

УДК 004.051

## Інтеграція адаптивного мобільного навчального середовища в освітній процес та оцінка її ефективності

М.А. Костюк

**Костюк  
Михайло  
Анатолійович**

*аспірант кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки  
Київський національний торговельно-економічний університет  
Kyoto, 19, Київ-156, Україна, 02156  
e-mail: [hell.gunshe@gmail.com](mailto:hell.gunshe@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-0159-8289>*

У статті розглянуто питання особливостей використання комп'ютерних технологій в навчальному процесі закладів вищої освіти, зокрема в системі мобільного навчання, відмінністю якого є здійснення навчального процесу на основі використання мобільних телефонів. Зміст статті є продовженням попередньої роботи автора, присвяченій проектуванню високотехнологічного адаптивного мобільного навчального середовища; розробки загальної функціональної структури адаптивного мобільного навчального середовища, визначення особливостей її застосування. В роботі представлено результати впровадження адаптивного мобільного навчального середовища у навчальний процес, продемонстровано дослідження щодо ефективності використання системи мобільного навчання на основі опитування студентів. За результатами опитування підтверджено доцільність використання мобільного навчального середовища під час вивчення студентами дисципліни «Експертні системи» освітньої програми бакалавр спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» та позитивне відношення до автоматизованої системи аналізу практичних завдань. На основі отриманих результатів запропонована система адаптивного мобільного навчального середовища для інтеграції у навчальний процес. Наведено користувацький інтерфейс мобільного додатку зі сторони викладача та студента. За рахунок постійного доступу до матеріалів навчальної дисципліни, можливості покращити оцінку через виконання додаткових завдань, а також за необхідністю, швидкою комунікацією із викладачем, система допомагає краще засвоювати матеріали, що в свою чергу позитивно відображається на фінальних оцінках студентів. Для проведення дослідження за допомогою якісних методів, використано методологічне опитування на платформі UXReality. За результатами якісних методів досліджень виявлено мотиваційні аспекти поведінки респондентів та персональні очікування від користування системою адаптивного мобільного навчального середовища. Для тестування зручності роботи з мобільним додатком, під час дослідження використано так званий нейротест із застосуванням технології айтрекінгу.

**Ключові слова:** комп'ютерні технології, дистанційне навчання, мобільний додаток, аналіз графічного інтерфейсу екрану, автоматизована система аналізу, система комунікації, технології айтрекінгу.

## Integration of adaptive mobile educational environment into the educational process and evaluation of its effectiveness

**Kostiuk Mykhailo**

*graduate student of the Department of Software Engineering and Cybersecurity  
Kyiv National University of Trade and Economics  
Kyoto, 19, Kiev-156, Ukraine, 02156  
e-mail: [hell.gunshe@gmail.com](mailto:hell.gunshe@gmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-0159-8289>*

The article considers the peculiarities of the use of computer technologies in the educational process of higher education institutions, the system of mobile learning in particular, the main idea of which is the implementation of the educational process based on the use of mobile phones. The article is a continuation of the previous work dedicated to the design of high-tech adaptive mobile educational environment, the development of the general functional structure of the adaptive mobile educational environment, and the definition of features of its application. The paper presents the results of the introduction of an adaptive mobile educational environment in the learning process, and demonstrates research on the effectiveness of the mobile educational system based on student surveys. According to the results of the survey, the expediency of using a mobile educational environment for students in the bachelor's degree program 122 "Computer Science" of the "Expert Systems" discipline and a positive attitude to the automated system of analysis of practical tasks have been ascertained. On the base of the results obtained, the system of adaptive mobile educational environment is proposed for integration into the learning process. The user interface for both the teacher and student is presented. It is proved that the dynamics of improving the learning process is positive, because the system of adaptive educational environment affects all stages of the initial process. Due to constant access to the learning materials, the ability to improve assessment through additional tasks, as well as, the teacher's quick response, the system helps to master the material better, which in turn has a positive effect on students' final grades. In addition to the main functionality the communication between students of the group and the student-teacher

communication are available, as well as displaying the system notifications. To conduct research with qualitative methods, a methodological survey on the UXReality platform has been used. According to the results of qualitative research methods, the motivational aspects of respondents' behavior and personal expectations for the system of adaptive mobile educational environment have been revealed. To test the usability of the mobile application, the so-called neurotest with the use of eye tracking technology has been used. The correctness of the chosen direction of the research has been proved. That confirms the practicality of the implementation of the system of adaptive mobile educational environment in the learning process.

**Keywords:** *computer technologies, distance learning, mobile application, graphical screen interface analysis, automated analysis systems, communication systems, eye-tracking technologies.*

## **Интеграция адаптивной мобильной учебной среды в образовательный процесс и оценка ее эффективности**

**Костюк**

**Михаил**

**Анатольевич**

*аспирант кафедры инженерии программного обеспечения и кибербезопасности*

*Киевский национальный торгово-экономический университет*

*Киото, 19, Киев-156, Украина, 02156*

*e-mail: [hell.gunshe@gmail.com](mailto:hell.gunshe@gmail.com)*

*<https://orcid.org/0000-0003-0159-8289>*

В статье рассмотрены вопросы особенностей использования компьютерных технологий в учебном процессе высших учебных заведений, в частности в системе мобильного обучения, отличительной чертой которого является осуществление учебного процесса на основе использования мобильных телефонов. Содержание статьи является продолжением предыдущей работы автора, посвященной проектированию высокотехнологичной адаптивной мобильной учебной среды; разработке общей функциональной структуры адаптивной мобильной учебной среды, определению особенностей ее применения. В работе представлены результаты внедрения адаптивной мобильной учебной среды в образовательный процесс, продемонстрировано исследования по эффективности использования системы мобильного обучения на основе опроса студентов. По результатам опроса подтверждена целесообразность использования мобильной учебной среды при изучении студентами дисциплины «Экспертные системы» образовательной программы бакалавр специальности 122 «Компьютерные науки» и положительное отношение к автоматизированной системе анализа практических задач. На основе полученных результатов предложена система адаптивного мобильного учебной среды для интеграции в образовательный процесс. Приведены интерфейс мобильного приложения со стороны преподавателя и студента. За счет постоянного доступа к материалам учебной дисциплины, возможности улучшить оценку через выполнение дополнительных задач, а также при необходимости быстрой коммуникацией с преподавателем, система помогает лучше усваивать материалы, в свою очередь положительно отражается на финальных оценках студентов. Для проведения исследования с помощью качественных методов, использовано методологический опрос на платформе UXReality. По результатам качественных исследований выявлено мотивационные аспекты поведения респондентов и персональные ожидания от пользования системой адаптивной мобильной учебной среды. Для тестирования удобства работы с мобильным приложением, в ходе исследования использованы так называемый нейротест с применением технологии айтрекингу.

**Ключевые слова:** *компьютерные технологии, дистанционное обучение, мобильное приложение, анализ графического интерфейса экрана, автоматизированная система анализа, система коммуникации, технологии айтрекингу.*

### **Вступ**

Одним із важливих першочергових напрямків розвитку інформатизації вищої освіти України є використання нових сучасних комп'ютерних технологій. При цьому інформатизація освіти спрямовується на формування та розвиток інтелектуального потенціалу держави, удосконалення форм і змісту навчального процесу, впровадження комп'ютерних методів навчання та тестування, що надає можливість вирішувати проблеми вищої освіти з урахуванням світових вимог та викликів.

Сьогодні застосування комп'ютерних технологій потребує перегляду форм і методів навчальної діяльності. Актуальність питання визначається важливістю підготовки викладача до використання комп'ютерно-орієнтованих методичних систем навчання у професійній діяльності; потребою широкого впровадження засобів інформаційних технологій у навчально-виховний процес; впливом комп'ютерних засобів на результати навчальної діяльності; залежністю відповідно сформованого мобільного навчального середовища з результатами навчання студентів; визначенням місця і ролі комп'ютерних технологій у структурі особистісно-орієнтованого навчального середовища [1].

На сьогоднішній день значно зросла кількість досліджень, предметом яких стало використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі. Цій темі в

Україні присвячені дослідження таких науковців, як В.Ю. Биков, Я.В. Бондаренко, В.Ф. Заболотний, Г.О. Козлакова, О.А. Міщенко, О.П. Пінчук, О.В. Шестопап та інші [2-8].

Швидкі темпи зростання комп'ютерних та інформаційно-комунікаційних технологій призвели до появи інтенсивного розвитку та використання портативних мультимедійних технологій. Портативні електронні мультимедійні технології створюють колосальні можливості для адаптації навчального середовища до потреб і вимог сучасного суспільства. Внаслідок стрімкого розвитку індустрії мобільної телефонії та її інтенсивного проникнення в навчально-педагогічну діяльність виникло та здобуло поширення мобільне навчання, відмінністю якого є здійснення навчального процесу на основі використання мобільних телефонів [9].

Саме тому на сьогодні в науковій та практичній сфері стає актуальною проблематика аналізу використання мультимедійних компонентів в сучасних технологіях мобільного навчання. Серед дидактичних засобів ЗВО, що використовуються в процесі навчання, питому вагу займає контроль. Значення контролю зростає у зв'язку зі скороченням частки аудиторних занять паралельно зі збільшенням самостійної роботи студентів. Перевірка і оцінка знань, умінь і навичок студентів є важливим компонентом процесу навчання і здійснюється протягом всього навчального року. На сучасному етапі розвитку освітніх технологій на зміну традиційним формам контролю знань приходять нові, збудовані на застосуванні комп'ютерних технологій.

Зміст статті є продовженням попередньої роботи автора [10], присвяченій проектуванню високотехнологічного адаптивного мобільного навчального середовища; розробки загальної функціональної структури адаптивного мобільного навчального середовища, визначення особливостей її застосування.

Метою цієї роботи є дослідження результатів впровадження адаптивного мобільного навчального середовища у навчальний процес та оцінка його ефективності.

### Впровадження адаптивного мобільного навчального середовища у навчальний процес

Впровадження новітніх технологій та рішень у навчальний процес в першу чергу потребує певних досліджень, результати яких зможуть чітко відобразити поточну ситуацію з навчанням тих чи інших дисциплін.

Дослідження щодо ефективності використання системи мобільного навчання у Київському національному торговельно-економічному університеті проводилися на основі опитування студентів. Для цього використовували платформу для опитувань CoolTool, за допомогою якої розроблено анкету для студентів освітньої програми бакалавр спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», які вивчали дисципліну «Експертні системи».

На основі зібраних даних, можна зробити висновок, що дисципліна «Експертні системи» є досить складною в розумінні студентів, оскільки велика кількість студентів відповіли, що мали багато питань до лекційних матеріалів (40%), а також до завдань практичних робіт (57%). Про це свідчать графіки відповідей студентів, що побудовані на основі питань q3 та q5 (рис 1 та рис.2).

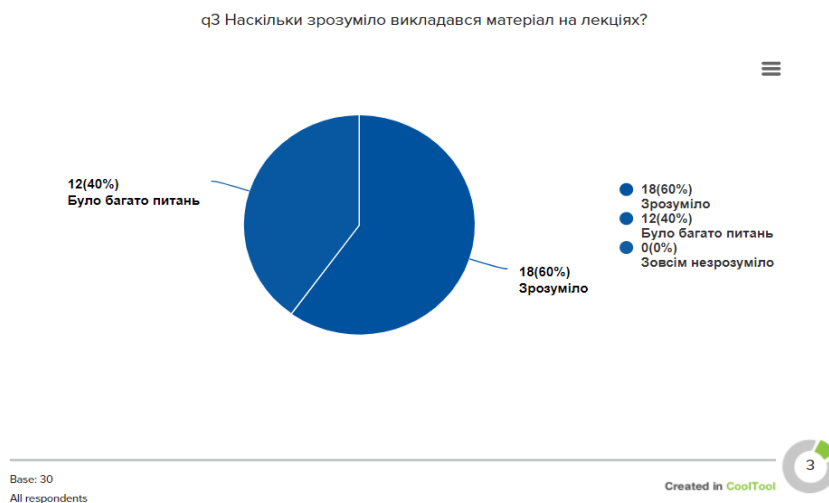


Рис. 1. Графік засвоєння лекційних матеріалів студентами за даними опитування

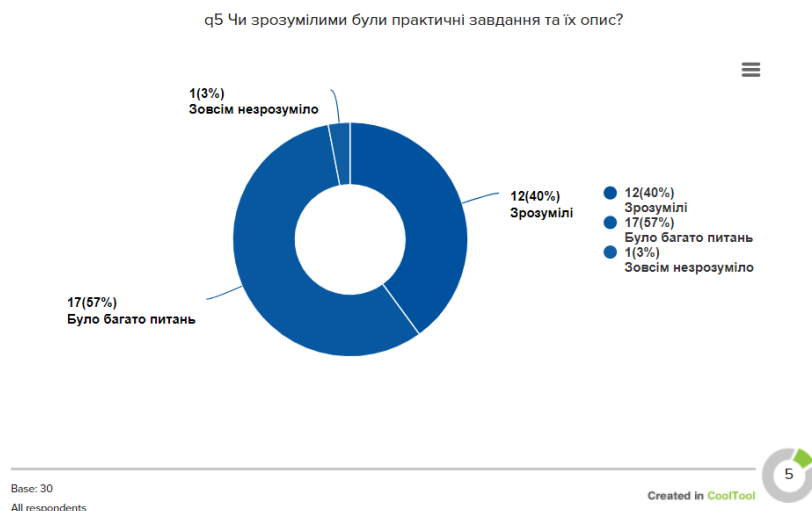


Рис. 2. Графік розуміння практичних завдань студентами за даними опитування

Як наслідок складності дисципліни слід зазначити, що більшість студентів відповіли про недостачу часу для взаємодії із викладачем для виконання (63%) та здачі (60%) практичних завдань. Про це свідчать графіки відповідей студентів, що побудовані на основі питань q6 та q7 (рис. 3 та рис. 4).

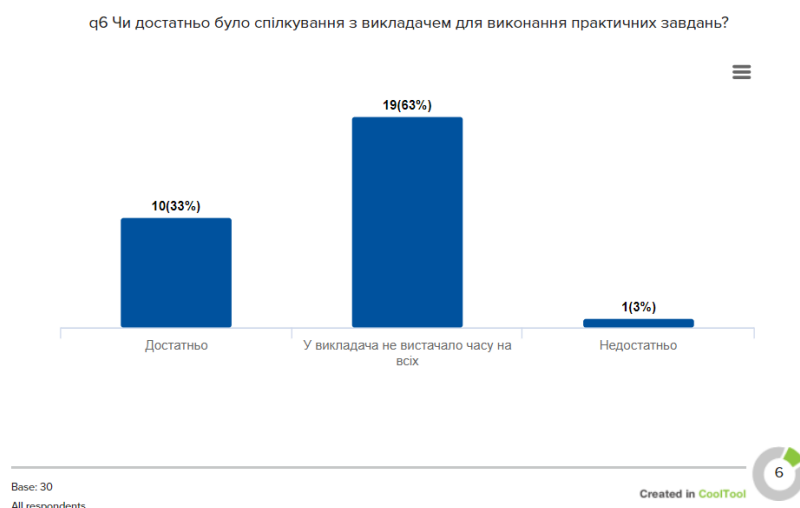


Рис. 3. Графік необхідності спілкування з викладачем

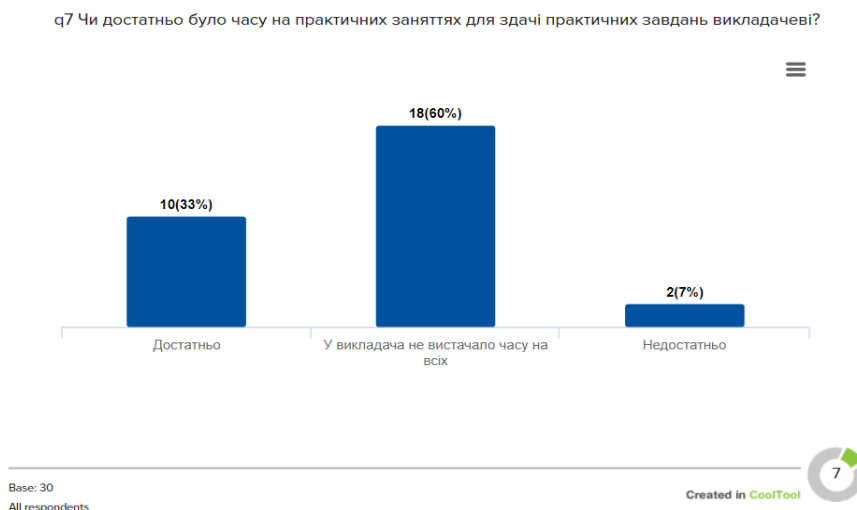


Рис. 4. Графік взаємодії з викладачем на практичних заняттях

Під час опитування студентам задано питання (q10) щодо системи оцінювання, а також можливостей покращення оцінки. Із запропонованих варіантів найбільшу кількість отримав варіант (100%) – виконання додаткових завдань за додаткові бали. Слід відзначити, що цей варіант був обраний кожним опитаним студентом. Ці дані дають змогу зрозуміти, що для кращого засвоєння матеріалу, студентам необхідно більше практичних та додаткових завдань.

На питання q12, щодо додаткового використання мобільного додатку при вивченні дисципліни всі студенти відповіли позитивно. Лише 10% опитуваних хочуть здавати практичні завдання виключно викладачу, проте 30% відзначили, що хотіли б перевіряти практичні завдання через автоматизовану систему. Інші обрали варіант «не має значення». При цьому вагома кількість студентів (30%) виявила бажання спробувати автоматизовану систему для перевірки практичних завдань (рис.5).

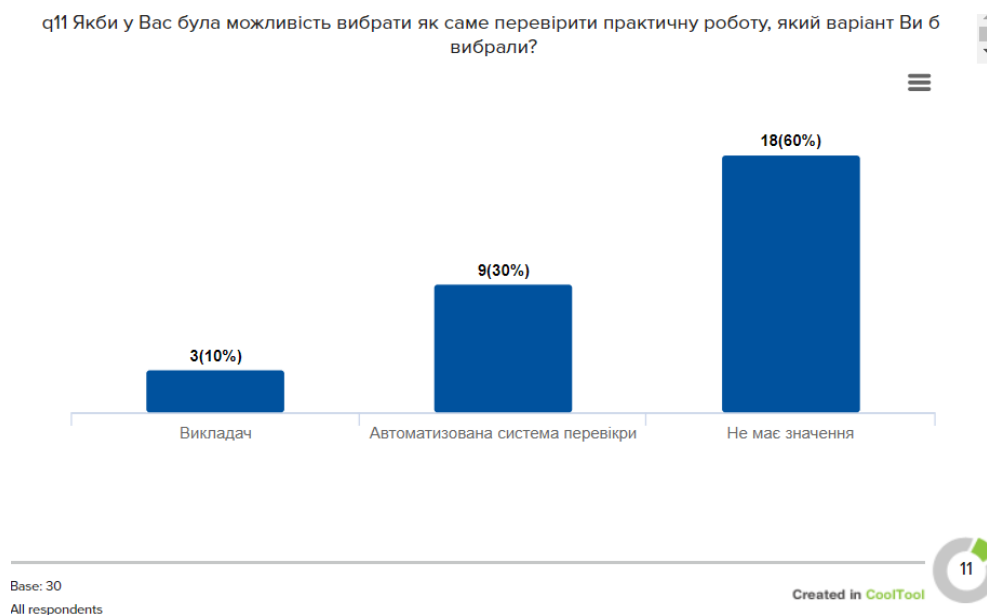


Рис. 5. Графік побажань студентів щодо способів перевірки практичних робіт

За результатами опитування можна зробити висновок, що студенти не проти використання мобільного навчального середовища під час вивчення дисципліни, а також позитивно налаштовані на тестування автоматизованої системи аналізу практичних завдань.

На основі отриманих результатів запропонована система адаптивного мобільного навчального середовища для інтеграції у навчальний процес.

Інтеграція мобільного навчального середовища у навчальний процес відбувалася у Київському національному торговельно-економічному університеті для груп ФІТ-3.8 та ФІТ-3.9 під керівництвом завідувача кафедри інженерії програмного забезпечення та кібербезпеки, доктора технічних наук, професора Криворучко Олени Володимирівни при вивченні дисципліни «Експертні системи».

Для цього, в базу даних системи адаптивного мобільного навчального середовища зареєстровано всіх студентів обраних груп і викладача, а також занесені всі лекційні матеріали та завдання з описом для практичних робіт. На додаток до кожної практичної роботи створено набір додаткових практичних завдань з описом для підвищення оцінки. Матеріали лекційних та практичних занять заповнювалися відповідно до програми та робочої програми з дисципліни «Експертні системи».

Додатково, для повноцінної роботи мобільного додатку, заповнено системний календар, в який внесено всі лекції та практичні заняття студентів обраної групи та викладача згідно їх розкладу. Таким чином, користувацький інтерфейс мобільного додатку зі сторони викладача та студента став повноцінним та функціональним.

Головні екрани мобільного додатку для викладача та студента проілюстровано на рис.6. Відповідно для кожної ролі користувачів (студента та викладача) календар відображається по різному, згідно зареєстрованих подій.

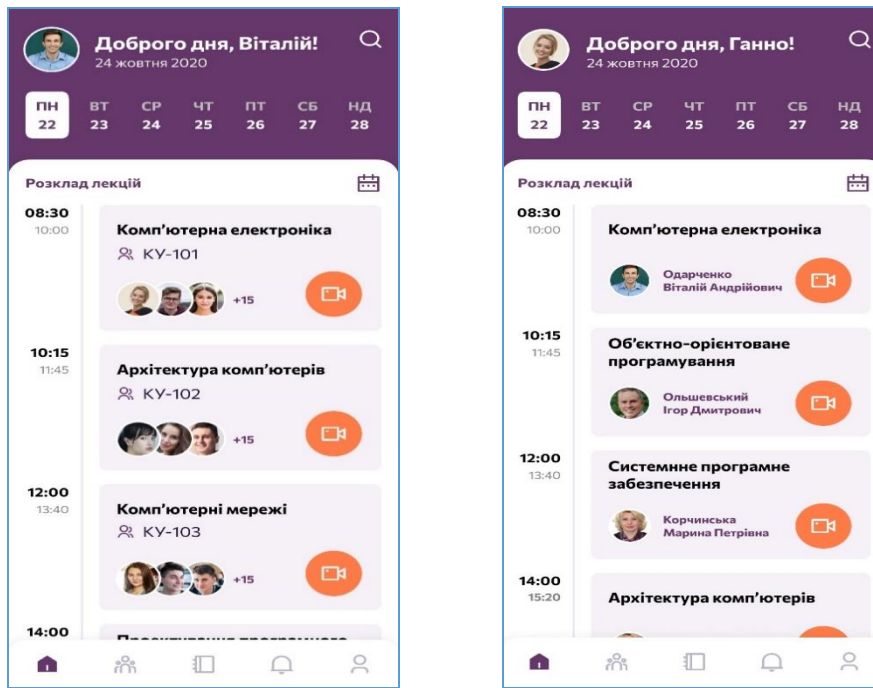


Рис. 6. Головні екрани викладача та студента

З головного екрану викладач та студент мають змогу доєднатися до заняття онлайн (звісно, якщо є така можливість) натиснувши на календарі вибрану подію. Так як в Київському національному торговельно-економічному університеті є повний доступ до системи Office-365 для внутрішнього користування, вся онлайн взаємодія організована за допомогою Microsoft Teams.

Інформація по дисципліні для викладача та студента відображається однаково у вигляді списку тем, при переході на вибрану тему відображається текстова та медійна інформація у вигляді опису теми, а також прикріплені до неї файли з додатковою інформацією, що можна завантажити безпосередньо на мобільний пристрій. Крім того, кожна тема включає в себе певну кількість практичних завдань.

Описані екрани мобільного додатку проілюстровано на рис 7.

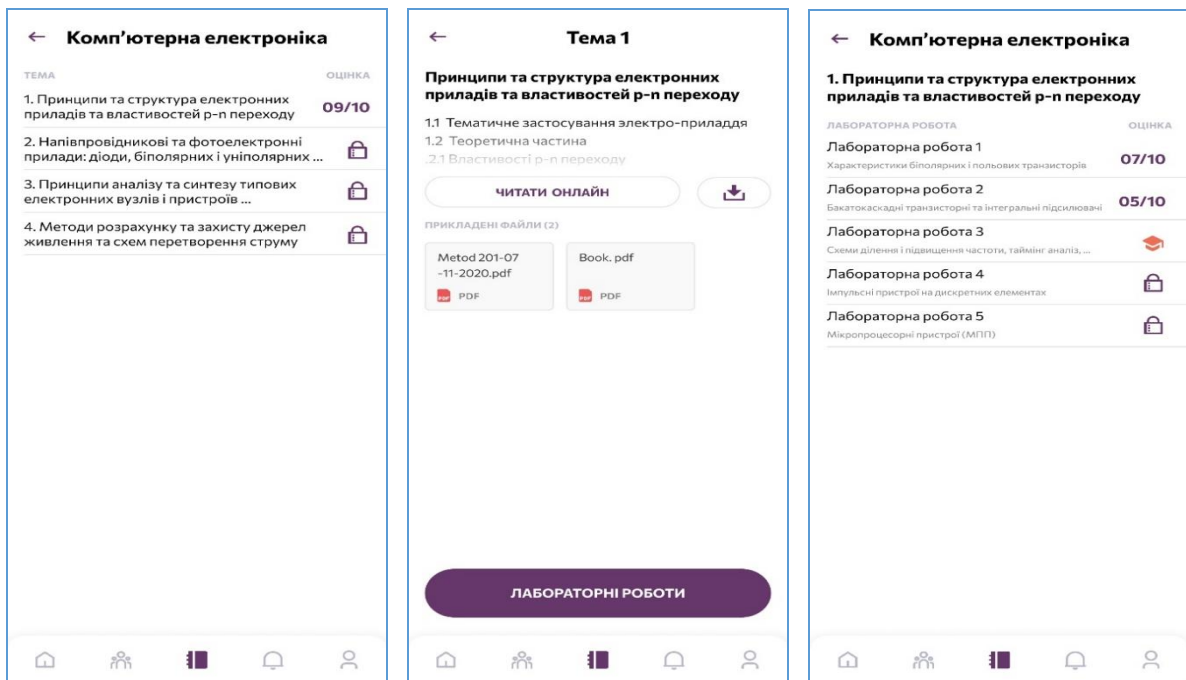


Рис. 7. Екрани тем навчальної дисципліни

Кожна онлайн лекція автоматично записується системою та зберігається. За необхідністю, записи лекцій можна додати до додаткових матеріалів навчальних тем, проте ця функція доступна лише для викладача за допомогою CMS системи.

Практичні роботи по кожній темі відкриваються одна за одною, оскільки вивчений практичний матеріал залежить від попереднього, тому, аби вивчення матеріалу було поступовим на повноцінним, доступ до наступного завдання відкривається лише після позитивного оцінювання попереднього.

В свою чергу кожна практична робота містить в собі додаткові завдання для підвищення оцінки, якщо робота з першого разу не була прийнята успішно.

Екран з описом практичної роботи, по аналогії з екраном складається з текстового опису, який можна завантажити на мобільний пристрій, додатково прикладених файлів, та шаблону, за допомогою якого можна в подальшому виконати практичну роботу і завантажити її в систему для автоматичного аналізу.

Слід зазначити, що студенти так само мали можливість здавати практичні роботи напряму викладачеві, тому у викладача була можливість виставляти оцінки в системі за допомогою інтерфейсу в CMS. Таким чином в системі вручну відзначається виконані роботи, і студентам надається доступ до наступних практичних робіт.

Більш детально графічний інтерфейс екрану практичної роботи у різних статусах проілюстровано на рис. 8.

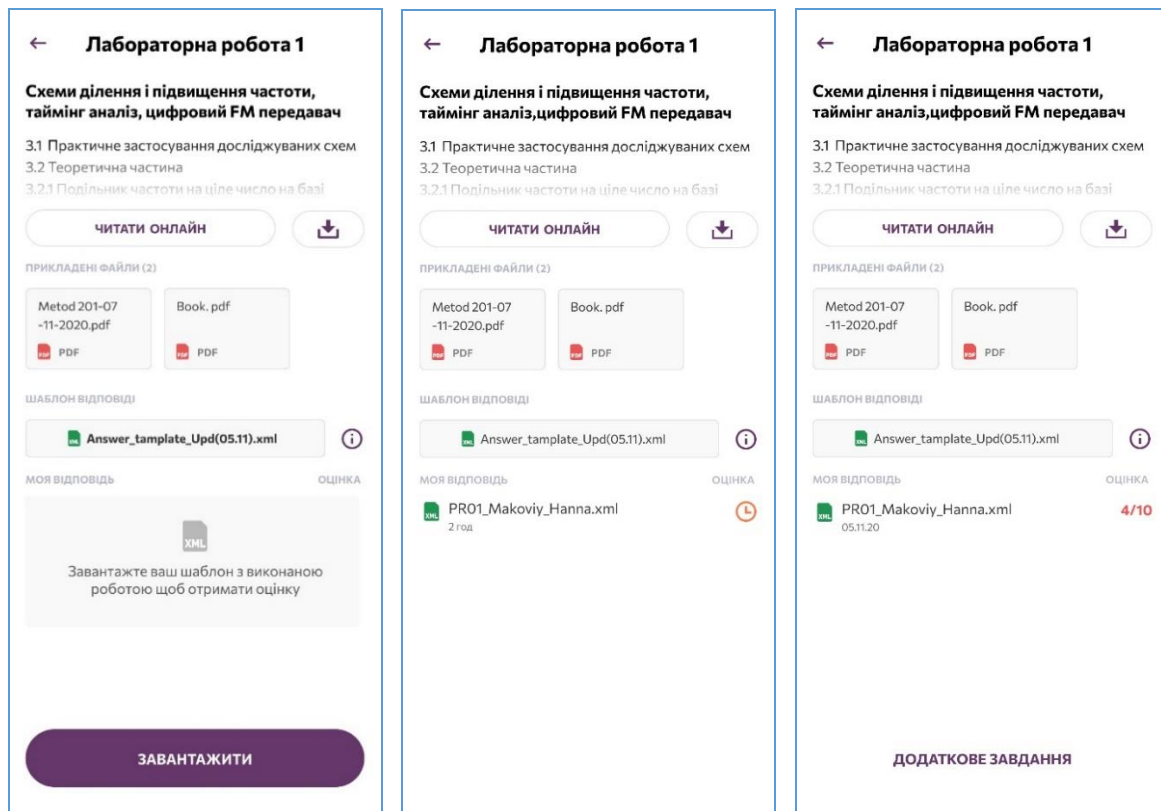


Рис. 8 Екран опису лабораторної та практичної роботи у різних статусах

Після завантаження заповненого шаблону з виконаними завданнями, аналіз відбувається не миттєво, оскільки процес обробки інформації складається з багатьох кроків та побудований асинхронно. Результат перевірки приходить по закінченню опрацювання за допомогою Push-повідомлення, при цьому, якщо екран з практичною роботою був відкритий, дані на ньому оновляються, та відобразиться оцінка. Якщо оцінка досить низька, відображається додаткова кнопка, що веде до екрану з описом додаткового практичного завдання, виконавши яке можливо підняти оцінку за практичну роботу.

Додаткові завдання розраховані таким чином, щоб сумарна оцінка за них не перевищувала максимально допустиму оцінку за практичну роботу.

Більш детально графічний інтерфейс екрану додаткової практичної роботи у різних статусах проілюстровано на рис.9.

Окрім основного функціоналу, що направлений на вивчення дисципліни в мобільному додатку також передбачено можливість для комунікації між студентами групи, для комунікації студентів з викладачем, а також екран для відображення системних сповіщень.

Графічний інтерфейс екранів комунікації показано на рис. 10.

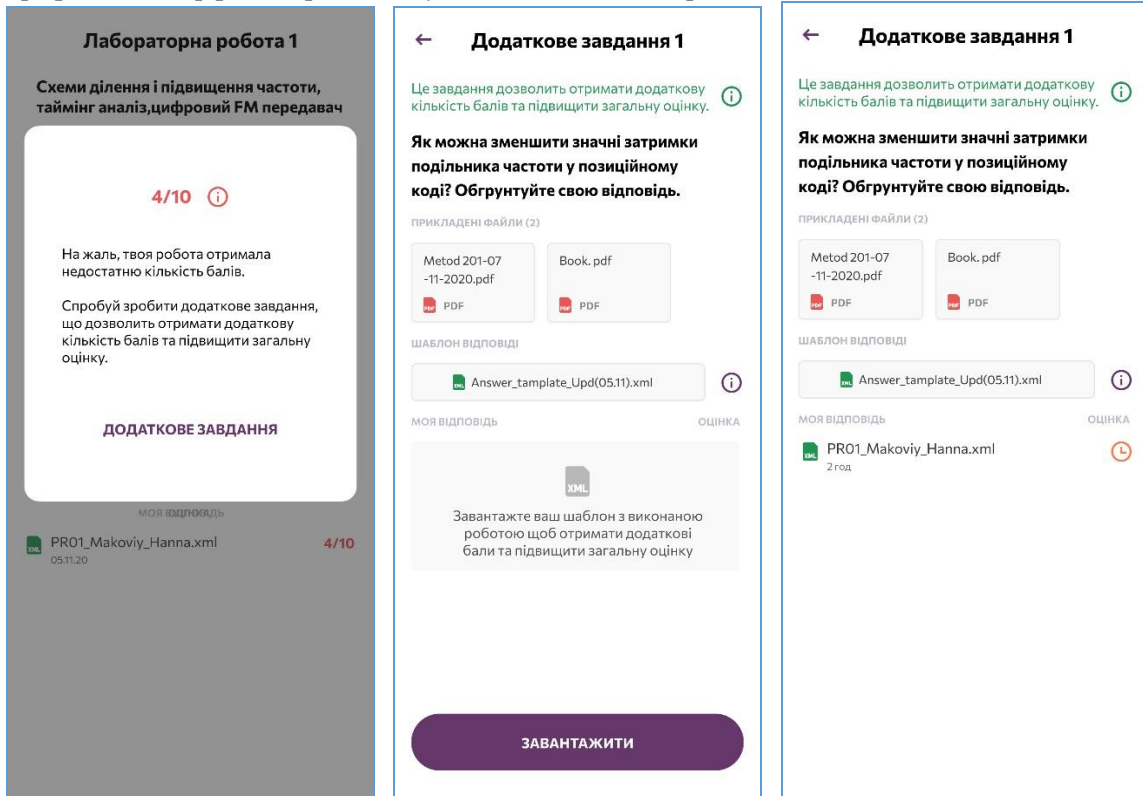


Рис. 9. Екран опису додаткової практичної роботи у різних статусах

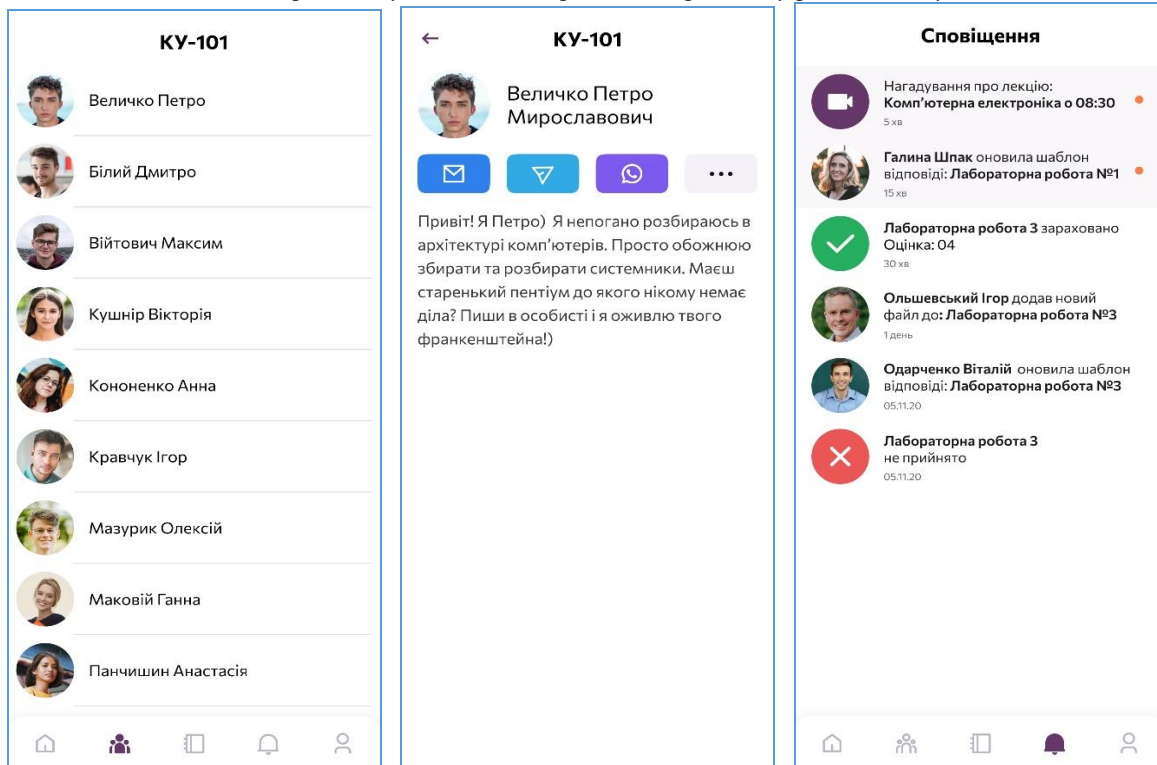


Рис. 10. Екрани комунікації в мобільному додатку



Таким чином, система адаптивного мобільного навчання надала можливість студентам в повному обсязі навчатися дисципліні з використанням автоматизованого системного аналізу, а також надала додатковий спосіб комунікації з викладачем у зручний спосіб за допомогою мобільного додатку.

### Кількісні методи оцінки ефективності системи

Для оцінки ефективності системи мобільного навчального середовища проводили опитування студентів та викладача, які під час навчального процесу, вивчення (викладання) дисципліни «Експертні системи», використовували мобільний додаток. Дослідження проводилися з використанням засобів опитувальних платформ CoolTool та UXReality.

Слід зазначити, що дослідження, яке проводилося перед інтеграцією мобільного навчального середовища у навчальний процес, та дослідження, що проводилися після використання мобільного додатку під час навчання, відбувалися на різних групах студентів. Такий підхід обумовлений тим, що студенти не вивчають одну і ту саму дисципліну декілька разів.

Результати опитування проаналізовані вбудованими засобами платформи для опитувань CoolTool. На основі зібраних даних можна зробити висновок, що система мобільного адаптивного навчання з легкістю інтегрувалася у навчальний процес та стала зручним інструментом для викладача та студентів.

Порівнюючи результати опитування, зібрані перед інтеграцією мобільного навчального середовища в навчальний процес (рис. 1 та рис. 2), з тими, що отримані від студентів, які використовували мобільний додаток під час навчального процесу, повністю підтверджується складність дисципліни, оскільки студенти так само визначили, що до лекційного (70%) та практичного матеріалів (43%) виникало досить багато питань. Про це свідчать графіки відповідей студентів, що побудовані на основі питань q1.1 та q5 (рис 11 та рис. 12).

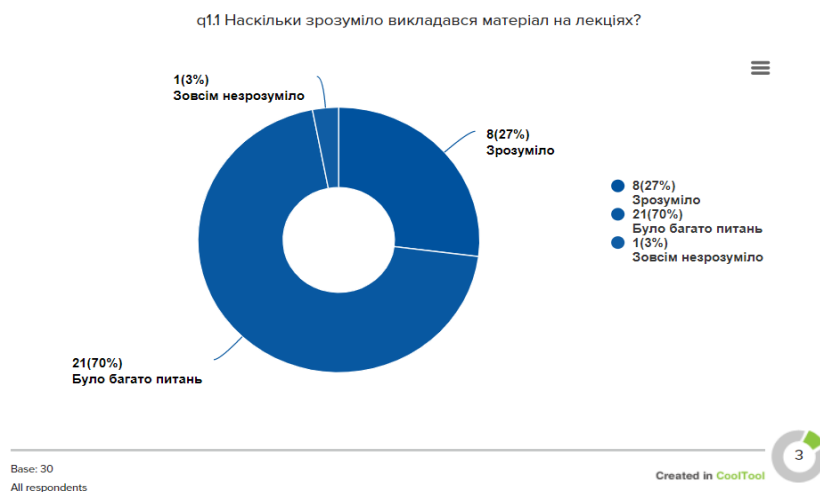


Рис. 11. Графік засвоєння лекційних матеріалів студентами з використанням мобільного додатку

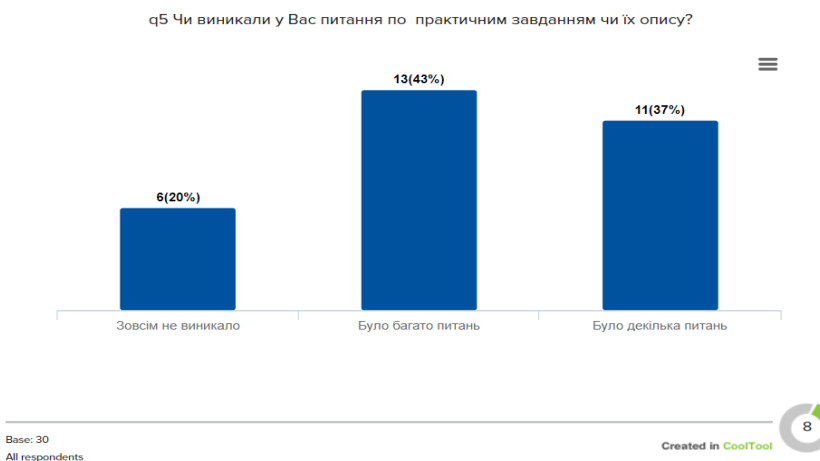


Рис. 12. Графік розуміння практичних завдань студентами з використанням мобільного додатку

У зв'язку з пандемією COVID-19, більша частина занять відбувалася дистанційно за допомогою онлайн засобів комунікації. Це дало змогу використовувати функціонал запису лекцій, а викладач в свою чергу публікував записані лекції як додаткові матеріали до тем у мобільному додатку. Таким чином у студенти мали можливість переглядати лекції за допомогою записів, що додатково за необхідністю допомагало в розумінні викладених матеріалів. Про це свідчать графіки відповідей студентів, що побудовані на основі питань q1.1.1 та q1.2 (рис 13 та рис. 14).

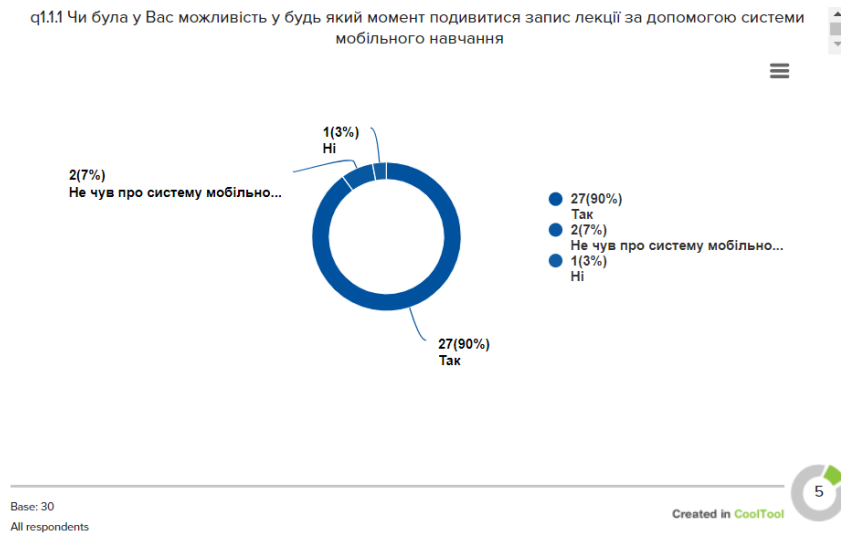


Рис. 13. Графік доступності записів лекційних занять з використанням мобільного додатку

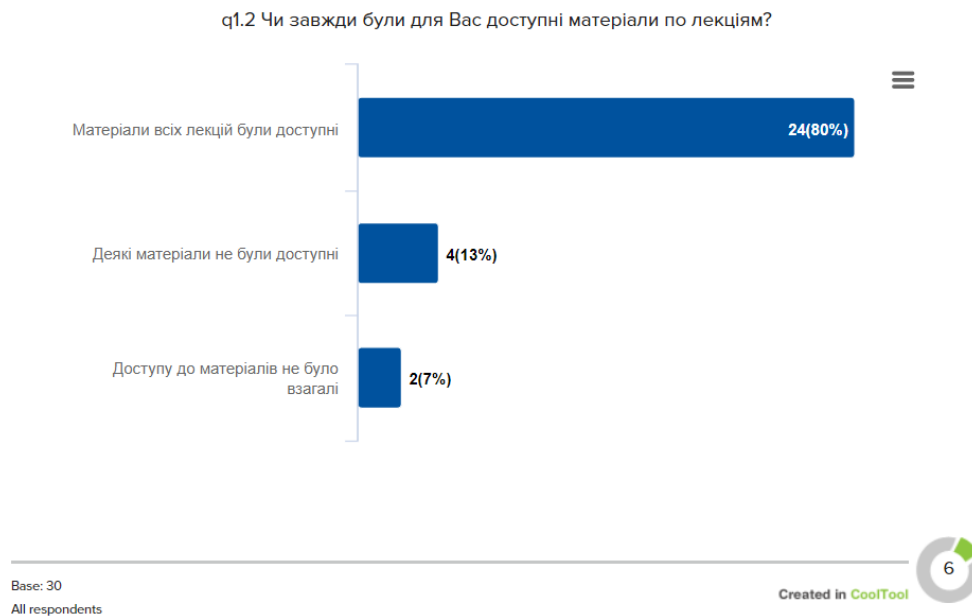


Рис. 14. Графік доступності лекційних матеріалів через мобільний додаток

Оскільки система поки що не має власного вбудованого засобу комунікації, вся взаємодія відбувалася за рахунок інтеграції адаптивного мобільного навчального середовища з існуючими системами, такими як Microsoft Teams, Viber, тощо. Так як у Київському національному торговельно-економічному університеті є доступ до системи Office 365, це в свою чергу підштовхнуло до більш тісної взаємодії системи адаптивного мобільного навчального середовища з Microsoft Teams.

За допомогою опитування, студентам задано питання (q7) щодо зручності такої комунікації з викладачем. Як і очікувалося, такий підхід створив деякі розбіжності у відповідях студентів щодо зручності використання такого способу комунікації. Тому можна зробити припущення, що розробка вбудованої системи комунікації зможе вирішити питання зручності. Більш детально результати опитування щодо комунікації зображено на графіку (рис. 15).

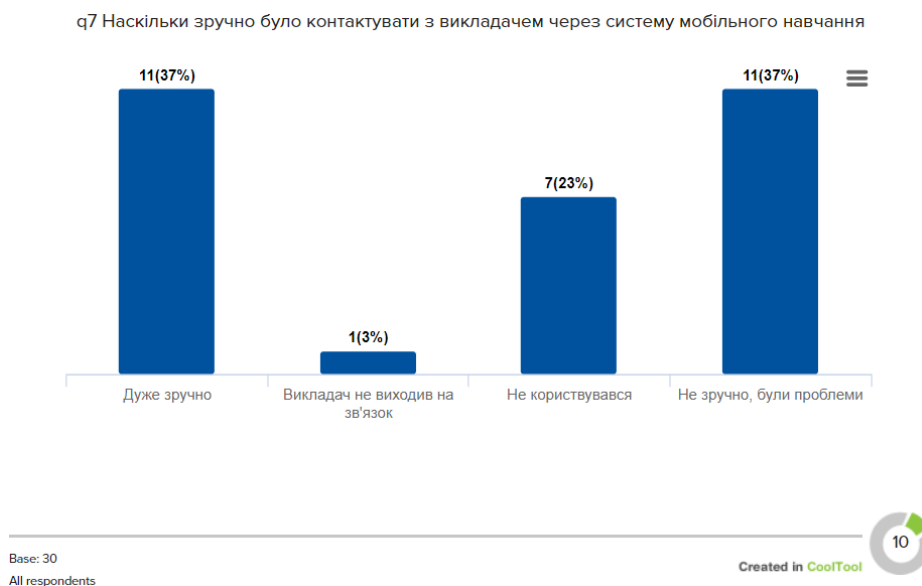


Рис. 15. Графік зручності комунікації через систему адаптивного мобільного навчального середовища

Незважаючи на проблеми з комунікацією, система адаптивного мобільного навчання в першу чергу направлена на покращення засвоєння матеріалів дисципліни, а тому основним напрямком опитування став автоматизований аналіз, та зручність його використання у навчальному процесі.

За даними опитування, 90% студентів використовували у своєму навчанні автоматизований спосіб перевірки виконаних практичних завдань за допомогою системи адаптивного мобільного навчального середовища (рис. 16).

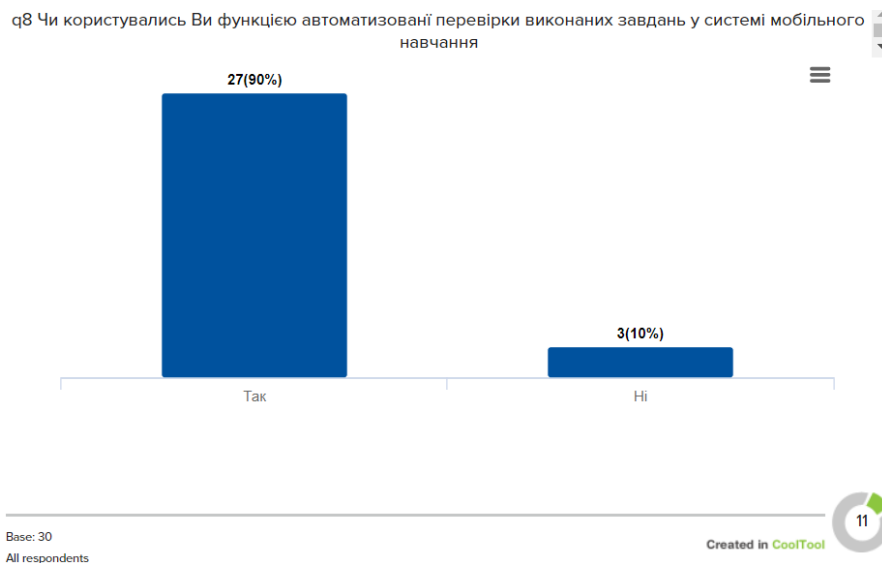


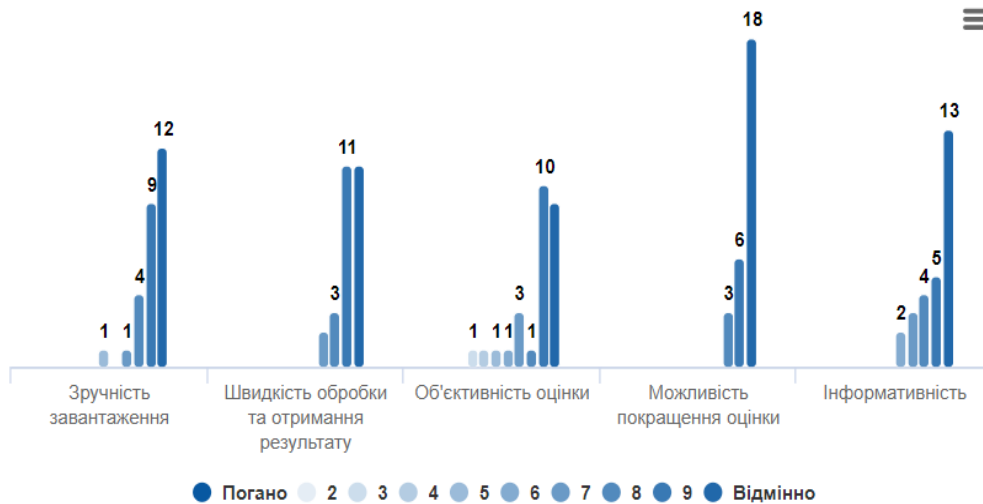
Рис. 16. Графік використання автоматизованої перевірки практичних завдань через систему адаптивного мобільного навчального середовища

Зручність використання автоматизованої перевірки практичних завдань оцінювалася за допомогою рейтингового питання (q9). Респондентами цього питання були лише ті студенти, які на питання q8 відповіли «Так». Результати опитування показали досить високий рівень задоволеності студентів при роботі з механізмом автоматизованої перевірки практичних завдань, проте, були деякі розбіжності у відповідях студентів щодо об'єктивності оцінки, яку визначала система. За рахунок цього, можна зробити висновок, що з подальшим використанням, та додатковим навчанням нейронної мережі, яка є ядром автоматизованої перевірки, можна досягти досить високого рівня об'єктивності оцінки.

Викладач зі свого боку, при виниканні ситуацій з необ'єктивністю оцінки, персонально перевіряв виконані роботи, та за необхідності коригував оцінку. Слід зазначити, що під час навчального процесу таких ситуацій було 10-15% від усіх перевірених практичних завдань. Тому

цей показник можна вважати досить позитивним. Більш детально графік оцінки автоматизованої перевірки практичних завдань проілюстровано на рис. 17. Відсоткове співвідношення результатів даного питання додатково показано на рис. 18.

q9 Оцініть якість роботи автоматизованої перевірки виконаних завдань



Base: 27  
All respondents

Created in CoolTool

12

Рис. 17. Графік оцінки автоматизованої перевірки практичних завдань

q9 Оцініть якість роботи автоматизованої перевірки виконаних завдань

	Зручність завантаження	Швидкість обробки та отримання результату	Об'єктивність оцінки	Можливість покращення оцінки	Інформативність
	%	%	%	%	%
Погано	0%	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%	0%
3	0%	0%	3.7%	0%	0%
4	0%	0%	3.7%	0%	0%
5	3.7%	0%	3.7%	0%	0%
6	0%	0%	3.7%	0%	7.4%
7	3.7%	7.4%	11.1%	0%	11.1%
8	14.8%	11.1%	3.7%	11.1%	14.8%
9	33.3%	40.7%	37%	22.2%	18.5%
Відмінно	44.4%	40.7%	33.3%	66.7%	48.1%

Base: 27  
All respondents

Created in CoolTool

12

Рис. 18. Відсоткове співвідношення оцінки автоматизованої перевірки практичних завдань

Як наслідок такої оцінки функцій системи 93% опитуваних відповіли, що хотіли б і надалі використовувати систему мобільного навчального середовища під час навчального процесу. Про це свідчить графік відповідей студентів, що побудований на основі питань q10 (рис. 19).

q10 Чи хотіли б Ви надалі використовувати систему мобільного навчання у під час учбового процесу

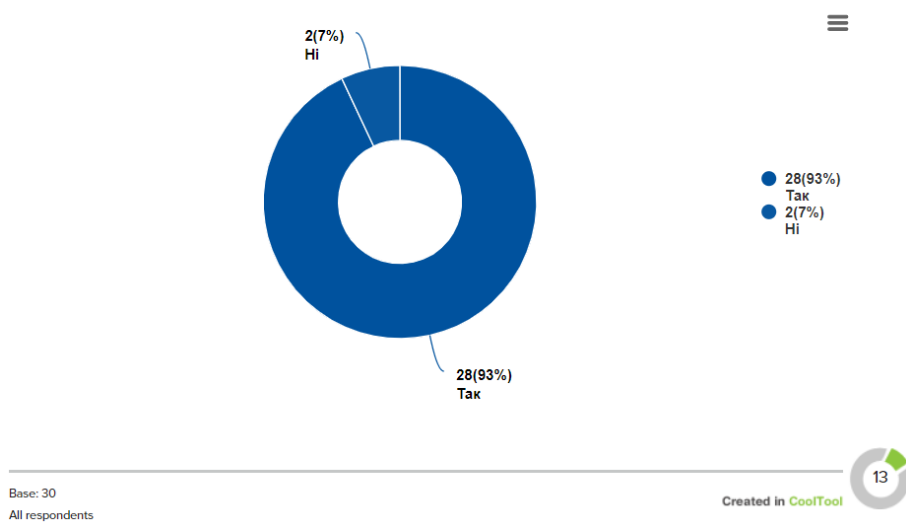


Рис. 19. Графік побажання студентів щодо подальшого використання системи

Підводячи підсумки, студентам в опитуванні запропонували в цілому оцінити якість роботи системи адаптивного мобільного навчання. Оцінювання проводилося за допомогою рейтингового питання q2.1.

В цілому, систему адаптивного мобільного навчання оцінили досить високими оцінками по шкалі від 1 до 10: найнижча середня оцінка становить 7.7 за якість взаємодії з викладачем (через те, що в системі відсутнє вбудоване середовище комунікації, а зв'язок відбувається лише за рахунок інтеграцій зі сторонніми системами).

Найвищі бали в свою чергу отримали зручність використання, швидкість взаємодії мобільного додатку, та наповненість. Ці пункти отримали найвищу середню оцінку – 8.5 балів. Більш детально узагальнена статистика зображена на рис. 20.

q2.1 Оцініть якість роботи системи мобільного навчання

	Av
Зручність	8.5
Швидкість роботи та взаємодії	8.5
Наповненість	8.5
Функціонал	8.2
Інформативність	8.2
Взаємодія з одногрупниками	8.1
Взаємодія з викладачем	7.7

Base: 30  
All respondents

Created in CoolTool

Рис. 20. Узагальнена статистика оцінки якості системи студентами

Додатково, для визначення ефективності та визначення впливу системи адаптивного навчального середовища на успішність студентів під час навчального процесу, студентам задавали питання щодо їх фінальної оцінки по дисципліні «Експертні системи».

За результатами першого та другого опитувань можна зробити висновок, що система адаптивного навчального середовища позитивно впливає на успішність студентів незважаючи на деякі свої недоліки. Кількість відміток «Добре» та «Відмінно» суттєво збільшилася, а кількість відміток «Задовільно» зменшилася. Більш детально графіки фінальних оцінок (зліва – до використання системи, з правої сторони – після використання системи під час навчання) проілюстровано на рис 21.

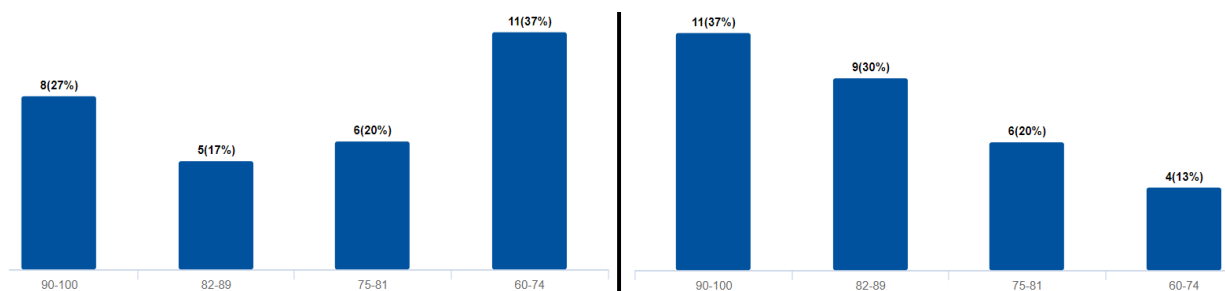


Рис. 21. Графіки фінальних оцінок (зліва – до використання, праворуч – після використання)

Таким чином, динаміка покращення навчального процесу є позитивною, оскільки система адаптивного навчального середовища впливає на всі етапи начального процесу. За рахунок постійного доступу до матеріалів навчальної дисципліни, можливості покращити оцінку через виконання додаткових завдань, а також за необхідністю, швидкою комунікацією із викладачем, система допомагає краще засвоювати матеріали, що в свою чергу позитивно відображається на фінальних оцінках студентів. Тому, на основі зібраних даних, можна зробити висновок, що використання системи є важливим елементом розвитку навчального процесу.

### Якісні методи оцінки ефективності системи

Для проведення дослідження за допомогою якісних методів, використовували методологічне опитування на платформі UXReality.

За результатами якісних методів досліджень виявили мотиваційні аспекти поведінки респондентів та персональні очікування від користування системою адаптивного мобільного навчального середовища.

На відміну від кількісних методів, що ґрунтуються на статистичних процедурах, якісні дослідження носять нестандартизований характер. Вони направлені на вивчення широкого спектра проявів об'єкта і відстежують не його кількісні закономірності, а орієнтуються на розкриття причинно-наслідкових зв'язків. Основним напрямком якісного дослідження стала зручність використання мобільного додатку для викладача та студента. Тому для тестування зручності роботи з мобільним додатком, під час дослідження використовували спеціальний тип питання – так званий нейротест з використанням технології айтрекінгу.

Айтрекінг – це технологія досліджень, що дозволяє розпізнавати та відстежувати рухи та фіксації зіниці ока респондента, при спостереганні деякого візуального стимулу. Основним інструментом технології є спеціальний прилад айтрейкер, або, як у випадку з платформою UXReality, звичайна фронтальна камера мобільного телефону, та спеціальний мобільний додаток який дозволяє зібрати дані, аналізувати поведінку людського ока, будувати «карти уваги» та інші види звітів.

Айтрекінг в інтернет-маркетингу зазвичай застосовується при тестуванні на юзабіліті. Технологія допомагає виявити найбільш відвідувані місця в рамках мобільного додатку чи веб сайту, а також виділити їх мертві зони.

Крім того, за допомогою айтрекінгу можна визначити, наскільки зручна і зрозуміла навігація в мобільному додатку, які елементи привертають найбільшу увагу, емоційну реакцію відвідувача на той чи інший структурний елемент (на основі розпізнання емоції по фото з фронтальної камери). Тому для аналізу зручності використання мобільного додатку системи адаптивного мобільного навчального середовища, такий підхід з використанням технології айтрекінгу, без необхідності прив'язки до додаткового апаратного забезпечення, виявився найбільш відповідним.

Якісні дослідження відбувалися у дві фази. Перша фаза направлена на аналіз зручності використання мобільного додатку зі сторони викладацького складу кафедри. Основним завданням для викладачів було перейти на екран з практичними роботами, та подивитися, хто із студентів вже успішно їх виконав.

Друга фаза дослідження в свою чергу направлена на аналіз зручності використання мобільного додатку зі сторони студентів, що використовували його під час навчального процесу. Основним завданням для студентів було перейти на екран з практичною роботою, завантажити

додаткове завдання, та отримати оцінку за допомогою системи автоматизованого аналізу практичних завдань.

Обидві фази відбувалися у форматі фокус групи. За результатами дослідження можна зробити висновок, що мобільний додаток має інтуїтивно простий та зрозумілий інтерфейс, зручний у використанні, та надає можливість дуже швидко отримати доступ до необхідної інформації. Це підтверджується інформаційною панеллю, що побудована на основі зібраних даних за допомогою вбудованих засобів аналізу на платформі UXReality.

Перший ряд інформаційної панелі показує основні кількісні показники, які описують відображають найголовніший елемент опитування – нейротест. Слід зазначити, що середній час проходження нейротесту не перевищує 1 хвилини 20 секунд (при встановлених 3 хвилинах на виконання завдання), а це в свою чергу означає, що додаток дуже швидко реагує на дії користувача, та має зручний та інформативний користувацький інтерфейс навігації. Темп успішного завершення проходження тестування при цьому максимальний.

Другий ряд інформаційної панелі відображає залучення до процесу проходження. Інформація відображає досить високі візуального контакту та позитивне залучення до процесу. Слід зазначити, що у більшості респондентів, як зі сторони викладачів, так і зі сторони студентів, переважають позитивні емоції під час проходження нейротестів, при цьому у решти емоції трималися на рівні нейтралі. А це в свою чергу позитивно впливає на психологічний стан студента та викладача під час роботи із системою, за рахунок відсутності факторів негативного збудження.

Третій ряд описує зручність використання у числових показниках. Всі показники знаходяться в рамках 85-95%, що є відмінним результатом.

Останній ряд описує оцінку сприйняття респондентами поставленої перед ними завдання. Значення цього рядку також показують досить високий рівень сприйняття системи. Більш детально інформаційні панелі тестування викладачів та студентів проілюстровано на рис. 22 та рис .23.

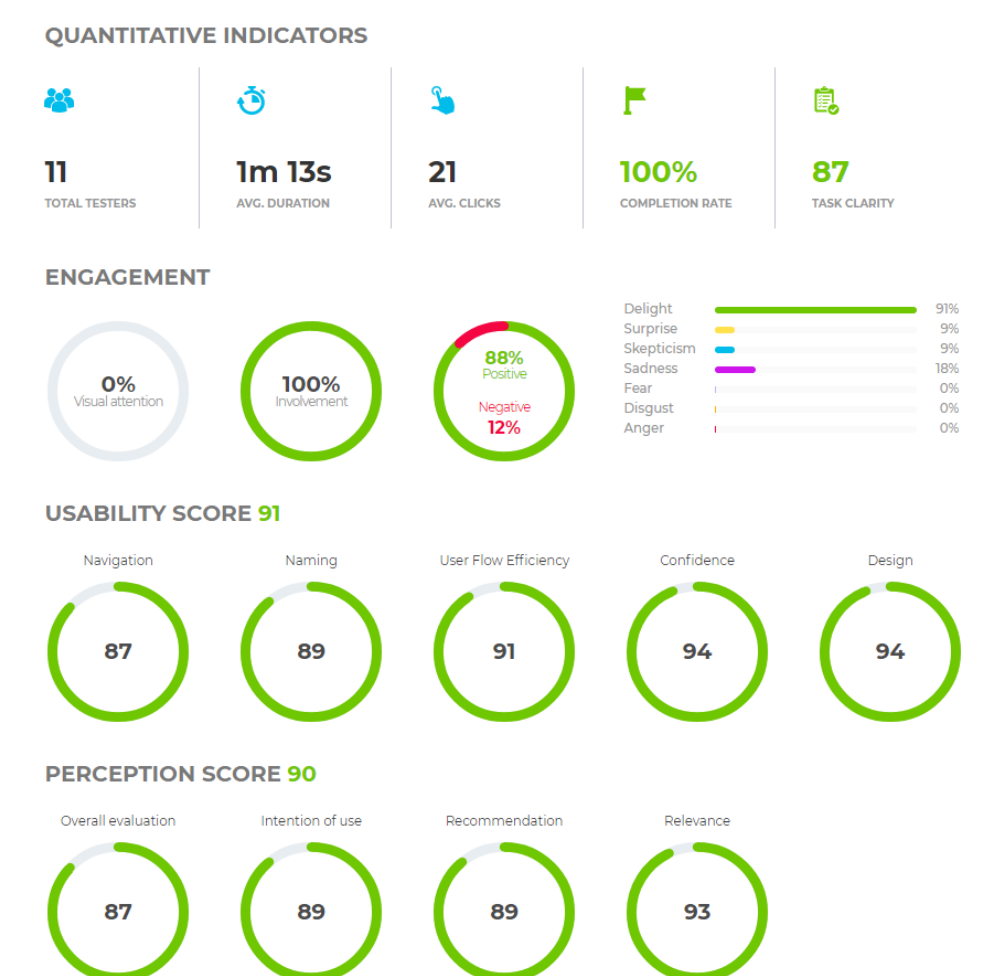


Рис. 22. Інформаційна панель результатів тестування студентів

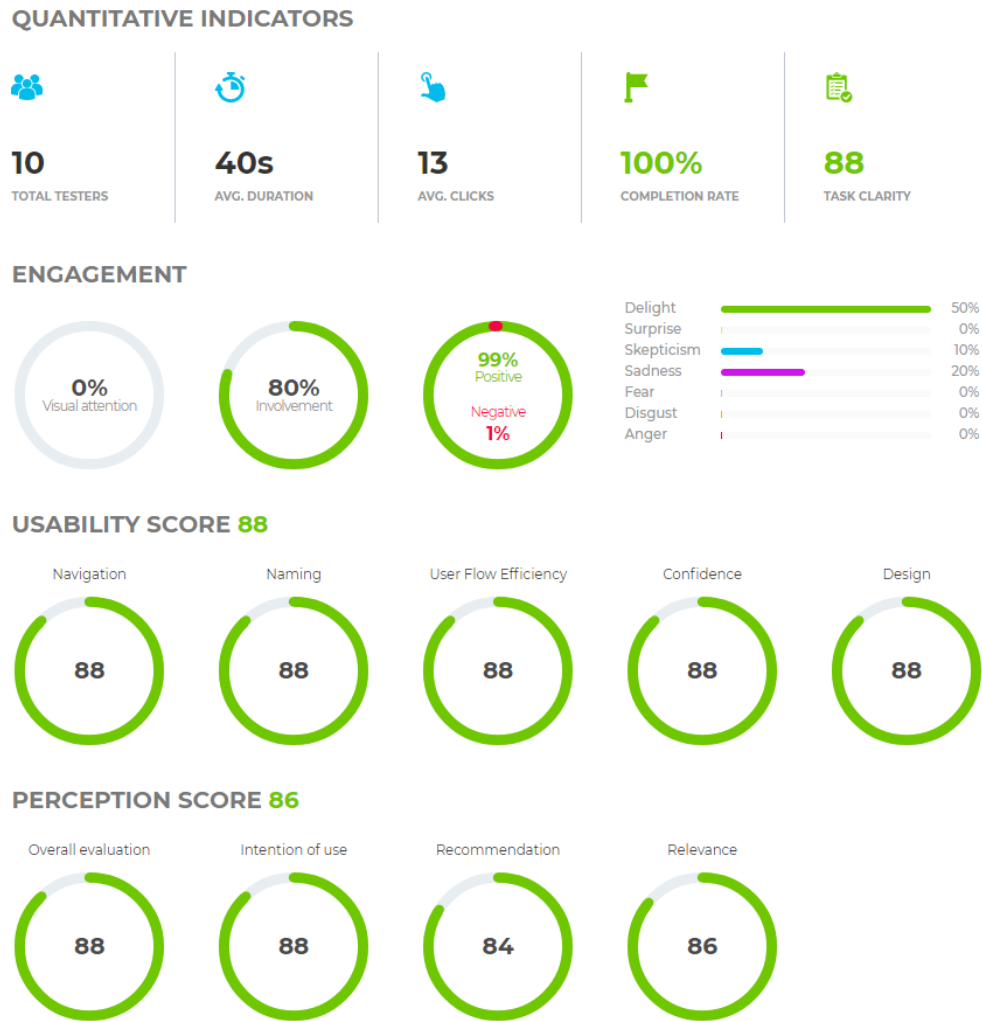


Рис. 23. Інформаційна панель результатів тестування викладачів

Особливу увагу слід приділити результатам, які зібрані за допомогою спеціальних нейротестів з використанням айтрекінгу. На основі цих питань, для кожного респондента згенеровано відео з тепловою картою, яка показує напрямок зорового контакту під час тестування інтерфейсу мобільного додатку.

За результатами згенерованого відео з тепловою картою можна зробити висновок, що більшість респондентів дуже швидко знаходять необхідні елементи навігації під час роботи з додатком, а тому можуть досить швидко переміщуватися до необхідних функціональних екранів. Крім того, різні респонденти на одних і тих самих екранах мають приблизно однакові фіксації (яскраві плями теплової карти) в одних і тих самих місцях (рис. 24).



Рис. 24. Теплова карта тестування графічного інтерфейсу



Таким чином, у процесі проведених досліджень встановлена правильність обраного напрямку досліджень і практичне впровадження системи адаптивного навчального середовища в навчальний процес це підтверджує. Новий підхід до навчання отримав високу оцінку зі сторони студентів та викладача і рекомендований до подальшого впровадження та вдосконалення.

### Висновки

Отже, проведені апробації показали, що використання системи адаптивного мобільного навчального середовища позитивно впливає на освітній процес за рахунок забезпечення доступності інформації через мобільний додаток. Кількісні соціологічні дослідження показали високий рівень задоволеності студентів від роботи з системою адаптивного мобільного навчального середовища. Ефективність роботи системи під час освітнього процесу підтверджена покращеною якісною успішністю студентів (показник якісної успішності збільшився з 63% до 87%).

При цьому якісні соціологічні дослідження довели, що розроблена система володіє швидкою взаємодією з користувачем, має інформативний та інтуїтивно-зрозумілий користувацький інтерфейс, зручна у використанні. Спроектвана система показує високі показники додаткових можливостей, які необхідні для організації сучасного навчального процесу.

Впровадження алгоритму автоматизованого аналізу практичних завдань сприяє покращенню розуміння інформаційних матеріалів дисципліни за рахунок визначення додаткових завдань та їх виконання. Алгоритм показує досить високий показник якісного оцінювання та задоволеності студентів від можливостей своєї роботи.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Криворучко О.В. Сучасні тенденції інформатизації освітнього процесу / О.В. Криворучко, М.А. Костюк // Science and Education a new Dimension. Natural and Technical Sciences, VI(20), Issue: 172, Budapest 2018. – С. 29-32. – Режим доступу: <https://seanewdim.com/uploads/3/4/5/1/34511564/httpsdoi.org10.31174send-nt2018-172vi20-07.pdf>
2. Ветчанін Є. Використання віртуальної реальності в освітньому процесі та профорієнтаційній роботі на прикладі програмного продукту vanalytics / Є. Ветчанін, Д. Горбатовський // Освітологічний дискурс. – 2020. – № 1. – С. 80-93. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys\\_2020\\_1\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys_2020_1_9)
3. Мамута М. С. Створення електронних освітніх ресурсів для студентів технічних ЗВО засобами SharePoint Designer [Електронний ресурс] / М. С.Мамута // Проблеми інженерно-педагогічної освіти. – 2020. – № 66. – С. 64-73. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2020\\_66\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2020_66_8)
4. Грабовський Є. М. Аналіз використання мультимедійних компонентів в сучасних технологіях мобільного навчання [Електронний ресурс] / Є. М. Грабовський // ScienceRise. – 2019. – № 4. – С. 46-50. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/text\\_2019\\_4\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/text_2019_4_12)
5. Половая Н. О. Віртуальне навчання як головний вектор нової інформаційної епохи [Електронний ресурс] / Н. О. Половая // Грані. – 2018. – Т. 21, № 3. – С. 57-62. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Grani\\_2018\\_21\\_3\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Grani_2018_21_3_10)
6. Ткачук Г. В. Досвід використання віртуальної стіни Padlet у процесі проведення дистанційного практичного заняття [Електронний ресурс] / Г. В. Ткачук, Т. В. Бондаренко // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – 2018. – № 20. – С. 102-107. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu\\_2\\_2018\\_20\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2018_20_19)
7. Береза І. С. Впровадження технології комп'ютерного тестування для оцінювання знань студентів ВНЗ [Електронний ресурс] / І. С. Береза // Педагогіка вищої та середньої школи. – 2017. – Вип. 1. – С. 3-12. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVSSh\\_2017\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVSSh_2017_1_3)
8. Постернак Н. О. Використання інтернет-технологій у роботі викладача вищого навчального закладу [Електронний ресурс] / Н. О. Постернак // Молодий вчений. – 2017. – № 4. – С. 425-428. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2017\\_4\\_102](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2017_4_102)
9. Криворучко О.В. Теоретико-методологічні вимоги до проектування адаптивного мобільного навчального середовища [Текст] / О.В. Криворучко, М.А. Костюк, М.І. Цюцюра //

Управління розвитком складних систем. – 2019. – № 38. – С. 179-185, dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.9788708. – Режим доступу: <http://repository.knuba.edu.ua/bitstream/handle/987654321/2556/30.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

10. Костюк М.А. Проектування алгоритму автоматизованого аналізу виконаних завдань в системі мобільного навчання [Текст] / М.А.Костюк // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2020. – № 5-6. – С. 79-86. – Режим доступу: [http://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2020\\_5\\_2020-5-6-79.pdf](http://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2020_5_2020-5-6-79.pdf)

#### REFERENCES

1. O.V. Kryvoruchko, M.A. Kostiuk Modern tendencies of informatization of educational process: Science and Education a new Dimension. Natural and Technical Sciences, VI(20), Issue: 172, Budapest 2018. P. 29-32. URL: <https://seanewdim.com/uploads/3/4/5/1/34511564/httpsdoi.org10.31174send-nt2018-172vi20-07.pdf> [in Ukrainian]
2. E. Vetchanin, D. Gorbatovsky The use of virtual reality in the educational process and career guidance work on the example of a software product: vranalytics, Educational discourse. – 2020. – № 1. – P. 80-93. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys\\_2020\\_1\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/osdys_2020_1_9) [in Ukrainian]
3. M. S.Mamuta Creation of electronic educational resources for students of technical free economic by means of SharePoint Designer: Problems of engineering and pedagogical education. – 2020. – No 66. – P. 64-73. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo\\_2020\\_66\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2020_66_8) [in Ukrainian]
4. E. M. Grabovsky Analysis of the use of multimedia components in modern mobile educational technologies : ScienceRise. – 2019. – No 4. – P. 46-50. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/textc\\_2019\\_4\\_12](http://nbuv.gov.ua/UJRN/textc_2019_4_12) [in Ukrainian]
5. N. O. Polovaya Virtual learning as the main vector of the new information age : Edges. – 2018. - T. 21, No 3. – P. 57-62. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Grani\\_2018\\_21\\_3\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Grani_2018_21_3_10) [in Ukrainian]
6. G. V. Tkachuk, T. V. Bondarenko Experience of using the virtual wall Padlet in the process of conducting a remote practical lesson : Scientific journal of NPU named after MP Drahomanov. Series 2: Computer-based learning systems – 2018. – No 20. – P. 102-107. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu\\_2\\_2018\\_20\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nchnpu_2_2018_20_19) [in Ukrainian]
7. I. S. Bereza Introduction of computer testing technology for assessing the knowledge of university students : Higher and secondary school pedagogy - 2017. – Issue. 1. – P. 3-12. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVSSh\\_2017\\_1\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/PVSSh_2017_1_3) [in Ukrainian]
8. N.O. Posternak The use of Internet technologies in the work of a teacher of higher education : A young scientist – 2017. – No 4. – P. 425-428. – URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2017\\_4\\_102](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2017_4_102) [in Ukrainian]
9. O. V. Kryvoruchko, M. A. Kostiuk, M. I. Tsyutsyura Theoretical and methodological requirements for the design of adaptive mobile learning environment : Management of complex systems development. – 2019. – № 38. – P. 179-185, dx.doi.org\10.6084/m9.figshare.9788708. – URL: <http://repository.knuba.edu.ua/bitstream/handle/987654321/2556/30.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [in Ukrainian]
10. M. A. Kostiuk Designing an algorithm for automated analysis of completed tasks in the mobile learning system : Bulletin of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradsky National University. – 2020. – № 5-6. – P. 79-86. – URL: [http://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2020\\_5\\_2020-5-6-79.pdf](http://visnikkrnu.kdu.edu.ua/statti/2020_5_2020-5-6-79.pdf) [in Ukrainian]