зафіксувати в аудиторіях офлайн, тепер може бути частково охоплена LMS.

Виходячи з цього, запропоновано підхід, який дозволяє використати ці дані в освітній аналітиці через перетворення даних LMS Moodle за допомогою інструменту Microsoft Power BI в динамічні та інтерактивні звіти для прийняття відповідних рішень всіма учасниками освітнього процесу. Управління таким цифровим освітнім середовищем, його технічна підтримка та аналітика даних є нетривіальним завданням для адміністраторів та менеджерів інформаційних систем у закладах освіти. Через доступ до величезного масиву освітніх даних, починаючи від накопичення результатів навчання до прогнозування поведінки здобувачів освіти в електронних навчальних курсах (ЕНК), виникає проблема вибору інструментів для застосування різних методів аналітики таких даних [3].

## **2. Аналіз останніх досліджень і публікацій**

Метою побудови цифрового освітнього середовища закладу вищої освіти є швидкий доступ учасників освітнього процесу до різноманітного навчального контенту, необхідного в процесі набуття здобувачами освіти загальних та професійних компетентностей, передбачених освітньою програмою. В основі цифрового освітнього середовища лежить програмний комплекс для обміну інформацією, що з використанням загальнодоступних каналів зв'язку дає змогу користувачам незалежно від місця їх знаходження працювати з навчальним контентом, а адміністраторам та менеджерам – аналізувати ці масиви даних для прийняття управлінських рішень. Різноманітні цифрові середовища, включно з відкритими освітніми платформами (Coursera, edX, Prometheus, TED, NPTEL, FutureLearn, тощо), системами дистанційного навчання (Moodle, iSpring, Mirapolis, ShareKnowledge, Teachbase, WebTutor тощо) зберігають цифрові сліди своїх користувачів, тим самим забезпечують можливість проведення моніторингу, аналізу, візуалізації результатів активності користувачів. Незважаючи на значну низку досліджень, ці можливості недостатньо широко й ефективно використовуються для оцінювання якості освітнього процесу та проектування індивідуальної освітньої траєкторії для кожного здобувача освіти. Система Moodle стала досить популярною у світі серед викладачів як інструмент для створення динамічних курсів для здобувачів освіти. Найчастіше закладами вищої освіти для організації освітнього процесу в цифровому освітньому середовищі, використовується Moodle. Виокремимо основні напрями, за якими вже досить тривалий виконуються наукові дослідження: розробка електронних освітніх середовищ [4, 5]; виявлення поведінкових стратегій в онлайн-навчанні, їх зв'язок із характеристиками студентів [6-8]; візуалізація даних, видобутих та опрацьованих отриманих з платформи Moodle [9-11]; розробка та використання цифрових інструментів для аналізу даних Moodle [12-14]; встановлення зв'язків між активностями студентів в цифровому середовищі та їхніми успіхами під час навчання в закладі освіти [15, 16]. Із запровадженням систем управління навчанням (LMS) у закладах освіти стало доступно багато даних, що описують поведінку здобувачів освіти в цифровому просторі. Такі дані дослідники використовують для прогнозування успішності студентів [17].

У процесі функціонування системи електронного навчання (СЕН) кожен користувач залишає "цифровий слід" (інформацію про самого користувача, різні записи в базах даних: про діяльність; про повідомлення; про оцінки тощо), окремі файли та інші дані). Аналіз і формалізація такої інформації може сприяти розробці моделі цифрового сліду, використовуючи яку, можна розробити оптимальний підхід до формування цифрового освітнього середовища [18]. Питанням аналітики на основі великих даних Moodle займаються науковці [14, 19] та розробники, які намагаються описати та створити додаткові компоненти для проведення освітньої аналітики.

**Мета роботи.** Дослідити цифрові інструменти для обробки великих масивів даних, що накопичуються на освітніх платформах закладів вищої освіти, таких як LMS Moodle.

### 3. Результати дослідження

Системи електронного навчання, реалізовані на базі Moodle, мають певний функціонал для моніторингу та аналізу організованих з їх використанням процесів, що ґрунтується на цифрових слідах користувачів, зберігаючи в базі даних, і реалізовано на рівні окремого курсу або СЕН загалом. Хоча ні внутрішній функціонал Moodle, а ні розроблені сторонні плагіни не дозволяють комплексно та якісно вирішити проблеми моніторингу, аналізу та візуалізації роботи з великими даними Moodle.

Освітні системи продукують інформацію, що має високу цінність, але зазвичай настільки велику, що її неможливо проаналізувати вручну, тому необхідні відповідні інструменти для автоматичного аналізу таких даних та використання цих звітів в режимі реального часу. Щоденне зростання обсягів і видів інформації, яку необхідно швидко інтерпретувати та проаналізувати, вимагає нових форм візуалізації, які б полегшували процес сприйняття, опрацювання та прийняття відповідних управлінських рішень. Основна мета візуалізації даних полягає в перетворенні великих масивів даних у візуальну форму для прискорення і полегшення розуміння складних взаємозв'язків всередині даних.

Стандартні процедури формування аналізів, характерні для баз даних, займають, як правило, багато часу. Щоб полегшити цей процес, використовуються інструменти обробки великих даних. Аналітика даних є процесом дослідження, очищення, перетворення та моделювання великих масивів даних з метою виявлення прихованих закономірностей, невідомих кореляцій та візуалізації корисної інформації. Послідовність проведення освітньої аналітики на основі даних накопичених на платформі Moodle наведено на рис. 1.

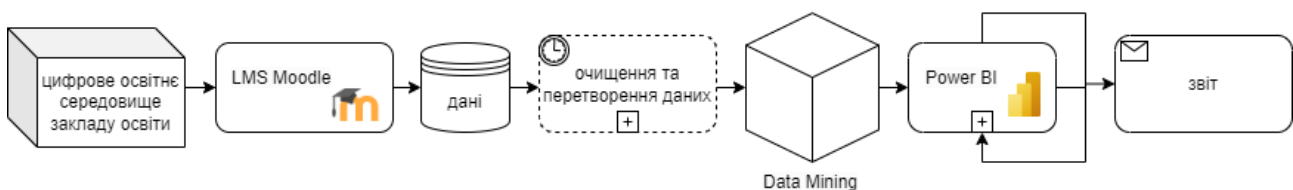


Рис. 1. Схема реалізації освітньої аналітики в закладі освіти

Однак навчання з великими даними має свої проблеми: керування великими обсягами інформації вимагає часу та досвіду. Щоб аналізувати поведінку учасників освітнього процесу, багато закладів використовують алгоритми машинного навчання з даними LMS для певного курсу або типу курсу, але лише деякі намагаються робити прогнози для великої підмножини курсів. Проте досі відсутні чіткі, широкомасштабні докази ефективності аналітики навчання для підтримки успішності здобувачів освіти [20]. Стрімке зростання цифрових даних, що генеруються з різних джерел, робить їх непридатними для використання традиційних методів зберігання, обробки та аналізу. Ці обмеження призвели до розробки нових підходів до обробки, зберігання та аналізу великих наборів даних [14, 21].

Виділяють два способи проведення освітньої аналітики: (1) на основі наявних оперативних даних в системі Moodle на основі трансформованих та (2) підготовлених даних на іншому сервері. Перший підхід також може бути реалізованим в кілька різних способів, а саме: звертання до оперативних даних, отримання та вирахування необхідних аналітичних даних прямо тут і зараз із найсвіжіших даних. Плюс такого підходу в тому, що ми отримуємо найсвіжішу та найповнішу інформацію. Починаючи з версії Moodle 4.0 для отримання такої інформації створено спеціальний модуль “конструктор звітів”, який дозволяє будувати власні звіти з наданої для цього поточної інформації. З метою не перевантаження системи під час переглядів звітів, кількість показників та звітів обмежується. Наразі критичне обмеження вбудованого конструктора звітів полягає у обмеженій кількості показників, з яких у менеджера є можливість будувати аналітику. Хоча в кожній новій версії Moodle число

показників збільшують, все одно воно залишається обмеженим. Проте, щоб отримати певні специфічні показники для нестандартних звітів можна встановити додатковий модуль Configuration Report, а саме писати прямі запити до бази даних, з використанням мови SQL, та отримувати будь-яку інформацію, щодо якої в базі даних залишається цифровий слід.

У будь-якому з цих випадків є можливість експортувати звіту у форматі .xlsx або .csv. Подальший аналіз можна здійснювати використовуючи цифрові інструменти (MongoDB, Apache Cassandra, KNIME, R Studio, IBM SPSS, Tableau, Power BI, Xplenty, Adverity, Apache Hadoop). Схему компонентів системи для проведення освітньої аналітики наведено на рис. 2.

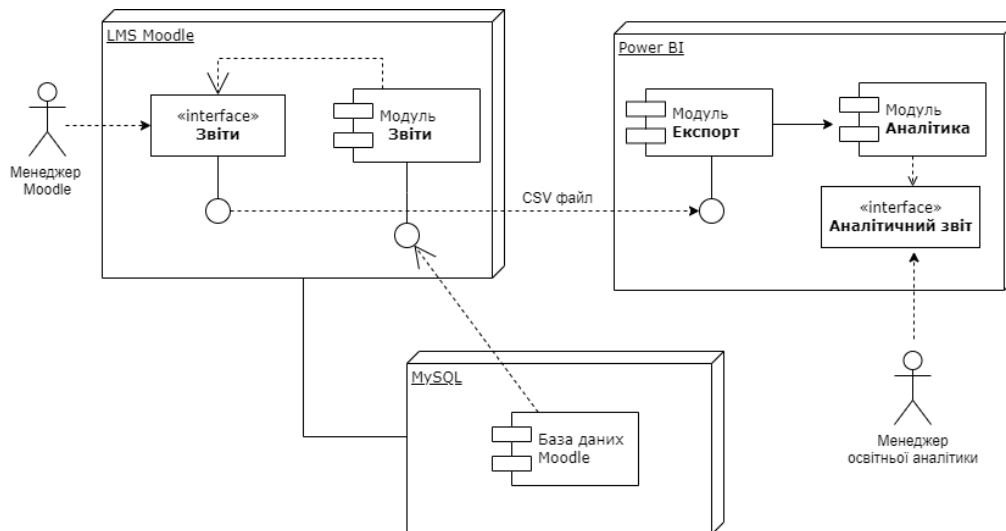


Рис. 2. Схема компонентів системи для освітньої аналітики

У даному дослідженні запропонована система, що використовує дані LSM Moodle та систему бізнес аналітики, таку як Power BI для збору, обробки та візуалізації освітніх даних з кількох джерел, також об'єднувати їх в моделі даних. Така модель даних дає змогу створювати інтерактивні, прості для розуміння дашборди. Для реальної роботи з аналізом освітніх даних необхідно створювати окреме сховище даних, налаштовувати систему перетворення первинних даних (з бази даних Moodle) до сховища, підключати до сховища даних систему бізнес аналітики для побудови різноманітних звітів, графіків та інтерактивних інформаційних панелей даних.

Наявні можливості для освітньої аналітики, що накопичуються в Moodle, можна розділити на чотири категорії:

–**стандартні засоби системи**: стандартні звіти, що доступні в розділі «Звіти» і кілька аналітичних моделей, які належать до базового функціоналу системи Moodle. Інформація звіту «Журнал подій» для нетехнічних користувачів є мало зрозумілою та мало придатною для будь-яких висновків. Саме ці дані часто використовують для подальшої аналітики сторонніми цифровими інструментами з метою проведення освітньої аналітики. На основі журналу подій можна будувати зведені звіти. Не всі дані стандартних засобів можна візуалізувати для зручності або завантажити, але дослідивши їх, можна самостійно зробити висновки про популярні елементи курсу у студентів, дослідити активності користувача або активності, що стосуються заданого елемента курсу. Ці звіти формують загальне уявлення про інтенсивність використання студентами різних елементів курсу.

–**додаткові плагіни для системи**: розширення функціональних можливостей Moodle, яких немає в базовій версії, доступних в офіційному каталозі Moodle Plugins Directory. Прикладами плагінів, які призначені для аналізу даних є SmartClass, Heatmap, IntelliBoard тощо. Недоліками цієї групи інструментів є необхідність їх встановлення адміністратором, та оновлення плагінів при відповідному оновленні системи, що може викликати деякі труднощі. При цьому деякі алгоритми машинного навчання вимагають більше часу і більше даних для

навчання і тільки потім плагіни можуть адекватно використовуватись. При роботі з аналітикою безпосередньо на «живих» даних маємо два великих мінуси: (1) отримуємо інформацію лише на цей час і не можемо проаналізувати стан в динаміці; (2) суттєво навантажує систему, зокрема сервер бази даних (особливо на високонавантажених серверах з великою кількістю здобувачів освіти та навчальних курсів). Система Moodle періодично запускає збір статистики та результати записує у спеціальні таблиці. З метою зменшення навантаження при зчитуванні даних розробники розділили таблиці за базовими часовими характеристиками:

- stats\_daily**: для накопичення щоденної статистики;
- stats\_monthly**: для накопичення щомісячної статистики;
- stats\_weekly**: для накопичення тижневої статистики;
- stats\_user\_daily**: для накопичення щоденної статистики за курс/користувача;
- stats\_user\_weekly**: для накопичення щотижневої статистики за курс/користувача;
- stats\_user\_monthly**: для накопичення щомісячної статистики за курс/користувача.

В Moodle вкладено простий інструмент аналізу активності учасників освітнього процесу, а саме студентів та викладачів, який періодично запускає обробку даних з кожного ЕНК. Така періодичність доступна:

- раз на день;
- раз на тиждень;
- раз на місяць;
- раз на рік.

Обраховані результати такого обробітку вкладаються в окремі таблиці реляційної бази даних: денні, тижневі, місячні, річні. На рис. 3 представлено частину схеми бази даних для фіксації аналітики використання ЕНК у місячному інтервалі. Зі схеми видно, що це простий аналіз фіксує курси та ролі користувачів на курсі. Для різних типів аналізу (найактивніші курси; зважений показник найактивніших курсів; курси з найбільшою кількістю учасників; показник участі на курсі) зберігаються два розрахованих показника, в таблиці колонки **stat1** та **stat2**.

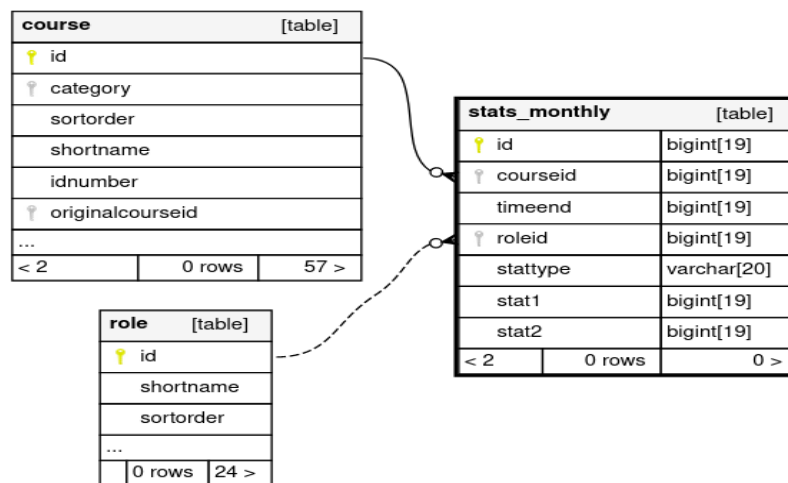


Рис. 3. Частина схеми бази даних для фіксації аналітики використання ЕНК (місячний інтервал)

–**зовнішні засоби для аналізу даних Moodle**: належать автономні рішення для аналізу даних. Багато наявних зовнішніх рішень для аналізу даних Moodle засновані на додатковій аналітиці даних журналу подій. Такі рішення маю інтуїтивно зрозумілий англійський інтерфейс, не містять у собі складних, спеціалізованих методів інтелектуального аналізу даних

і можуть бути використані широкою академічною аудиторією. Дані рішення пропонують додатковий аналіз і візуалізацію даних журналу подій [22].

–*багатофункціональні програми аналізу даних*: доступні декілька груп таких інструментів, які можуть бути використані для аналізу даних, отриманих з Moodle, а саме: (1) *статистичні та математичні програми* (Statistica, SPSS Statistics тощо; Matlab, Octave тощо; Excel тощо); (2) *програми для інтелектуального аналізу даних та бізнес аналітики та візуалізації* (Orange, Knime, RapidMiner, Weka, Power BI, Deductor тощо); (3) *платформи та мови програмування* (R, Python (як найбільш використовувані для аналізу даних), Java тощо); (4) *системи управління базами даних (СУБД) і мови запитів* (Oracle, MySQL, Microsoft SQL Server тощо). Цю групу засобів виділено у зв'язку з тим, що LSM Moodle використовує для зберігання інформації реляційну базу даних; (5) *інструменти аналізу вебсайтів* (використовують лог-аналізatori: Webalizer, AWStats тощо), можуть бути використані, оскільки Moodle також являє собою освітній ресурс.

Застосування цих засобів, як правило, вимагає від користувача певних навичок використання статистичних методів, алгоритмів інтелектуального аналізу даних, мов програмування, процесів попереднього оброблення даних, практики роботи в різних інструментами тощо. Підводячи підсумок огляду можливих цифрових інструментів для освітньої аналітики, наведемо переваги та недоліки кожної групи Порівняльний аналіз груп засобів аналітики великих даних Moodle наведений в табл.1

Таблиця 1

Порівняльний аналіз аналітики великих даних Moodle

Інструменти аналітики великих даних Moodle	Переваги	Недоліки
стандартні (внутрішні) інструменти системи (облікові записи)	– доступність викладачам і адміністраторам – наявні в Moodle за замовчуванням	– недостатня функціональність і наочність для прийняття рішень
додаткові плагіни для системи	– реалізують додаткові функції	– вузькоспрямовані – необхідне встановлення адміністратором системи
зовнішні інструменти для аналізу даних безпосередньо з Moodle	– орієнтація на навчальну аналітику та роботу саме з даними системи – простота використання	– мало у вільному доступі – англomовний інтерфейс
багатофункціональне програмне забезпечення для аналізу даних	– широкий функціонал – можливості для якісного та багатоаспектного аналізу	– вимагають фахових цифрових і математичних компетентностей

На основі реалізованого підходу для освітньої аналітики з використанням сервісу Power BI здійснено візуалізацію даних, отриманих з бази даних Moodle. Це дає змогу менеджерам освітньої аналітики створювати дашборди з освітніми індикаторами, кожен з яких відображає певні показники протягом встановленого періоду часу (рис. 4).



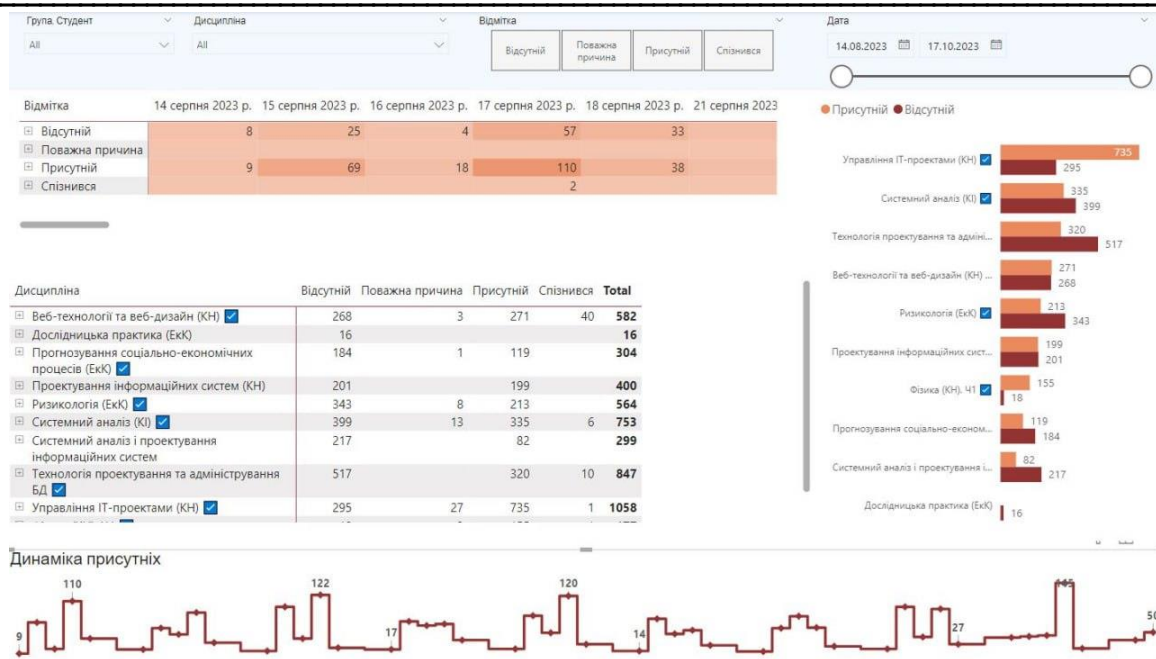


Рис. 4. Дашборд моніторингу показників освітнього процесу

На поточний момент реалізовано моніторинг таких освітніх індикаторів як:

- динаміка активності студентів у розрізі електронних навчальних курсів (ЕНК) освітніх компонент навчального плану;
- побудована модель даних та сформовані дашборди з візуалізацією зрізів відвідуваності на заняттях за різними ознаками, від конкретної дисципліни та студента до загальних зведених показників за групою (поток);
- аналіз своєчасності подання студентами завдань на перевірку в межах ЕНК;
- аналіз своєчасності перевірки викладачами виконаних робіт студентами;
- актуальність і повнота підключення користувачів до своїх профілів ЕНК тощо.

Особливістю такої системи є можливість гнучкого налаштування під конкретні освітні індикатори: додавання нових звітів про показники освітнього процесу, що цікавлять; налаштування дашбордів в режимі реального часу; розмежування доступу для різних груп користувачів.

#### 4. Висновки

Широкий спектр даних, які потребують аналізу та використання для покращення досвіду керування освітнім процесом у закладах вищої освіти, як студентами так і викладачами надають системи управління навчанням. Однак навчання з великими даними має свої проблеми, а саме: керування великими обсягами даних вимагає часу та досвіду. У результаті аналіз такої значної кількості даних почав покращувати процес викладання та навчання. Великі дані мають величезний потенціал у закладах вищої освіти для моніторингу, розуміння та оцінки освітніх процесів, їх спрямування зусиль для підвищення якості та рівня навчання, актуалізації вискоелективного навчання та викладання. Отже, освітній інтелектуальний аналіз даних (Educational Data Mining, EDM) функціонує на перетині дисциплін комп'ютерних наук, аналізу даних, освіти та статистики, фокусується на розробці, застосуванні методів і прийомів для відкриття нових моделей і вилучення значущих знань для проведення освітньої аналітики.

#### Список використаної літератури

1. Volkova, N., Rizun, N., Nehrey, M.V. Data science: Opportunities to transform education. CEUR Workshop Proceedings, 2019, 2433: 48-73.
2. Nehrey, M., Klymenko, N., Kostenko, I. Formal and Non-formal Education of Ukraine: Analysis of the Current State and the Role of Digitalization. Lecture Notes on Data



Engineering and Communications Technologies, 2023, 181: 1085-1098

3. Fischer, C., Pardos, Z. A., Baker, R. S., Williams, J., Smyth, P., Yu, R., Slater, S., Baker, R., & Warschauer, M. Mining Big Data in Education: Affordances and Challenges. *Review of Research in Education*, 2020, 44(1): 130-160. <https://doi.org/10.3102/0091732X20903304>
4. Glazunova, O.G., Voloshyna, T.V. Hybrid cloud-oriented educational environment for training future IT specialists. *CEUR Workshop Proceedings*, 2016, 1614: 157-167
5. Kuzminska, O.H., Morze, N.V., Osadchyi, V.V. Digitization of learning environment of higher education institutions: Conceptual foundations and practical cases, *Journal of Physics: Conference Series*, 2023, 2611(1), 012024
6. Glazunova, O., Morze, N., Golub, B., Voloshyna, T., Parhomenko, O. Learning style identification system: Design and data analysis. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020, 2732: 793-807
7. Akcapınar G. Profiling students' approaches to learning through Moodle logs. *Proceedings of the Multidisciplinary Academic Conference, Prague*, 2015, 242-248.
8. Kadoic N., Oreški D. Analysis of student behavior and success based on logs in Moodle. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, At Opatija, Croatia, 2018, 0654-0659. DOI: 10.23919/MIPRO.2018.8400123
9. A. Khojastehfar, A., Abarbekouh, H., Safai S. and Fatemi O. Analysis of Teaching and Learning in Moodle with the Help of Visualization with Power BI: Case Study of e-Learning Course of University of Tehran. *10th International and the 16th National Conference on E-Learning and E-Teaching (ICeLeT)*, 2023, 1-7, doi: 10.1109/ICeLeT58996.2023.10139886
10. Gabroveanu M., Diaconescu I. Extracting semantic annotations from Moodle data. In *Proceedings of the 2nd East European Conference on Rule-Based Applications*, Germany 2008, 428: 1-7. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-428/paper1.pdf>
11. Poon, L.K.M., Kong, S.C., Yau, T.S.H., Wong, M., Ling, M.H. Learning Analytics for Monitoring Students Participation Online: Visualizing Navigational Patterns on Learning Management System. *Blended Learning. New Challenges and Innovative Practices. ICBL. Lecture Notes in Computer Science*, 2017, 10309. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59360-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59360-9_15)
12. Morze, N., Kuzminska, O., Glazunova, O., Korolchuk, V., Mokriiev, M., Varchenko-Trotsenko, L., Zolotukha, R. Moodle Tools for Educational Analytics of the Use of Electronic Resources of the University's Portal. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology AET*, 2022, 20 (2):. 444-451. ISSN 978-989-758-558-6
13. Romero C., Ventura S., Garcia E. Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 2008, 51: 368-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.016>
14. Aldowah, H., Al-Samarraie, H., Fauzy, W.M. Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 2019, 37: 13-49. doi: 10.1016/j.tele.2019.01.007
15. Pal, N., Dahiya, O. Role of Learning Management System for Evaluating Students' progress in Learning Environment. *Proceedings of 5th International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2022*, 1800-1806
16. Fenu G., Marras M., Meles M, A Learning Analytics Tool for Usability Assessment in Moodle Environments. *[J], Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 2017, 13(3): 23-34. ISSN:1826-6223, e-ISSN:1971-8829 DOI: 10.20368/1971-8829/1388
17. Dogaru, T.; Götze, N.; Rotelli, D.; Berendsohn, Y.; Merceron, A.; Sauer, P: Task Definition in Big Sets of Heterogeneously Structured Moodle LMS Courses. *21. Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI)*. 2023, 313-314 DOI: 10.18420/delfi2023-71.
18. Farias-Gaytan, S., Aguaded, I., Ramirez-Montoya, M.-S. Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2023, 10 (1), 386. doi: 10.1057/s41599-023-01875-9
19. Labib W., Eman Abowardah D. and. Abdelsattar, A. A Review of Big Data's Role on

Higher Education,"[C]. Sixth International Conference of Women in Data Science at Prince Sultan University (WiDS PSU), Riyadh, Saudi Arabia, 2023, 98-105, doi: 10.1109/WiDS-PSU57071.2023.00031.

20. Ifenthaler, D., Yau, J.YK. Utilising learning analytics to support study success in higher education: a systematic review. *Education Tech Research Dev*, 2020, 68: 1961-1990 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>

21. Khalid, M.; Yousaf, M.M. A Comparative Analysis of Big Data Frameworks: An Adoption Perspective. *Appl. Sci.* 2021, 11, 11033. <https://doi.org/10.3390/app112211033>

22. Siafis, V., Rangoussi M. Visualization of educational data mined from E-Learning platforms: A comparative evaluation of tools. *ICTERI-2021*, 2021, Seville, Spain. <https://doi.org/10.21125/iceri.2021>

### References

1. Volkova, N., Rizun, N., Nehrey, M.V. Data science: Opportunities to transform education. *CEUR Workshop Proceedings*, 2019, 2433: 48-73.

2. Nehrey, M., Klymenko, N., Kostenko, I. Formal and Non-formal Education of Ukraine: Analysis of the Current State and the Role of Digitalization. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 2023, 181: 1085-1098

3. Fischer, C., Pardos, Z. A., Baker, R. S., Williams, J., Smyth, P., Yu, R., Slater, S., Baker, R., & Warschauer, M. Mining Big Data in Education: Affordances and Challenges. *Review of Research in Education*, 2020, 44(1): 130-160. <https://doi.org/10.3102/0091732X20903304>

4. Glazunova, O.G., Voloshyna, T.V. Hybrid cloud-oriented educational environment for training future IT specialists. *CEUR Workshop Proceedings*, 2016, 1614: 157-167

5. Kuzminska, O.H., Morze, N.V., Osadchy, V.V. Digitization of learning environment of higher education institutions: Conceptual foundations and practical cases, *Journal of Physics: Conference Series*, 2023, 2611(1), 012024

6. Glazunova, O., Morze, N., Golub, B., Voloshyna, T., Parhomenko, O. Learning style identification system: Design and data analysis. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020, 2732: 793-807

7. Akcapınar G. Profiling students' approaches to learning through Moodle logs. *Proceedings of the Multidisciplinary Academic Conference*, Prague, 2015, 242-248.

8. Kadoic N., Oreški D. Analysis of student behavior and success based on logs in Moodle. *41st International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, At Opatija, Croatia, 2018, 0654-0659. DOI: 10.23919/MIPRO.2018.8400123

9. A. Khojastehfar, A., Abarbekouh, H., Safai S. and Fatemi O. Analysis of Teaching and Learning in Moodle with the Help of Visualization with Power BI: Case Study of e-Learning Course of University of Tehran. *10th International and the 16th National Conference on E-Learning and E-Teaching (ICeLeT)*, 2023, 1-7, doi: 10.1109/ICeLeT58996.2023.10139886

10. Gabroveanu M., Diaconescu I. Extracting semantic annotations from Moodle data. In *Proceedings of the 2nd East European Conference on Rule-Based Applications*, Germany 2008, 428: 1-7. URL: <http://ceur-ws.org/Vol-428/paper1.pdf>

11. Poon, L.K.M., Kong, S.C., Yau, T.S.H., Wong, M., Ling, M.H. Learning Analytics for Monitoring Students Participation Online: Visualizing Navigational Patterns on Learning Management System. *Blended Learning. New Challenges and Innovative Practices. ICBL. Lecture Notes in Computer Science*, 2017, 10309. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59360-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59360-9_15)

12. Morze, N., Kuzminska, O., Glazunova, O., Korolchuk, V., Mokriiev, M., Varchenko-Trotsenko, L., Zolotukha, R. Moodle Tools for Educational Analytics of the Use of Electronic Resources of the University's Portal. *Proceedings of the 1st Symposium on Advances in Educational Technology AET*, 2022, 20 (2):. 444-451. ISSN 978-989-758-558-6

13. Romero C., Ventura S., Garcia E. Data mining in course management systems: Moodle case study and tutorial. *Computers & Education*, 2008, 51: 368-384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.016>

14. Aldowah, H., Al-Samarraie, H., Fauzy, W.M. Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 2019, 37: 13-49. doi: 10.1016/j.tele.2019.01.007
15. Pal, N., Dahiya, O. Role of Learning Management System for Evaluating Students' progress in Learning Environment. *Proceedings of 5th International Conference on Contemporary Computing and Informatics, IC3I 2022*, 1800-1806
16. Fenu G., Marras M., Meles M, A Learning Analytics Tool for Usability Assessment in Moodle Environments. [J], *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 2017, 13(3): 23-34. ISSN:1826-6223, e-ISSN:1971-8829 DOI: 10.20368/1971-8829/1388
17. Dogaru, T.; Götze, N.; Rotelli, D.; Berendsohn, Y.; Merceron, A.; Sauer, P: Task Definition in Big Sets of Heterogeneously Structured Moodle LMS Courses. 21. *Fachtagung Bildungstechnologien (DELFI)*. 2023, 313-314 DOI: 10.18420/delfi2023-71.
18. Farias-Gaytan, S., Aguaded, I., Ramirez-Montoya, M.-S. Digital transformation and digital literacy in the context of complexity within higher education institutions: a systematic literature review. *Humanities and Social Sciences Communications*, 2023, 10 (1), 386. doi: 10.1057/s41599-023-01875-9
19. Labib W., Eman Abowardah D. and. Abdelsattar, A. A Review of Big Data's Role on Higher Education,"[C]. *Sixth International Conference of Women in Data Science at Prince Sultan University (WiDS PSU)*, Riyadh, Saudi Arabia, 2023, 98-105, doi: 10.1109/WiDS-PSU57071.2023.00031.
20. Ifenthaler, D., Yau, J.YK. Utilising learning analytics to support study success in higher education: a systematic review. *Education Tech Research Dev* , 2020, 68: 1961-1990 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09788-z>
21. Khalid, M.; Yousaf, M.M. A Comparative Analysis of Big Data Frameworks: An Adoption Perspective. *Appl. Sci.* 2021, 11, 11033. <https://doi.org/10.3390/app112211033>
22. Siafis, V., Rangoussi M. Visualization of educational data mined from E-Learning platforms: A comparative evaluation of tools. *ICTERI-2021*, 2021, Seville, Spain. <https://doi.org/10.21125/iceri.2021>