

О. І. Денесяк¹
Є. А. Паламарчук¹

КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ПРОКТОРІНГУ В ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ АНАЛІЗУ КОНТЕКСТУ В СИСТЕМАХ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАНЬ

¹Вінницький національний технічний університет

Показано необхідність контролю навчального процесу, а саме отриманих знань в процесі навчання, виділено відмінності оцінювання результатів аудиторного та дистанційного режиму навчання. Розглянуті технології штучного інтелекту, які можуть поліпшити процес оцінювання знань. Описано загальне поняття прокторінгу як елемента штучного інтелекту та розглянуто діючі платформи та проекти, що використовують технологію прокторінгу у навчанні, та проаналізовано роль прокторінгових систем в цих системах.

Розглянуті основні принципи побудови систем прокторінгу, їх функції та особливості. Розглянуто типи (синхронний, асинхронний, автоматичний) прокторінгових систем та проаналізовано переваги та недоліки кожного з них. Виділено ключовий набір елементів структури прокторінгової системи, який необхідно враховувати під час розробки власної математичної моделі чи використанні існуючої моделі системи.

Проаналізовано інтеграцію прокторінгової системи на прикладі системи оцінювання та контролю знань Stepik та прокторінгової системи ProctorEdu. Розглянуті варіанти інтеграції — підключення системи електронного навчання до системи оцінювання знань та додавання функцій прокторінгу до системи електронного навчання, виділені їх переваги та недоліки за певних умов інтеграції.

Наведено результати дослідження, а саме можливість інтегрування функціональності прокторінгу в інформаційні технології аналізу контексту в системах оцінювання знань та наведено перелік проблем, що в свою чергу можуть бути вирішені завдяки цій інтеграції. Також виділено основні модулі, які необхідно врахувати для коректної роботи системи.

Проаналізовано переваги та недоліки різних типів прокторінгу та вибраний варіант для реалізації математичної моделі прокторінгу, що буде одним з ключових компонентів інформаційних технологій аналізу контексту в системах оцінювання знань.

Показано актуальність тенденції розвитку прокторінгових систем та задачі, які можуть бути розв'язані за їхнього використання, найголовнішою з яких є автоматизація навчальних процесів та виведення якості контролю їх результатів на вищий рівень.

Ключові слова: технології штучного інтелекту, системи оцінювання знань, прокторінг, дистанційне навчання, системи електронного навчання (LMS).

Вступ

Отримання освіти для кожної людини є складним та довготривалим процесом, метою якого є формування відповідних компетенцій у вибраній галузі знань. Однією з умов отримання якісних знань та практичних навичок є забезпечення ефективності навчального процесу. Поняття ефективності освітнього процесу є комплексним та включає в себе різноманітні показники, серед яких є показники доброчесності. Системи прокторінгу дозволяють застосувати ефективніший контроль за роботою користувача з електронними ресурсами, особливо в процесах перевірки знань. Елементи штучного інтелекту дозволяють точніше ідентифікувати особу та її дії під час перевірки та формувати аналітичні результати. Ефективність та результативність навчального процесу, а саме рівень отриманих знань перевіряється проміжними перевітками. Тому, важливу роль у сучасній

освіті відіграє процес перевірки знань.

З появою пандемії COVID 19 майже всі освітні заклади перейшли на дистанційний процес навчання. Перевірка знань у разі дистанційного навчання суттєво відрізняється від аудиторного, тому що викладачеві важко відслідковувати поведінку студентів, орієнтуючись на їх камери та поточний вигляд робочого екрану комп'ютера в кожний момент часу. Саме тому необхідно створити технологію, яка б могла забезпечити контроль перевірки знань у дистанційному підході до навчання та частково зняти навантаження перевірки з викладача [1]. Саме технологія прокторінгу у симбіозі з людиною найкраще дозволяє зробити перевірку знань під час дистанційного навчання.

Інформаційні технології аналізу контексту в системах оцінювання знань передбачають дистанційний підхід перевірки знань. Тому, доцільно розглянути можливість впровадження технології прокторінгу у цьому контексті.

Метою роботи є розгляд та аналіз застосування технологій прокторінгу, як елементів штучного інтелекту в інформаційних технологіях аналізу контексту в системах оцінювання знань.

Прототипи прокторінгових систем

Прокторінг — це процедура контролю онлайн-екзамену чи процесу тестування у різних галузях та відповідно різної складності, де за всім процесом слідує людина, яку називають проктор. Зі свого боку, процес прокторінгу виключає будь-яку зацікавленість навчального закладу в результатах екзаменів, позаяк проктор — це не екзаменатор, а незалежна особа.

На сьогодні існує низка готових рішень в контексті проторінгу, які широко використовуються і надають можливість інтеграції з існуючими системами оцінювання та контролю знань, такими як Moodle, Stepik та StartExam [2].

Розглянемо готові продукти компаній, такі як ProctorEdu або Ulearn, що забезпечують системи прокторінгу, які у свою чергу можна інтегрувати з технологіями аналізу контексту в системах оцінювання знань.

Технології ProctorEdu та Ulearn дозволяють отримувати достовірні результати оцінювання знань, запобігаючи витоку внутрішніх матеріалів, підміни особи студента та процесу списування.

Великий рівень довіри до результатів прокторінгу досягається завдяки функціям розпізнавання обличчя та аналізу поведінки на всьому проміжку сеансу. ProctorEdu пропонують власний алгоритм оцінки довіри і систему розпізнавання обличчя, що працюють безпосередньо в браузері і не вимагають встановлення стороннього програмного забезпечення чи додаткових розширень браузера.

Система ProctorEdu дає низку оцінок по прокторінгу з максимальним рівнем довіри: біометрична верифікація; PDF-звіти; відео протокол; вивантаження результатів по API, наприклад у вигляді таблиць [3].

Система прокторінгу працює в хмарному середовищі з доступом через Інтернет з можливістю розгортання її на сервері навчального закладу, який проводить оцінювання знань, що теж забезпечує повний контроль над даними та можливість працювати у локальній мережі. ProctorEdu пропонує декілька пакетів послуг, а саме: повну автоматизацію, перевірка людиною, перевірка протоколів проктором та усний екзамен.

Ці системи прокторінгу включають розвинену функціональність для забезпечення прокторінгу та різні платні пакети послуг. Відповідно, не всі навчальні заклади можуть дозволити оплату повного пакету послуг і робити повноцінне регулярне опитування студентів.

Однією з основних причин проектування власної математичної моделі прокторінгової системи є спроба забезпечити надійніший рівень аутентифікації. Передбачається додати підсистему для додаткового визначення особистості, яка буде аналізувати електронний клавіатурний почерк. Включення у модель прокторінгу функціональності клавіатурного почерку значно збільшить точність аутентифікації, особливо за використання у симбіозі з іншими біометричними перевірками, як це реалізовано, до прикладу, в системі ProctorEdu.

Комплексна система прокторінгу

Самі по собі системи прокторінгу мають досить розвинену структуру та складні у реалізації, оскільки повинні передбачати [4]:

- можливість паралельної роботи з декількома відео-потоками;
- організацію системи зберігання відео та аудіо інформації;
- використання технології розпізнавання обличчя і мовлення;

- використання технології аналізу клавіатурного почерку;
- контроль дій користувача;
- наявність інтерфейсу проктора для участі у процесі складання екзамену.

Тому актуальною є розробка моделі прокторінгу як окремої підсистеми з подальшою інтеграцією її у систему оцінювання знань.

Розглянемо варіант інтеграції наявної системи оцінювання знань із системою прокторінгу (рис. 1).

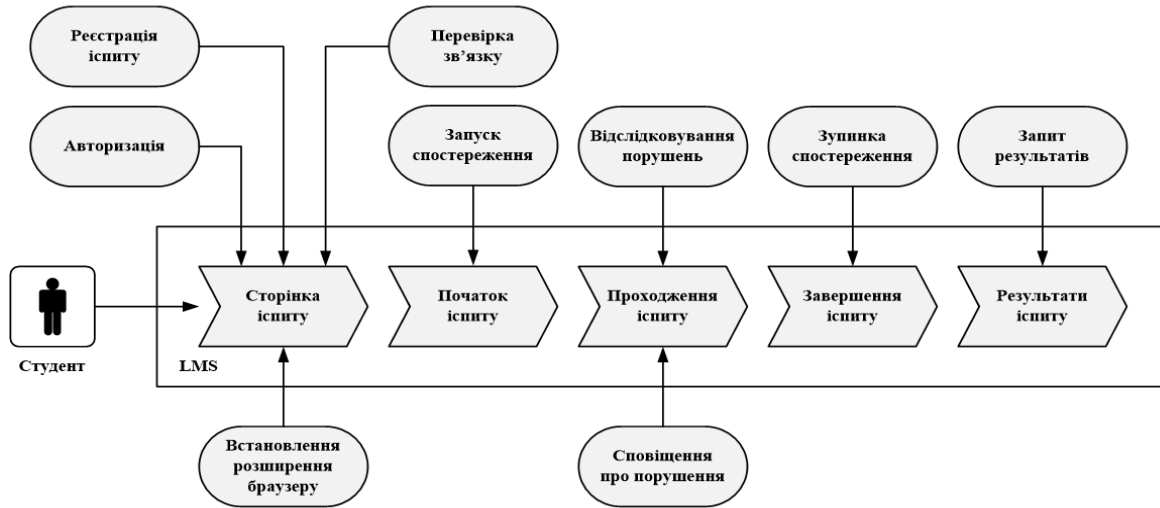


Рис. 1. Схема інтеграції системи оцінювання знань з системою прокторінгу

Така схема інтеграції системи оцінювання знань з системою прокторінгу для студента майже не змінює сценарій перебігу іспиту, тому що функціональність прокторінгу працює у фоновому режимі.

Розглянемо інтеграцію із системами прокторінгу на прикладі інтеграції ProctorEdu та Stepik. Система прокторінгу ProctorEdu передбачає механізми інтеграції з іншими системами, включаючи інтеграції на рівні API і UI та передбачаючи два варіанти інтеграції:

- підключення системи електронного навчання (LMS) до системи ProctorEdu (рис. 2);
- додавання функцій прокторінгу до системи електронного навчання (рис. 3).

Відповідно підключення LMS до системи ProctorEdu передбачає реалізацію низки функцій API на стороні LMS та налаштування точки входу в систему через зовнішній провайдер по протоколу OAuth2.

Другий варіант дозволяє додати функції прокторінгу в саму LMS шляхом інтеграції на рівні інтерфейсів. Для цього варіанта доступний набір інструментів Supervisor SDK, що дозволяє використовувати функції прокторінгу безпосередньо зі сторінки екзамену LMS, обмежившись підключенням в LMS спеціальної бібліотеки JavaScript та налаштуваннями її.

Для інтеграції з платформою Stepik використаний перший ва-



Рис. 2. Підключення системи електронного навчання до системи ProctorEdu

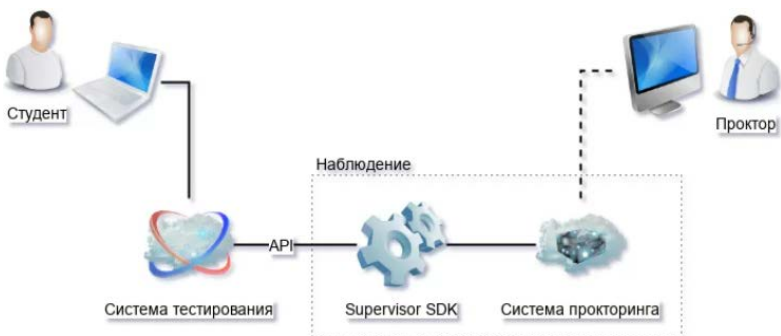


Рис. 3. Додавання функцій прокторінгу до системи електронного навчання

ріант (рис. 2), тобто розроблено спеціальний API, який побудований таким чином, що дає можливість гнучкого налаштування протоколу обміну між LMS та ProctorEdu, використовуючи формат JSON [6].

Види прокторінгу

Виділяють три типи прокторінгу [7]:

- синхронний прокторінг — тобто, прокторінг у реальному часі;
- асинхронний прокторінг;
- автоматичний прокторінг.

Розглянемо *синхронний прокторінг*, у якому контроль за іспитом здійснюється у реальному часі. Головними функціями проктора є підтвердження особистості студента та спостереження за студентом протягом усього іспиту. Цей вид прокторінгу є найдавнішим і інтуїтивно зрозумілим, тому що імітує реальну аудиторію, в якій проходить екзамен. При цьому проктор здійснює віддалений контроль за іспитом. Цей вид прокторінгу має такі переваги та недоліки [7], [8].

Переваги:

- психологічно зрозумілий всім учасникам процесу;
- гнучкість у прийнятті рішень;
- найефективніший;
- можливість запобігання порушень.

Недоліки:

- низький рівень масштабування;
- потрібний штат працівників;
- як організатори так і студенти повинні планувати час проведення екзаменів.

З аналізу основних недоліків цього типу прокторінгу випливає необхідність забезпечення достатньо великого штату працівників і низьку масштабованість, що також не може задовольнити вимоги нашого дослідження.

Розглянемо *асинхронний прокторінг*, у якому верифікація особистості студента та й проходження самого іспиту відбувається самостійно студентом. Особливістю цього методу є запис усіх дій студента на комп'ютері, відеозапис за допомогою камери, а також безпосередньо фіксація його поведінки. Після екзамену відеозапис переглядається проктором, щоб визначити ступінь довіри, який буде доданий до отриманих результатів іспиту.

Визначимо основні переваги і недоліки асинхронного виду прокторінгу.

Переваги:

- захист від шахрайських дій;
- вищий рівень масштабованості, ніж у синхронного типу прокторінгу;
- виключення необхідності прив'язки до часу проктора чи організації.

Недоліки:

- неможливість запобігання порушень;
- відсутність миттєвого зворотного зв'язку з проктором;
- вплив суб'єктивності проктора;
- порушення права на приватне життя;
- пропорційна залежність між вартістю години проктора та їх кількістю.

Цей тип прокторінгу має низку критичних недоліків, які можуть бути усунуті за використання автоматичного типу прокторінгу [9]. Також *автоматичний прокторінг* дозволить підвищити швидкість обробки результатів іспиту та скоротити витрати на online іспити. Тому, проаналізувавши зазначені типи прокторінгу, можна зробити висновок, що подальше дослідження та реалізація таких систем мають базуватись на переважному використанні автоматичного прокторінгу.

Результати дослідження

Результатом дослідження є можливість впровадження прокторінгу в технології аналізу контексту в системах оцінювання знань, що дасть можливість вирішення проблем у разі дистанційного режиму навчання [10], [11]:

- визначення особи за результатами розпізнавання обличчя, що здає іспит;
- виявлення наявності сторонніх людей у кадрі;
- одночасне відслідковування групи студентів;

- виявлення частоти відведення погляду від монітора особи, що складає іспит;
- відслідковування зміни вкладок у браузері.

Технології прокторінгу передбачають окреме модульне використання штучного інтелекту для вирішення кожної з визначених проблем, або застосування комплексної системи з одночасним використанням модулів в системі.

Доступним продуктом прокторінгу, який авторами використано у дослідженні, є ProctorEdu та приклад інтегрування цієї системи прокторінгу з платформою онлайн-навчання та тестування Stepik. Подальша розробка власної математичної моделі системи прокторінгу буде передбачати два рівні інтеграції API і UI.

Комплексний метод прокторінгу передбачає послідовність таких кроків:

1. Розпізнавання обличчя здобувача, що складає іспит.
2. Виявлення сторонніх осіб в кадрі.
3. Виявлення частоти відведення погляду здобувача від монітора.
4. Аналіз клавіатурного почерку здобувача.
5. Відслідковування зміни вкладок у браузері здобувача під час складання іспиту.

Модулі прокторінгу повинні бути запроваджені в системі управління навчанням та використовуватись викладачами. Так, в системі управління навчанням JetIQ частково запроваджено елементи прокторінгу — відслідковування зміни вкладок у браузері та шляхом рекомендацій проведення тестування в середовищі Meet з подальшою можливістю для викладача відслідковування поведінки студента, використовуючи відеоспостереження. Зміна вкладок у браузері призводить до переривання процесу тестування. Всі інші дії студента відслідковує сам викладач [12].

В системах з використанням штучного інтелекту, повинні бути запроваджені модулі відповідно до визначених кроків. В залежності від цільової функції модуля, формується рекомендація щодо зміни поведінки користувача або здійснюється переривання процесу тестування. В залежності від рівня відповідальності проведеного тестування: тренувальне тестування, тестування з окремих тем дисципліни, екзамен, державний комплексний екзамен, — в системі має бути передбачена можливість використання окремих модулів та одночасного використання всіх видів прокторінгу.

Дослідивши типи прокторінгу, виділивши їх переваги та недоліки вирішено закладати в майбутню прокторінгову систему автоматичний тип аналізу контексту.

Висновки та перспективи подальшого дослідження

Аналіз тенденцій розвитку технології прокторінгу має широкі перспективи і набуває великого практичного застосування. Інтеграція прокторінгових систем у корпоративні на навчальні електронні системи дозволяє суттєво автоматизувати навчальні процеси та вивести якість контролю їх результатів на вищий рівень, покращивши точність, надійність, швидкодію та об'єктивність системи оцінювання знань.

В планах подальших досліджень передбачена розробка математичних моделей прокторінгу і впровадження на їхній основі нових програмних і методичних рішень. Такими аспектами є розробка моделей і алгоритмів вивчення електронного клавіатурного почерку та технології аналізу контексту, а також застосування цього програмного забезпечення у системах прокторінгу електронних навчальних систем.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] G. Monbiot, "In an age of robots, schools are teaching our children to be redundant," *The Guardian*. 2017. [Online]. Available : <https://www.theguardian.com/commentisfree/2017/feb/15/robots-schools-teaching-children-redundant-testing-learn-future> (in English).
- [2] Л. Л. Філіпова, і А. А. Грушева, «Методика викладання навчальної дисципліни «Штучний інтелект,» *Професійна освіта: методологія, теорія та технології*, № 1, с. 181-191, 2015.
- [3] Ю. Красильникова, «Чего ждать от образовательных технологий в 2018 году,» *HiTech.*, 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://hightech.fm/2018/01/08/education_2018 .
- [4] A. Sharma, and B. Szostak, *Adapting to Adaptive Learning*. Chief Learning Officer, 2018. [Online]. Available: <https://www.clomedia.com/2018/01/10/adapting-adaptive-learning/> (in English).
- [5] Е. Е. Лысенко, «Информационно-коммуникационные технологии обучения как средство повышения профессионального уровня будущих педагогов,» в *Акмеология профессионального образования, материалы 14-й Международной научно-практической конференции*. Екатеринбург, 2018, с. 371-374
- [6] P. F. Kubrushko, and L. I. Nazarova, "Professional development of technical university lecturers in field of innovation teaching," in *2013 International Conference on Interactive Collaborative Learning*, ICL 2013, pp. 467-469.
- [7] П. Ф. Кубрушко, Л. И. Назарова, и А. С. Симан, «Подготовка преподавателей к инновационной педагогической деятельности в условиях цифровизации аграрного образования,» *Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В. П. Горячкина,»* № 5 (93), с. 40-45, 2019.

[8] Т. П. Коваленко, «Исследование личностной зрелости студентов в контексте компетентностного подхода,» *Международный научный журнал*, № 4, с. 82-88, 2019.

[9] *ProctorEdu* [Electronic resource]. Available: <https://proctoredu.ru/> .

[10] И. А. Ким, «Внеаудиторное жульничество: возможности выявления и минимизации,» *Высшее образование сегодня*, № 8, с. 49-53, 2018.

[11] Н. Н. Скрыпникова, «Будущее образования: тотальный дистант или тотальный отказ от него?» *Профессиональное образование и рынок труда*, № 2 (41), с. 58-59, 2020.

[12] Y. Palamarchuk, and O. Kovalenko, "Optimization of electronic test parameters in learning management systems," *CEUR Workshop Proceedings*, 2nd International Workshop on Information-Communication Technologies and Embedded Systems, ICTES 2020, Virtual, Mykolaiv, 12 November 2020, vol. 2762, pp. 98-109, 2020.

Рекомендована кафедрою автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 15.10.2021

Денесья Олександр Іванович — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, e-mail: alexdenesiak96@gmail.com ;

Паламарчук Євген Анатолійович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, e-mail: p@vntu.edu.ua .

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

O. I. Denesiak¹
Ye. A. Palamarchuk¹

Comprehensive Proctoring System in Information Technologies of Context Analysis in Knowledge Evaluation Systems

¹Vinnitsia National Technical University

The article shows the need to control the learning process, namely the knowledge gained in the learning process, highlights the differences in the assessment of classroom and distance learning. Consider artificial intelligence technologies that can enhance the knowledge assessment process. The general concept of proctoring as an element of artificial intelligence is described and the existing platforms and projects that use proctoring technology in training are considered and the role of proctoring systems in these systems is analyzed.

The basic principles of construction of proctoring systems, their functions and features are considered. The types (synchronous, asynchronous, automatic) of proctoring systems are considered and the advantages and disadvantages of each of them are analyzed. A key set of elements of the proctoring system structure is highlighted, which must be taken into account when developing your own mathematical model or using existing system models.

The existing example of integration of the proctoring system on the example of the system of assessment and control of knowledge Stepik and the proctoring system ProctorEdu is analyzed. Consider integration options such as connecting the e-learning system to the knowledge assessment system and adding proctoring functions to the e-learning system, highlighting their advantages and disadvantages under certain conditions of integration.

The results of the research are given, namely the possibility of integrating the functionality of proctoring into information technologies of context analysis in knowledge assessment systems and the list of problems that in turn can be solved due to this integration. Also the basic modules which need to be considered for correct work of system are allocated.

The advantages and disadvantages of different types of proctoring are analyzed and the option for realization of mathematical model of proctoring is chosen, which will be one of the key components of information technologies of context analysis in knowledge assessment systems.

There has been presented the relevance of the development trend of proctoring systems and the tasks that can be solved when using them, the most important of which is the automation of educational processes and bringing the quality of control of their results to a higher level.

Keywords: artificial intelligence technologies, knowledge assessment systems, proctoring, distance learning, e-learning systems (LMS).

Denesiak Oleksandr I. — Post-Graduate Student of the Chair of Automation and Intelligent Information Technology, e-mail : alexdenesiak96@gmail.com ;

Palamarchuk Yevhen A. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Automation and Intelligent Information Technology, e-mail: p@vntu.edu.ua

А. И. Денесяк¹
Е. А. Паламарчук¹

Комплексная система прокторинга в информационных технологиях анализа контекста в системе оценивания знаний

¹Вінницький національний технічний університет

Показана необходимость контроля учебного процесса, а именно полученных знаний в процессе обучения, выделены различия оценивания при аудиторном и дистанционном режиме обучения. Рассмотрены технологии искусственного интеллекта, которые могут улучшить процесс оценивания знаний. Описаны общие понятия прокторинга, как элемента искусственного интеллекта, и рассмотрены действующие платформы и проекты, использующие технологию прокторинга в обучении, проанализирована роль прокторинговых систем в этих системах.

Рассмотрены основные принципы построения систем прокторинга, их функции и особенности. Рассмотрены типы (синхронный, асинхронный, автоматический) прокторинговых систем и проанализированы преимущества и недостатки каждого из них. Выделен ключевой набор элементов структуры прокторинговой системы, который необходимо учесть при разработке собственной математической модели или использовании существующих моделей системы.

Проанализирована возможность интеграции прокторинговой системы на примерах систем оценки и контроля знаний Stepik и прокторинговой системы ProctorEdu. Рассмотрены варианты интеграции, такие как подключение системы электронного обучения в систему оценивания знаний и добавления функций прокторинга к системе электронного обучения, выделены их преимущества и недостатки при определенных условиях интеграции.

Приведены результаты исследования, а именно возможность интегрирования функциональности прокторинга в информационные технологии анализа контекста в системах оценивания знаний. Приведен список проблем, которые в свою очередь могут быть решены благодаря этой интеграции. Также выделены основные модули которые необходимо учесть для корректной работы системы.

Проанализированы преимущества и недостатки различных типов прокторинга и выбран вариант для реализации математической модели прокторинга, который будет одним из ключевых компонентов информационных технологий анализа контекста в системах оценивания знаний.

Показана актуальность тенденции развития прокторинговых систем, и задачи, которые могут быть решены при их использовании, главной из которых является автоматизация учебных процессов и поднятия качества контроля их результатов на более высокий уровень.

Ключевые слова: технологии искусственного интеллекта, системы оценки знаний, прокторинг, дистанционное обучение, системы электронного обучения (LMS).

Денесяк Александр Иванович — аспирант кафедры автоматизации и интеллектуальных информационных технологий, e-mail: alexdenesiak96@gmail.com ;

Паламарчук Евгений Анатольевич — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автоматизации и интеллектуальных информационных технологий, e-mail: p@vntu.edu.ua