

Online course as a means of developing master's professional competencies: results of a pedagogical experiment

Ruslan Yu. Kaluhin^[0000–0001–8339–4428]

Kryvyi Rih State Pedagogical University,
54 Universytetskyi Ave., Kryvyi Rih, 50086, Ukraine
kaluhin@ukr.net

Abstract. The article proposes a solution to a scientific problem, which is to substantiate the feasibility of using online courses in the professional training of masters in the pedagogical university, to develop an online course and experimentally test its effectiveness as a means of developing the professional competencies of masters in the speciality 014 Secondary Education (Mathematics). The author used the following methods of scientific research: pedagogical experiment, observation (for systematic perception and analysis of learning activities, motivation and personal growth of students in the context of blended learning), testing (to determine the level of logical thinking and development of students' professional competences), questionnaire (to monitor the ergonomics and efficiency of the online course and the Mathematics teacher's e-portfolio), expert evaluation of the developed online course, and methods of mathematical statistics (for proper processing of experimental data and verification of the online course' effectiveness). The results of the control stage of the study indicate a positive trend in the development of mathematical, information and educational, methodological, psychological and pedagogical, and professional and technological competencies of students in the experimental group. The final test of the online course was chosen as a tool for determining the level of mathematical competencies of the masters in the experimental group. The reliability of the assessment of the masters' professional competencies was confirmed by testing the hypothesis of the normal distribution of test results according to the Shapiro-Wilk test. In addition, a close correlation between students' academic achievement level in an online course and the level of logical thinking development was substantiated using the Student's t-test. Prospects for further research include the development of online courses on Mathematics teaching methods with an emphasis on methodical, professional, and technological competencies; a detailed study of the impact of the latest information technologies (artificial intelligence, virtual and augmented reality, web programming, etc.) on the development of students' information and educational professional competences in distance and blended learning.

Keywords: blended learning · online course · teacher's e-portfolio · master students · speciality 014 Secondary Education (Mathematics) · pedagogical experiment

1 Вступ

Онлайн-освіта – тренд сучасності, що відкриває надширокі можливості для навчання упродовж життя. Основним концептом онлайн-освіти є онлайн-курс – цілісна навчальна одиниця, що характеризується завершеним набором мети, змісту, форм, методів і засобів навчання, функціонує на засадах відкритого чи частково відкритого інтернет-доступу і є основою для реалізації дистанційного та змішаного навчання. Однією з нагальних проблем у царині цифрової трансформації освітніх середовищ, як зазначають Spirin and Pinchuk [30], є “розроблення методичних систем впровадження дистанційних, змішаних, інтегрованих, імерсивних технологій навчання”.

Змішане навчання – це підхід, який комбінує методи традиційного (аудиторного) та онлайн-навчання. В умовах дистанційного навчання у зв’язку зі складною безпековою ситуацією, що склалась в Україні через війну, доцільною, на наш погляд, є ротаційна модель змішаного навчання з елементами перевернутого навчання, що вимагає чергування синхронного навчання з іншими способами опрацювання навчального матеріалу. Слушність використання педагогічної технології перевернутого навчання обґрунтовано в дослідженні Hodovaniuk et al. [5].

У нашому дослідженні виявляємо зацікавленість щодо розв’язання проблеми розвитку фахових компетентностей магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Математика), тому в наукових пошуках щодо реалізації змішаного навчання беремо також до уваги дослідження Hodovaniuk et al. [6], Hodovaniuk and Vasylieva [8], Makhometa and Tiahai [21], Martyniuk et al. [22], Rashevskaya and Kiianovska [26], Sitak et al. [29], які доводять, що ця педагогічна технологія є потужним інструментом у навчанні математики.

Відповідно до укладеної нами компетентнісної моделі [11], магістр спеціальності 014 Середня освіта (Математика) упродовж навчання в університеті має здобути такі фахові компетентності: математичні, інформаційно-освітні, методичні, професійно-технологічні та психолого-педагогічні. Методика навчання математики – це той освітній компонент фахової підготовки студентів, який спрямований на розвиток усіх без винятку зазначених компетентностей. Аналіз робочої програми навчальної дисципліни “Методика навчання математики у профільній школі” [16] показав, що значний обсяг відповідного навчального навантаження перенесено у блок самостійної роботи студентів. Так, зі 120 год., передбачених на опанування цієї дисципліни у першому семестрі, обсяг самостійної роботи складає 66 год. Подібна ситуація з розподілом навчальних годин у другому семестрі курсу: 54 год. самостійної роботи із загального навантаження 90 год. Вочевидь, за таких умов чи не єдиним способом якісного опанування студентами надважливої, на нашу думку, фахової дисципліни є організація змішаного навчання через пропозицію онлайн-курсу.

Метою статті є презентація онлайн-курсу “Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики” та висвітлення результатів експериментальної перевірки ефективності його використання в умовах змі-

шаного навчання магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Математика) задля розвитку фахових компетентностей.

2 Методи

У цьому дослідженні використано такі методи: *педагогічний експеримент*; *спостереження* (для систематичного сприйняття і аналізу навчальної діяльності, вмотивованості і особистісного зростання магістрів в умовах реалізації змішаного навчання); *тестування* (для визначення рівня логічного мислення здобувачів освіти); *анкетування* (для моніторингу показників ергономічності й ефективності онлайн-курсу та електронного портфоліо вчителя математики); *експертне оцінювання* розробленого онлайн-курсу; *методи математичної статистики* (для належного опрацювання експериментальних даних і перевірки ефективності онлайн-курсу).

Аналіз наукових праць Mintii [23], Rudenko et al. [27], Semerikov et al. [28] дав змогу врахувати переваги та недоліки змішаного навчання в організації власного дослідження і визначити, зокрема, дидактичні вимоги до онлайн-курсу для такого навчання: 1) інформативність та відповідність основному курсу; 2) узгодженість з компетентнісною моделлю магістра, 3) послідовність і логічна стрункість змісту; 4) інтерактивність, адаптивність та гнучкість.

Розроблений онлайн-курс призначений передусім для майбутніх учителів математики, а також для всіх охочих повторити шкільний курс математики, підвищити власний рівень логічного мислення засобами розв'язування математичних задач тощо. Загалом, передумовою успішного навчання на цьому курсі є знання шкільного курсу математики на достатньому рівні, проте ми рекомендуємо почати навчання й здобувачам із нижчим рівнем знань, адже цей онлайн-курс окрім того, що висвітлює певні методичні підходи до формування логічного мислення на уроках математики, містить також достатню кількість довідкових матеріалів з математики. Ці матеріали стануть студентам в нагоді, аби узагальнити і систематизувати знання зі шкільної математики, а значить – розвинути предметну (математичну) компетентність.

Запропонований нами онлайн-курс цілком узгоджується з програмою дисципліни, якою передбачено, зокрема, опанування методикою вивчення ірраціональних, тригонометричних, показникових, логарифмічних рівнянь та нерівностей. Названим темам відповідають п'ятий, шостий та сьомий тижні онлайн-курсу. Матеріали перших чотирьох тижнів онлайн-курсу теж стосуються математики профільної школи: у них йдеться про особливості логічного мислення старшокласників, методи доведення математичних тверджень, розв'язування планіметричних задач на використання тригонометричних тотожностей, розв'язування стереометричних задач на многогранники тощо.

Навчання на онлайн-курсі триває 8 тижнів (за умови вчасного виконання всіх оцінюваних завдань). За нашими підрахунками, загальний час

на опанування цього курсу становить 40–45 годин (5–6 годин на тиждень). Загальну інформацію про курс з описом навчальних ресурсів, переліком навчальних завдань, передбачених програмою курсу та порадами щодо навчання на курсі подано у зверненні до слухачів (<https://bit.ly/46RB7MP>).

З'ясуємо, якими навчальними матеріалами наповнено онлайн-курс. У розробленому онлайн-курсі є 25 коротких *навчальних відео* тривалістю до 10 хвилин, в яких надано зразки розв'язування завдань з алгебри і геометрії за програмою профільного рівня, а також планіметричних задач з опертям на курс алгебри старшої школи. Під кожним навчальним відео розміщено рукописний конспект, прокоментований у цьому відео. Долучаючи до пакету освітніх ресурсів онлайн-курсу навчальні відео та конспекти до них, ми спирались на рекомендації, сформульовані Semerikov et al. [28], Sitak et al. [29].

Матеріали для самостійного опрацювання подано у низці текстових файлів (збережених у форматі PDF), зручних для опрацювання як на комп'ютері, так і на мобільних пристроях (смартфоні чи планшеті). Ці матеріали доповнюють зміст навчальних відео, оскільки містять довідкові матеріали, схеми та методи розв'язування завдань різних типів, письмові зразки розв'язаних задач. Обсяг одного такого файлу становить, як правило, до 5 сторінок друкованого тексту.

Кожен навчальний тиждень онлайн-курсу містить перелік *додаткових навчальних ресурсів*, необхідних для виконання практичних завдань та складання контрольних тестів. Переважна частина цих ресурсів – це матеріали авторського портфоліо вчителя математики. До додаткових навчальних ресурсів онлайн-курсу уналежнюємо розроблений нами електронний конструктор стереометричних задач (<https://r-kalugin.github.io/Constructor/>) [12]. Як додаткові навчальні ресурси в нашому онлайн-курсі позначено також зразки евристико-дидактичних конструкцій, розроблених засобами GeoGebra. У цьому аспекті розроблений нами онлайн-курс враховує експериментальні дослідження Drushlyak et al. [4], Hodovaniuk et al. [7], що доводять доцільність використання систем комп'ютерної математики в умовах змішаного навчання школярів і студентів.

Програмою курсу передбачено виконання навчальних завдань чотирьох типів: “Формувальний тест”, “Контрольний тест”, “Практичне завдання, що оцінюється однокурсниками”, “Підсумковий тест”.

Після кожного навчального відео розміщено *формувальний тест*. Ми наполегливо радимо слухачам онлайн-курсу виконувати тести, спрямовані на повторення і закріплення ключових понять, термінів, підходів, методів, концепцій, інструкцій чи алгоритмів, презентованих у навчальних відео. Кількість спроб на виконання формувальних тестів необмежена. У нашому онлайн-курсі формувальні тести є неоцінюваними завданнями, оскільки вони призначені передусім для того, аби спонукати студентів, за потреби, переглянути відео ще раз, зробити необхідні нотатки, конспект тощо.

Програмою онлайн-курсу передбачено виконання чотирьох оцінюваних *контрольних тестів*. Окрім контрольних тестів розроблений онлайн-курс

містить три *практичні завдання, що оцінюються однокурсниками*. На виконання кожного з оцінюваних завдань курсу виділено одну спробу. Для отримання сертифікату про завершення навчання на курсі встановлено поріг 50 балів.

Для перевірки знань, здобутих під час навчання на курсі, наприкінці останнього навчального тижня студенти виконують *підсумковий тест*, що складається з 15 завдань з вибором однієї правильної відповіді або уведенням короткої відповіді. Розроблений онлайн-курс містить також низку проблемних та творчих завдань і запитань, обговорення яких передбачено *тижневими форумами*.

Задля апробації розроблений онлайн-курс було розгорнуто в системі управління електронними навчальними курсами Moodle Криворізького державного педагогічного університету (<https://moodle.kdpu.edu.ua/>). Ураховуючи практичний досвід Lysenko [19], створений онлайн-курс подано в тижневому форматі. У табл. 1 наведено перелік модулів, які були використані для наповнення сторінок онлайн-курсу дібраними навчальними матеріалами. Змістове наповнення онлайн-курсу презентує табл. 2.

Невід'ємним елементом апробованого онлайн-курсу стало *електронне портфоліо вчителя математики* “Teacher Kalugin” (https://t.me/Teacher_Kalugin). У нашому дослідженні електронне портфоліо ми розуміємо як різновид портфоліо, наповненого електронними освітніми ресурсами і призначеного для впровадження в освітній процес як окремого елемента змішаного навчання чи складника онлайн-курсу в межах такого навчання, для популяризації математичної освіти та/або формування власного професійного бренду. Корисним напрямом презентованого е-портфоліо як для здобувачів загальної середньої освіти, так і для студентів – майбутніх учителів математики – є публікації за рубриками “Логічна розминка у вільну хвилину”, “Життєва математика”, “Олімпіадна математика”. Ці дописи містять завдання на розвиток пам'яті, логічного мислення та просторової уяви, предметних та ключових компетентностей тощо. Добираючи зміст публікацій е-портфоліо та наповнюючи онлайн-курс, ми зважали на те, що компетентність як така має особистісний та ціннісний виміри. Відтак, у фаховій підготовці магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Математика) вкрай важливо забезпечити формування не лише професійних цінностей і педагогічних умінь студентів, а й готовність використовувати набуті знання на практиці. Цьому сприяють, на думку Hodovaniuk and Voznosyenko [9], інноваційні методи навчання (як то метод навчальних проєктів та кейс-метод).

Інформацію про Telegram-канал “Teacher Kalugin” розміщено в загальнодоступному електронному портфоліо викладача (<https://www.teacherk.com.ua>), структуру якого подано на рис. 1. Цей ресурс було започатковано у процесі опанування дисципліни “Сучасні ІТ в науковій та педагогічній діяльності” (<https://moodle.kdpu.edu.ua/course/view.php?id=50>). При наповненні портфоліо викладача ми орієнтувались на зразки електронних портфоліо [14, 17, 32], які мають подібну структуру, проте реалізовані засобами рі-

Табл. 1. Модулі платформи Moodle, використані в експериментальному онлайн-курсі.

Ресурс(-и)	Модуль	Опис ресурсу
Загальна інформація та система оцінювання	URL	Текстові файли, підготовлені засобами Google Документів. У налаштуваннях модуля обрано режим перегляду “Вбудувати”.
Корисні ресурси	URL	Каталог, розміщений на Google Диску, що містить електронні версії чинних програм з математики (у форматі DOCX), а також підручники і посібники з математики (у форматі PDF).
Форум очікувань та тижневі форуми	Форум	Спеціальний вид діяльності на курсі, що передбачає обговорення проблемних питань курсу. Не потребує використання сторонніх онлайн-сервісів.
Навчальне відео	URL	Містить зразки розв’язаних задач або презентує електронні освітні ресурси, наявні в онлайн-курсі. Відео попередньо вивантажені на YouTube, а в налаштуваннях модуля обрано режим перегляду “Вбудувати”.
Конспект навчального відео	URL	Рукописні матеріали, коментар до яких надано у навчальних відео.
Матеріал для самостійного опрацювання	URL	Друковані текстові матеріали, збережені у форматі PDF та розміщені на Google Диску.
Додаткові ресурси тижня	Сторінка	ЕДК, підготовлені засобами GeoGebra, і вбудовані в онлайн-курс. Текстові матеріали, збережені у форматі PDF на Google Диску. Гіперпосилання на окремі публікації в Telegram-каналі. Конструктор стереометричних задач.
Формувальний тест	Вибір	Тестове завдання з вибором однієї чи кількох правильних відповідей.
Контрольний тест	Тест	Тестове завдання з вибором однієї правильної відповіді або введення короткої відповіді. Для набору математичних формул використано редактор формул MathType.
Практичне завдання, що оцінюється однокурсниками	Семінар	Один з видів навчальної діяльності онлайн-курсу з вимогою завантажити в систему посилання на файл (розміщений на власному Google Диску) з виконаним завданням з подальшим взаємним оцінюванням.
Підсумковий тест	Тест	Налаштований таким же способом, що й тижневі контрольні тести
Форма вражень від онлайн-курсу	Зворотний зв’язок	Наповнена питаннями універсального опитувальника для студентів щодо вражень від онлайн-курсу.

Табл. 2. Ресурси онлайн-курсу.

Тип ресурсу	Посилання
Каталог з усіма матеріалами онлайн-курсу	https://bit.ly/493jrQe
Загальна інформація про курс	https://bit.ly/46RB7MP
Система оцінювання в курсі	https://bit.ly/4033NQD
Глосарій онлайн-курсу	https://bit.ly/492T0u2
Корисні ресурси	https://bit.ly/3tExD25
Додаткові ресурси	https://bit.ly/45E3TzF
Інструкції до вивчення тем онлайн-курсу	https://bit.ly/3MbA6Ht
Проблемні завдання тижневих форумів	https://bit.ly/3FIUkKL
Матеріали для самостійного опрацювання	https://bit.ly/46FD7Ij
Навчальні відео	https://bit.ly/46vkd6S
Конспекти навчальних відео	https://bit.ly/4053aGy
Тижневі контрольні тести	https://bit.ly/402mYdx
Тижневі практичні завдання	https://bit.ly/3PW0mGW
Вхідний тест для визначення рівня логічного мислення	https://bit.ly/46AyfnU
Контрольний тест для визначення рівня логічного мислення	https://bit.ly/4059tKe
Підсумковий тест онлайн-курсу	https://bit.ly/48SyRH3
Експертне оцінювання онлайн-курсу	https://bit.ly/47D1SEK

зних сервісів Google (Blogger, Google Sites та Google Docs відповідно). На сторінці з дочірнім доменним іменем реалізовано і персональну “Скриньку онлайн-курсів” (<https://moodle.teacherk.com.ua/>), в яку імпортовано курс, створений і апробований в університетській системі Moodle.

Детальне вивчення наповненого е-портфоліо вчителя математики передбачено програмою онлайн-курсу “Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики”. Презентоване електронне портфоліо значно розширило цей онлайн-курс, а також сприяло здійсненню педагогічного експерименту.

3 Результати

Експериментальна частина дослідження здійснювалась на базі Криворізького державного педагогічного університету. До апробації експериментальних освітніх ресурсів було залучено здобувачів освітніх рівнів “бакалавр” і “магістр” за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика). Зокрема, розроблений онлайн-курс було запропоновано магістрам як форму обов’язкової самостійної роботи з методики навчання математики в профільній школі. На аудиторних заняттях відбувалося лише обговорення проблемних питань через залучення фасилітатора онлайн-курсу до проведення навчальних консультацій, апробації матеріалів електронного портфоліо викладача та навчально-методичних посібників.



Рис. 1. Структура портфоліо аспіранта-виконавця дослідження.

3.1 Результати констатувального етапу експерименту

Створенню онлайн-курсу “Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики” передувало визначення рівня логічного мислення бакалаврів КДПУ – студентів академічних груп МІ-20 (опрацьовували матеріали електронного портфоліо вчителя математики, вчилися розробляти власні портфоліо), МІМ-23 (навчаючись в магістратурі, увійшли до експериментальної групи (ЕГ) дослідження), МІМ-22 (брали участь в апробації окремих елементів онлайн-курсу). Засобом оцінювання рівнів логічного мислення став вхідний тест онлайн-курсу, який містив 20 завдань (за кожну правильну відповідь нараховувалось 0.5 бали). Більшість з цих завдань не вимагала спеціальних знань з математики. Розподіл респондентів за рівнями логічного мислення відбувався відповідно до суми балів, отриманих за тест: 0 балів – нульовий рівень, 1–2 бали – низький, 3–4 бали – нижчий за середній, 5 балів – середній, 6–7 балів – вищий за середній, 8–9 балів – високий, 10 балів – дуже високий рівень.

Загалом у тестуванні для визначення рівня логічного мислення взяло участь 43 здобувачі освітнього рівня “бакалавр”. Розподіл здобувачів освітнього рівня “бакалавр” за рівнями логічного мислення представлено на рис. 2.

Дані констатувального експерименту порівнювались із результатами дослідження Lovianova et al. [18], що дало змогу зробити такі висновки.

- рівень логічного мислення старшокласників та студентів-бакалаврів відрізняється, хоч і не суттєво. Так, в учнівській аудиторії респондентів він тяжіє до середнього, в студентській – до рівня, вищого за середній;
- середнє значення оцінок студентів ЕГ за вхідний тест онлайн-курсу становить 10.8 балів (з 20 можливих), що відповідає середньому рівню логічного мислення;

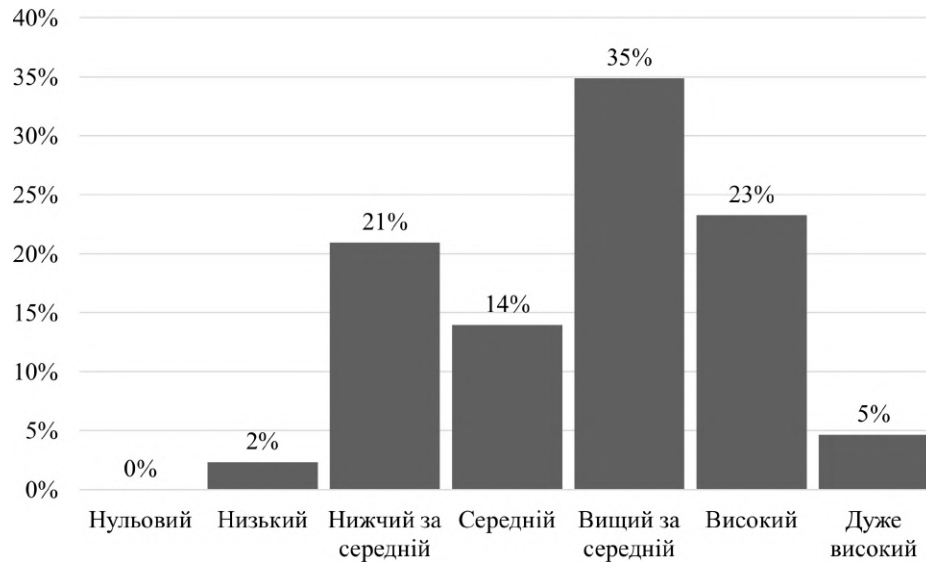


Рис. 2. Розподіл здобувачів освітнього рівня “бакалавр” за рівнями логічного мислення.

- простежується помітний кореляційний зв’язок між рівнями академічних досягнень та логічного мислення студентів ЕГ (коефіцієнт кореляції складає 0.72).

3.2 Результати формувального етапу експерименту

Формувальний етап експерименту полягав у реалізації розробленої нами дорожньої карти [13] створення та апробації онлайн-курсу. Згідно з цією картою було спроектовано та наповнено навчальними матеріалами онлайн-курс “Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики”. Відповідно до програми дослідження створений онлайн-курс запропоновано до вивчення студентам в рамках опанування фахової дисципліни “Методика навчання математики в профільній школі”.

Як було зазначено вище, засобом добору та накопичення навчальних матеріалів для онлайн-курсу став Telegram-канал “Teacher Kalugin”. Перший допис цього ресурсу опубліковано у вересні 2022 року. Публічна апробація ж каналу розпочалась у 1 січня 2023 року і триває дотепер у формі однієї чи двох щоденних публікацій.

Кількість підписників каналу збільшувалась поступово. Цьому сприяли:

- періодичне поширення інформації про канал у соціальних мережах;
- виголошення наукових доповідей на секційних засіданнях наукових конференцій;

- залучення до опрацювання матеріалів каналу студентів спеціальності 014 Середня освіта (Математика) (у ході виробничої педагогічної практики в університеті в квітні 2023 року);
- навчання учасників ЕГ на розробленому онлайн-курсі.

Станом на 1 січня 2024 року аудиторія каналу налічувала 72 підписники, розподіл яких за категоріями подано на рис. 3.

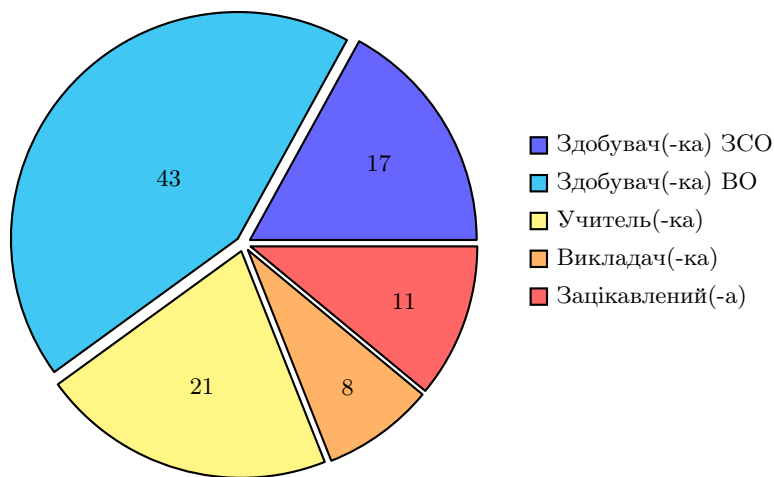


Рис. 3. Розподіл підписників Telegram-каналу “Teacher Kalugin”.

У ході формувального етапу експерименту проведено добровільне опитування щодо актуальності і комфортності опрацювання матеріалів, розміщених в каналі. Відповіді на запитання форми зворотного зв'язку (посилання) отримано від 28 респондентів (з яких 7 осіб – педагогічні працівники, 19 – здобувачі вищої освіти, 2 – зацікавлені у вивченні математики). Половина опитаних зазначає, що переглядає публікації каналу кожного дня, решта – один раз на 2–3 дні. Ці дані узгоджуються зі статистикою каналу, яку надає Telegram, тож можемо припустити, що учасники цього опитування у своїй більшості є активними читачами каналу. Найбільше зацікавлення опитані виявляють до завдань з логічним навантаженням та компетентнісних завдань (75% опитаних), помітно менше – до завдань для підготовки до ЗНО та олімпіадних завдань (по 50% опитаних), найменше – до публікацій рубрики “Вислови про математику” (18%).

Дві третини опитаних постійно переглядають коментарі до публікацій, решта – переглядає іноді (якщо зацікавило якесь завдання) або 2–3 рази на тиждень (у вільний час). На питання “Як Ви взаємодієте з матеріалами каналу?” абсолютна більшість респондентів (82%) дала відповідь “Як правило,

осмислюю зміст задач, але не розв'язую їх". Ще 7% респондентів "іноді міркують над задачами, які зацікавили" або "іноді чекають на появу коментарів до задач, які зацікавили".

Загалом підписники позитивно оцінюють змістове наповнення розробленого портфоліо, не вбачаючи потреби кардинальних змін у його оформленні. Актуальність, структурованість та охайність, а також комфортність опрацювання матеріалів каналу, зокрема на мобільному пристрої, респонденти в середньому оцінили на 4.75, 5 та 4.93 бали відповідно (за 5-бальною шкалою).

Обговорення матеріалів Telegram-каналу "Teacher Kalugin" відбувалось на консультаційних вебінарах онлайн-курсу. На цих зустрічах акцентовано на необхідності пропозиції учням компетентнісних задач з математики. Деякі зразки таких задач прокоментовано в навчальних відео апробованого онлайн-курсу, інші – винесено для обговорення проблемних питань на консультаційних вебінарах (як-от: учням якого класу можна запропонувати задачу? яких тем шкільного курсу математики стосується задача? чи існує інший, відмінний від того, який було подано в Telegram-каналі, спосіб розв'язання задачі?).

На одному із практичних занять в ЕГ студенти опрацьовували інноваційний проєкт Центру математичної освіти для дітей та дорослих (<https://bit.ly/3TUGlEm>), пов'язаний за змістом з професійною діяльністю вчителя математики. Майбутні вчителі оцінювали компетентнісний потенціал цієї розробки, що полягає в доцільності залучення школярів до розроблення подібних за формою проєктів задля розвитку ключових компетентностей (зокрема, за напрямками наскрізних ліній "Підприємливість та фінансова грамотність", "Екологічна безпека і сталий розвиток", "Громадянська відповідальність", "Здоров'я і безпека" тощо).

До вивчення онлайн-курсу "Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики" студенти ЕГ (15 осіб) були залучені впродовж першого семестру 2023/2024 навчального року. Узагальнено результати апробації цього освітнього ресурсу.

Аналізуючи активність і навчальні досягнення слухачів онлайн-курсу, робимо висновок, що тестові завдання далися студентам легше, аніж виконання практичних завдань. Усі без винятку студенти ЕГ виконували практичні завдання після складання контрольних тестів, третина студентів виконувала ці завдання вже після складання підсумкового тесту. З відповідей на питання форми зворотного зв'язку та з особистого спілкування зі студентами стає зрозуміло, що основними причинами такого порядку виконання оцінюваних завдань стали надмірна завантаженість навчанням, поєднання навчання з роботою у школі, неготовність до взаємного оцінювання через незвичність такого формату роботи на заняттях (за словами студентів, якщо викладачі і пропонували коли-небудь оцінити роботи одногрупників, то лише задля рефлексії, але без можливості накопичення балів). Між тим, студенти, що вже мають досвід роботи за фахом, також вказують і на те, що такий формат оцінювання вже зустрічався їм на онлайн-курсах підвище-

ння кваліфікації вчителів математики. Власне, ці студенти одні з перших виконали практичні завдання і були значно об'єктивнішими в оцінюванні колег, аніж студенти, які тільки почали працювати у школі або ще не мають професійного досвіду. Врешті-решт, більшість студентів виконала практичні завдання онлайн-курсу, при чому досить успішно.

Завдання тижневих та підсумкового тестів онлайн-курсу теж виявились “непростими”. Так, у завданнях з вимогою ввести коротку текстову відповідь складно було “вгадати” розв’язки запропонованих завдань. Тому, за словами студентів, відповідати на такі питання навчання не було сенсу, тому виникла потреба повторного звернення до навчальних відео (частіше, у зв’язку з часовими обмеженнями на виконання тесту, – до конспектів навчальних відео), інших матеріалів онлайн-курсу з подальшою спробою самостійного розв’язування завдань тесту.

3.3 Результати контрольного етапу експерименту

Обов’язкові до виконання завдання онлайн-курсу дали змогу оцінити якість засвоєння його змісту та виміряти поточний рівень фахових компетентностей студентів ЕГ. Так, результати першого тижня онлайн-курсу, присвяченого феномену логічного мислення, дають певне уявлення про сформованість психолого-педагогічних компетентностей магістрів в аспекті навчання математики. Результати контрольних тестів третього, п’ятого та сьомого тижнів онлайн-курсу передусім свідчать, на нашу думку, про поточний рівень математичних компетентностей.

Навчальні ж досягнення студентів у підсумку виконання практичних завдань ми вважаємо такими, що свідчать про наявний у студентів рівень методичних, інформаційно-освітніх та професійно-технологічних компетентностей. Так, складаючи схеми аналітико-синтетичних міркувань, готуючи зразки евристико-дидактичних конструкцій, оформлюючи розв’язання практичних завдань у друкованому та письмовому вигляді, слухачі онлайн-курсу мали змогу виявити свої методичні вміння. Практичні завдання апробованого онлайн-курсу і пропозиція опрацювання матеріалів е-портфоліо вчителя математики були спрямовані і на розвиток інформаційно-освітніх компетентностей (як-от: здатності самостійно здобувати за допомогою інформаційних технологій і використовувати в практичній діяльності нові знання і вміння; здатності до втілення сучасних методів навчання, пов’язаних з використанням педагогічних програмних засобів, ІКТ та технологій доповненої реальності) та окремих складників професійно-технологічних компетентностей (зокрема, здатності формувати і підтримувати належний рівень мотивації до занять з математики та інформатики; здатності виконувати об’єктивний контроль і оцінювання рівня навчальних досягнень здобувачів освіти тощо).

З’ясуємо загальну динаміку розвитку окремих фахових компетентностей магістрів, виявлену у ході дослідження. Відповідно до програми експерименту по завершенню навчання студентів на онлайн-курсі було проведено контрольне тестування для визначення рівня логічного мислення. Для цього

було використано вхідний та контрольний тести онлайн-курсу. Зведені відомості про результати діагностичного та контрольного тестувань наведено у табл. 3.

Табл. 3. Розподіл студентів ЕГ за рівнями логічного мислення.

Рівні логічного мислення	Початок експерименту	Кінець експерименту
Нижчий за середній	4	2
Середній	6	2
Вищий за середній	3	8
Високий	2	2
Дуже високий	0	1
<i>Разом</i>	<i>15</i>	<i>15</i>

Як видно з табл. 3, мають місце певні позитивні зрушення в розвитку логічного мислення учасників експерименту. Так, більшість студентів (67%) мала середній або нижчий за середній рівні логічного мислення, а наприкінці експерименту частка студентів цих категорій помітно зменшилась (до 26%). Натомість, зросла частка студентів із рівнем логічного мислення, вищим за середній (з 20% до 53%). Один зі студентів ЕГ підвищив свій рівень логічного мислення з високого до дуже високого. Зауважимо, що двоє зі студентів ЕГ не навчалися на онлайн-курсі, а тільки були залучені до опрацювання матеріалів е-портфоліо, проте їхні результати теж враховано. Один з цих студентів мав середній рівень логічного мислення, а по завершенню експерименту – підвищив цей показник до рівня “високий”, рівень логічного мислення другого студента і на початку, і наприкінці експерименту виявився вищим за середній.

Для того, аби висунути та підтвердити (чи спростувати) наукову гіпотезу про ефективність використання в навчанні магістрів розроблених онлайн-курсу та е-портфоліо, було сформовано контрольну групу (КГ) дослідження. До неї увійшли 24 магістри, які навчаються за спеціальністю 014 Середня освіта (Математика) в Бердянському державному педагогічному університеті (3 особи), Вінницькому державному педагогічному університеті ім. М. Коцюбинського (4 особи), Уманському державному педагогічному університеті ім. П. Тичини (8 осіб), Харківському національному педагогічному університеті ім. Г. С. Сковороди (4 особи), Черкаському національному педагогічному університеті ім. Б. Хмельницького (5 осіб). Зазначимо, що КГ сформовано на засадах добровільної участі в дослідженні (через пропозицію виконати ті самі тести, які складали студенти ЕГ після завершення навчання на онлайн-курсі).

Інформацію про розподіл студентів КГ за рівнями логічного мислення містить рис. 4. Як бачимо, 62% студентів КГ мають низький або нижчий за середній рівень логічного мислення, 30% – середній або вищий за середній, 8% – високий. Оскільки експериментальна та контрольна групи виявились

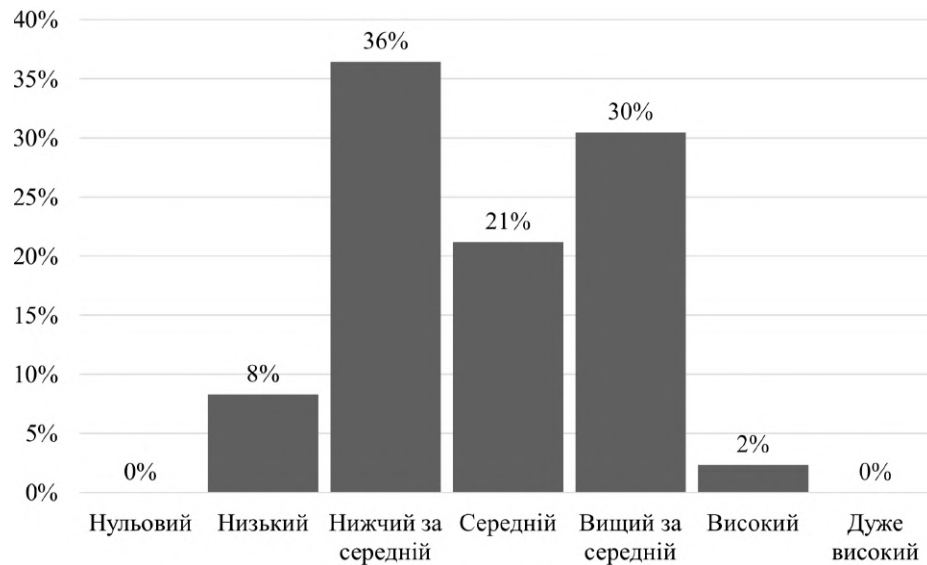


Рис. 4. Розподіл студентів КГ за рівнями логічного мислення.

різними за чисельністю, для коректного порівняння результатів тестування було використано критерій Фішера.

Вибірки даних, отриманих у ході дослідження повністю задовольняють вимогам кутового перетворення Фішера: жодна з часток, обраних для порівняння, не дорівнює 0; оскільки нижня межа критерію рівна 2, а верхньої межі цей критерій не має, чисельності обох вибірок (15 та 24) теж є прийнятними. Результати порівняння рівнів логічного мислення представлено в табл. 4 і табл. 5.

При порівнянні часток студентів в експериментальній (на початку та наприкінці експерименту) та контрольній групі відповідно до виявлених у них рівнів логічного мислення відповідно до критерію Фішера було сформульовано нульову та альтернативну гіпотези. У результаті порівнянь емпіричних та критичного значення критерію для кожної пари вибірок, обраних для порівняння (див. табл. 4 і табл. 5), доходимо таких висновків:

Табл. 4. Порівняння розподілу студентів із середнім рівнем логічного мислення за кутовим перетворенням Фішера ($\varphi_{0.05} = 1.64$).

Група, етап	Кількість студентів	Разом	Частка	φ_{obs}	Прийнята гіпотеза
ЕГ, констатувальний	6	15	0.400	1.703	H_1
ЕГ, контрольний	2	15	0.134		
КГ, контрольний	4	24	0.134	0.284	H_0
ЕГ, контрольний	2	15	0.167		

Табл. 5. Порівняння розподілу студентів з вищим за середній або високим рівнями логічного мислення за кутовим перетворенням Фішера ($\varphi_{0.05} = 1.64$).

Група, етап	Кількість студентів	Разом	Частка	φ_{obs}	Прийнята гіпотеза
ЕГ, констатувальний	5	15	0.333	1.861	H_1
ЕГ, контрольний	10	15	0.667		
КГ, контрольний	5	24	0.208	2.925	H_1
ЕГ, контрольний	10	15	0.667		

- частки студентів ЕГ, що мають середній та вищий за середній або високий рівні логічного мислення, наприкінці експерименту суттєво більші у порівнянні з аналогічними показниками на початку експерименту;
- частка студентів ЕГ, що мають середній рівень логічного мислення, суттєво не відрізняється за аналогічний показник в КГ;
- частка студентів ЕГ з вищим за середній або високим рівнем логічного мислення суттєво більша за аналогічний показник в КГ.

Навчаючись на онлайн-курсі “Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики”, студенти ЕГ склали чотири контрольні тести. Результати тесту до тем першого тижня дають певне уявлення про сформованість у слухачів онлайн-курсу складників психолого-педагогічних компетентностей (як-от: здатності розв’язувати проблеми у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації, готовності проводити психолого-педагогічну діагностику, спроможності розуміти проблеми та виділяти їхні суттєві риси і пояснювати їх цільовій аудиторії).

Контрольні тести третього, п’ятого та сьомого тижнів онлайн-курсу дали змогу виміряти поточний рівень математичних компетентностей студентів (головно – здатності ефективно застосовувати ґрунтовні знання змісту шкільного курсу математики; уміння аналізувати математичну задачу, розглядати різні способи її розв’язування; спроможності презентувати математичні міркування і робити логічні висновки).

Зведені відомості про результати складання слухачами онлайн-курсу тижневих контрольних тестів та практичних завдань представлено на рис. 5 (у відсотковому перерахунку). Як бачимо з поданої гістограми, рівень сформованості методичних, інформаційно-освітніх та професійно-технологічних компетентностей третини учасників експериментальної групи не перевищує 60%. Вочевидь, до завершення навчання в університеті магістри ще матимуть змогу вдосконалити свої методичні вміння. Проте вважаємо, що результати дослідження виявляють проблемні моменти у розвитку фахових компетентностей майбутніх учителів математики, беручи, зокрема, до уваги те, що абсолютна більшість студентів експериментальної групи вже працює за фахом.

Інструментом визначення сформованого рівня математичних компетентностей магістрів ЕГ обрано підсумковий тест апробованого онлайн-курсу. Цей тест загалом містив 15 завдань, з яких 5 – до теми “Тригонометричні

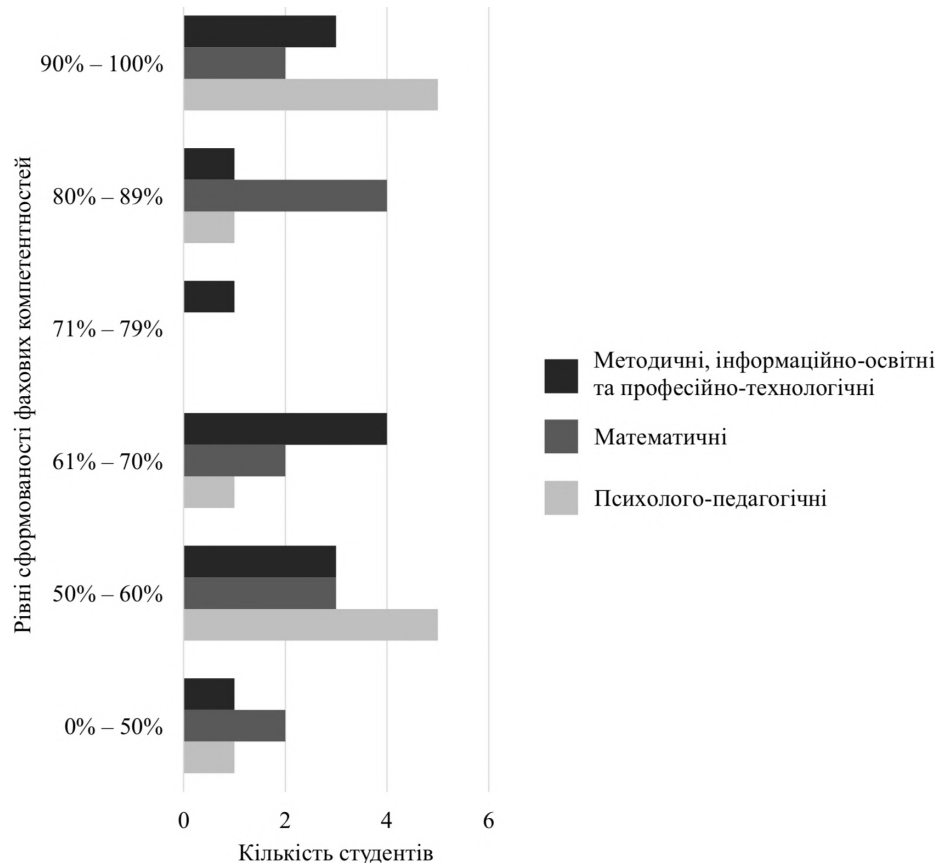


Рис. 5. Результати контрольних тестів та практичних завдань онлайн-курсу.

функції. Тригонометричні рівняння та нерівності”, 6 – з вимогою розв’язати планіметричну або стереометричну задачі, 4 – завдання з параметром. ЕГ складала тест в межах навчання на онлайн-курсі на університетській платформі Moodle, а КГ отримала ці завдання у відповідній Google-формі.

Для студентів обох груп час на виконання завдань тесту був обмежений 2 годинами. Табл. 6 презентує розподіл студентів експериментальної та контрольної групи за рівнями математичних компетентностей, а також показники описової статистики для обох вибірок. Вочевидь, в КГ переважає середній рівень математичних компетентностей, тоді як в ЕГ переважає рівень достатній.

Аналізуючи відповіді окремих студентів, доходимо висновку, що результати тестування в КГ не можна вважати досить об’єктивними, оскільки респонденти, як правило, давали відповіді лише на питання закритого типу, ігноруючи завдання з вимогою увести коротку текстову відповідь. Між тим студенти, які навчалися на онлайн-курсі, були вмотивовані отримати

Табл. 6. Результати тесту для визначення рівня математичних компетентностей.

Рівні компетентностей	Контрольна група	Експериментальна група
Низький (1 – 4 бали)	2 (8%)	0
Середній (5 – 8 балів)	15 (63%)	6 (40%)
Достатній (9 – 12 балів)	7 (29%)	7 (47%)
Високий (13 – 15 балів)	0	2 (13%)
<i>Показники описової статистики</i>		
Середнє значення	6.792	9.600
Стандартна помилка	0.408	0.600
Медіана	6	9
Мода	5	8
Стандартне відхилення	2.00	2.324
Дисперсія	3.998	5.400
Експес	–0.870	–1.334
Асиметрія	0.491	0.169
Розмах	7	7
Мінімальне значення	4	6
Максимальне значення	11	13
Обсяг вибірки	24	15
Довірчий інтервал (95%)	6.792 ± 0.844	9.6 ± 1.129

якнайкращий бал за тест. Окрім того, вважаємо, що кращим показникам в ЕГ сприяло навчання на згаданому онлайн-курсі (особливо це стосується планіметричних задач високого рівня складності та завдань з параметрами). Приблизно однаково успішними виявились студенти обох груп у розв'язуванні тригонометричних рівнянь та порівняно нескладних стереометричних задач, сформованих засобами електронного конструктора.

Інтерпретуючи показники описової статистики для ЕГ помічаємо, що значення асиметрії додатне та невелике (0.169), а найчастіший результат в ЕГ близький до 50% (7 балів з 15). Це означає, що тест досить непогано збалансований за складністю (принаймні для ЕГ) і є підстави висунути гіпотезу про нормальний розподіл балів у проаналізованій вибірці. Перевірку цієї гіпотези було виконано з використанням критерію Шапіро-Вілка. Статистика цього критерію має такий вигляд:

$$W = \frac{1}{s^2} \left(\sum_{i=1}^{\left[\frac{n}{2}\right]} a_{n-i+1} \cdot (x_{n-i+1} - a_i) \right)^2$$

У ході реалізації критерію ми послуговувались рекомендаціями, укладеними Торолпук [31]. Результати необхідних обчислень викладено у табл. 7.

Оскільки $W_{obs} > W_{0.05}$, то нема підстав відхиляти нульову гіпотезу. Отож, розподіл балів за виконання підсумкового тесту онлайн-курсу в ЕГ можна вважати таким, що мало відрізняється від нормального.

Табл. 7. Перевірка гіпотези про нормальний розподіл балів в експериментальній групі за критерієм Шапіро-Вілка.

i	x_i	$x_i - \bar{x}$	i	$n - i + 1$	a_{n-i+1}	x_i	x_{n-i+1}	b_i
1	13	3.4	1	14	0.5150	13	7	3.0900
2	13	3.4	2	13	0.3306	13	7	1.9836
3	12	2.4	3	12	0.2495	12	8	0.9980
4	12	2.4	4	11	0.1878	12	8	0.7512
5	12	0.4	5	10	0.1353	12	8	0.5412
6	10	0.4	6	9	0.0880	10	9	0.0880
7	10	-0.6	7	8	0.0433	10	9	0.0433
8	9	-0.6	H_0 : емпіричний розподіл не відрізняється від нормального					
9	9	-1.6	H_1 : емпіричний розподіл відрізняється від нормального					
10	8	-1.6	Обсяг вибірки				n	15
11	8	-1.6	Середнє значення вибірки				$\bar{x}$	9.600
12	8	-2.6	Проміжне значення для обчислення W_{obs}				$\sum b_i$	56.180
13	7	-3.6	Дисперсія вибірки				S^2	63.080
14	7	-9.6	Критичне значення				$W_{0.05}$	0.88081
15	6	-9.6	Емпіричне значення				W_{obs}	0.89061

Порівняння результатів навчання студентів ЕГ на онлайн-курсі “Розвиток логічного мислення старшокласників у навчанні математики” з результатами контрольного оцінювання рівня логічного мислення підтверджує досить вагомий кореляційний зв’язок між рівнем академічних досягнень студентів та рівнем розвитку логічного мислення наприкінці експерименту (коефіцієнт кореляції становить 0.67).

Перевірку значимості кореляційного зв’язку між результатами навчання на онлайн-курсі та рівнем логічного мислення магістрів виконували за критерієм Стюдента. Для цього сформулювали нульову та альтернативну гіпотези: H_0 : коефіцієнт кореляції не є значимим; H_1 : коефіцієнт кореляції значимий.

Емпіричне значення $t_{obs} = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}} = \frac{0.67\sqrt{13-2}}{\sqrt{1-0.4489}} = 2.99$. Критичне значення визначили за статистичними таблицями критичних точок розподілу Стюдента: $t = t(\alpha; k) = t(0.05; 13 - 2) = 2.201$. Оскільки $t_{obs} > t$, то нульову гіпотезу потрібно відкинути і прийняти альтернативну, тобто кореляційний зв’язок між результатами навчання на онлайн-курсі та рівнем логічного мислення магістрів є достовірним.

Отже, опрацювання даних, отриманих у ході педагогічного експерименту, методами математичної статистики дає змогу зробити висновки про ефективність використання онлайн-курсу як різновиду самостійної роботи студентів. Свідченням цього є позитивні зрушення у розвитку логічного мислення та фахових компетентностей магістрів спеціальності 014 Середня освіта (Математика).

4 Обговорення

Опрацьовуючи результати нашого дослідження та беручи до уваги експертні оцінки онлайн-курсу, надані учасниками експериментальної групи та викладачем фахової дисципліни, констатуємо певні труднощі в організації соціальної взаємодії студентів у межах апробованого онлайн-курсу.

Дослідження Lorenz and König [15], Omar et al. [25] свідчать про значний освітній потенціал месенджерів для спілкування. Освітні можливості застосунків для обміну миттєвими повідомленнями виявляються в забезпеченні швидкого та зручного обміну інформацією між здобувачами освіти та викладачами, зручності організації спільних освітніх проєктів, вирішення проблемних питань та підтримки студентів. У цьому аспекті наше дослідження узгоджується з науковими розвідками Conde et al. [3], Mahdiuon et al. [20], які експериментально доводять доцільність використання соціальних мереж для підвищення мотивації і залученості здобувачів вищої освіти у процес навчання та спілкування. Водночас Imamyartha et al. [10], порівнюючи можливості Moodle і Telegram в умовах змішаного навчання, констатують вищий потенціал Moodle у порівнянні з Telegram, проте теж не виключають інтеграції месенджера в онлайн-курс для налаштування автоматичних сповіщень про події на онлайн-курсі, активного спілкування студентів з їхніми однокурсниками та навіть проведення вебінарів або онлайн-консультацій.

Результати досліджень Adinda and Mohib [1], Aidoo et al. [2], Nungu et al. [24] так само, як і результати проведеного нами педагогічного експерименту (зокрема, опитувань щодо вражень від онлайн-курсу та електронного портфоліо вчителя математики), підтверджують ефективність представлення навчальних матеріалів онлайн-курсу у формі відео, інтерактивних зображень, коротких текстових файлів тощо. З одного боку, таке різноманіття в дизайні онлайн-курсу розвантажує студентів і викладачів, вивільняючи час для спілкування та якісного перевернутого навчання, проте, з іншого боку, вимагає суттєвих часових затрат на проєктування та наповнення онлайн-курсу справді якісним контентом.

5 Висновки

Програма дослідно-експериментальної перевірки ефективності онлайн-курсів у розвитку фахових компетентностей магістрів, що передбачала апробацію розроблених освітніх ресурсів, опрацювання результатів тестувань в експериментальній та контрольній групах методами описової статистики та кореляційного аналізу, реалізована повністю. Обробка, аналіз та інтерпретація емпіричних даних, отриманих у ході дослідження, дають змогу зробити висновок про позитивні зрушення у розвитку окремих фахових компетентностей магістрів та, зокрема, в розвитку їх логічного мислення. Позитивні експертні оцінки, надані студентами ЕГ та викладачем фахової дисципліни, та загальні результати апробації свідчать про доцільність використання онлайн-курсів як різновиду самостійної роботи задля розвитку фахових компетентностей.

Зазначимо, що наше дослідження не позбавлене низки обмежень, які могли суттєво вплинути на його результати. Ці обмеження вбачаємо в такому:

- на успішність здобувачів освіти та перебіг педагогічного експерименту загалом мали вплив зовнішні фактори, пов'язані з війною в Україні;
- чисельність експериментальної і контрольної груп досить невелика;
- через поєднання окремими студентами навчання в університеті з роботою за фахом, навчання на експериментальному онлайн-курсі відбувалось не завжди планомірно;
- учасники КГ дослідження є представниками різних ЗВО, що з одного боку посилює репрезентативність обраної для порівняння вибірки, а з іншого, можливо, не виправдано перебільшує ефективність апробованих освітніх ресурсів у зв'язку з добровільністю складання запропонованих тестів.

Апробація експериментального онлайн-курсу виявила труднощі в соціальній взаємодії слухачів онлайн-курсу: з-поміж досить широкого спектру навчальних матеріалів найскладнішими для втілення виявились завдання із взаємним оцінюванням та форуми для спілкування. Завдання із взаємним оцінюванням виявились складними в аспекті об'єктивного оцінювання, форуми для спілкування – незручними для обговорення проблемних питань (і в аспекті спілкування назагал, позаяк студенти схиляються до приватних консультацій, і в технічному плані – зважаючи на часті запити і зворотний зв'язок засобами Telegram, а не платформи Moodle, на якій розгорнуто онлайн-курс).

Реалізований формат навчання на онлайн-курсі вкладається в концепцію ротаційної моделі змішаного навчання, щоправда в умовах асинхронного опрацювання матеріалу через постійні повітряні тривоги констатуємо об'єктивну складність у втіленні справжнього перевернутого навчання. Тому на практиці скоріше була втілена індивідуальна модель ротації.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розробленні онлайн-курсів з методики навчання математики з акцентом на методичні та професійно-технологічні компетентності; у детальному дослідженні впливу новітніх інформаційних технологій (штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальності, веб-програмування тощо) на розвиток інформаційно-освітніх фахових компетентностей студентів в умовах дистанційного та змішаного навчання.

References

- [1] Adinda, D., Mohib, N.: Teaching and Instructional Design Approaches to Enhance Students' Self-Directed Learning in Blended Learning Environments. *Electronic Journal of e-Learning* 18(2), 162–174 (2020), <https://doi.org/https://doi.org/10.34190/EJEL.20.18.2.005>
- [2] Aidoo, B., Macdonald, M.A., Vesterinen, V.M., Pétursdóttir, S., Gísladóttir, B.: Transforming Teaching with ICT Using the Flipped Classroom

- Approach: Dealing with COVID-19 Pandemic. *Education Sciences* **12**(6), 421 (2022), URL <https://doi.org/10.3390/educsci12060421>
- [3] Conde, M.A., Rodríguez-Sedano, F.J., Fernández, C., Gutiérrez-Fernández, A., Fernández-Robles, L., Castejón Limas, M.: A Learning Analytics tool for the analysis of students' Telegram messages in the context of teamwork virtual activities. In: Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, p. 719–724, TEEM'20, Association for Computing Machinery, New York, NY, USA (2021), ISBN 9781450388504, <https://doi.org/10.1145/3434780.3436601>
- [4] Drushlyak, M., Semenikhina, O., Proshkin, V., Naboka, O.: Use of specialized software for the development of visual thinking of students and pupils. *E-learning*, vol. 12, p. 147–158, Studio NDA, Katowice–Cieszyn (2020), <https://doi.org/10.34916/el.2020.12.13>
- [5] Hodovaniuk, T., Makhometa, T., Tiahai, I., Medvedieva, M., Pryshchepa, S.: The Use of ICT in the Flip Teaching of Future Mathematics Teachers. In: Sokolov, O., Zholtkevych, G., Yakovyna, V., Tarasich, Y., Kharchenko, V., Kobets, V., Burov, O., Semerikov, S., Kravtsov, H. (eds.) *Proceedings of the 16th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer. Volume II: Workshops*, Kharkiv, Ukraine, October 06-10, 2020, *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 2732, pp. 709–720, CEUR-WS.org (2020), URL <https://ceur-ws.org/Vol-2732/20200709.pdf>
- [6] Hodovaniuk, T., Makhometa, T., Tiahai, I., Mykolaiko, V.: The use of blended learning technologies in the training of future teachers of Mathematics. *Collection of Scientific Papers of Uman State Pedagogical University* (4), 129–135 (Dec 2021), <https://doi.org/10.31499/2307-4906.4.2021.250190>
- [7] Hodovaniuk, T., Makhometa, T., Tiahai, I., Voznosymenko, D., Dubovyk, V.: Use of the Dynamic Mathematical Program of GeoGebra in Classes in Mathematical Disciplines in the Conditions of Blended Learning. In: Lytvynova, S., Burov, O.Y., Demeshkant, N., Osadchyi, V., Semerikov, S. (eds.) *Proceedings of the VI International Workshop on Professional Retraining and Life-Long Learning using ICT: Person-oriented Approach (3L-Person 2021) co-located with 17th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI 2021)*, Kherson, Ukraine, October 1, 2021, *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 3104, pp. 77–86, CEUR-WS.org (2021), URL <https://ceur-ws.org/Vol-3104/paper162.pdf>
- [8] Hodovaniuk, T., Vasylieva, D.: Some aspects of mathematics blended learning organization in schools. *Ukrainian Pedagogical Journal* (2), 105–115 (2022), <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2022-2-105-115>
- [9] Hodovaniuk, T., Voznosymenko, D.: The value-competent approach in the professional training of future teachers of mathematics. *Collection of Scientific Papers of Uman State Pedagogical University* (4), 24–31 (Jan 2023), <https://doi.org/10.31499/2307-4906.4.2022.269290>

- [10] Imamyartha, D., Widiati, U., Anugerahwati, M., Hamat, A.: Moodle and Telegram to Develop Students' Language Performance and Knowledge Co-Construction in Technology-Enhanced CLIL. *Studies in English Language and Education* **10**(2), 863–883 (2023), <https://doi.org/10.24815/siele.v10i2.28295>
- [11] Kaluhin, R.: Competence model of master in specialty 014 Secondary Education (Mathematics). *Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Series "Pedagogical Sciences"* (3), 116–122 (2021), URL <https://ped-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/4332>
- [12] Kaluhin, R.: Electronic constructor of stereometric problems. *Naukovi zapysky molodykh vchenykh* (10) (2022), ISSN 2617-2666, URL <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1976>
- [13] Kaluhin, R.: A roadmap for online course development to blended learning of master students. *Physical and Mathematical Education* **35**(3), 33–40 (2022), <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2022-035-3-005>
- [14] Kuzminska, O.: Portfolio Oleny Kuzminskoi (2024), URL <https://nubip.edu.ua/node/3983>
- [15] Lorenz, P., König, L.: Engaging students through messaging applications in foreign language learning. *Journal of Applied Learning and Teaching* **6**(2), 241–251 (2023), <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.2.30>
- [16] Lovianova, I.: Robocha prohrama navchalnoi dystsypliny "Metodyka navchannia matematyky u profilnii shkoli" (2023), URL https://drive.google.com/file/d/1MXqmj5p5cIDYsi3xivWmmGM_PFb8J4xw/view
- [17] Lovianova, I.: Metodychni studii Iryny Lovianovoi (2024), URL <http://lomonosixa.blogspot.com/>
- [18] Lovianova, I., Kaluhin, R., Kovalenko, D., Rovenska, O., Krasnoshchok, A.: Development of logical thinking of high school students through a problem-based approach to teaching mathematics. *Journal of Physics: Conference Series* **2288**(1), 012021 (2022), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2288/1/012021>
- [19] Lysenko, I.: Organization of distance and blended learning on the Moodle platform. *Research Notes. Series "Psychology and Pedagogy Research (Nizhyn Mykola Gogol State University)"* (2), 79–88 (2023), <https://doi.org/10.31654/2663-4902-2023-PP-2-79-88>
- [20] Mahdiun, R., Salimi, G., Raeisy, L.: Effect of social media on academic engagement and performance: Perspective of graduate students. *Education and Information Technologies* **25**(4), 2427–2446 (2020), <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10032-2>
- [21] Makhometa, T., Tiahai, I.: Innovative technologies for the training of future teachers of Mathematics: current trends and practice of implementation. *Science and Technology Today* (3(17)), 360–369 (2023), [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3\(17\)-360-369](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3(17)-360-369)
- [22] Martyniuk, O., Martyniuk, O., Pankevych, S., Muzyka, I.: Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of Physics. *Educational Technology Quarterly* **2021**(3), 347–359 (2021), <https://doi.org/10.55056/etq.39>

- [23] Mintii, I.: Blended learning for teacher training: benefits, challenges, and recommendations. *Educational Dimension* **9**, 1–12 (2023), <https://doi.org/10.31812/ed.581>
- [24] Nungu, L., Mukam, E., Nsabayezi, E.: Online collaborative learning and cognitive presence in mathematics and science education. Case study of university of Rwanda, college of education. *Education and Information Technologies* **28**(9), 10865–10884 (2023), <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11607-w>
- [25] Omar, A., Harb, F.E., Al-Shredi, N., Ethelb, H.: Exploration of EFL Freshman Law Students’ Attitudes on Telegram Messenger Usability in a Legal Terminology Course. *Theory and Practice in Language Studies* **12**(12), 2519–2526 (2022), <https://doi.org/10.17507/tpls.1212.06>
- [26] Rashevskaya, N., Kiianovska, N.: Improving blended learning in higher technical education institutions with mobile and cloud-based ICTs. *Educational Dimension* **9**, 13–31 (2023), <https://doi.org/10.31812/ed.608>
- [27] Rudenko, Y., Naboka, O., Korolova, L., Kozhukhova, K., Kazakevych, O., Semenikhina, O.: Online Learning with the Eyes of Teachers and Students in Educational Institutions of Ukraine. *TEM Journal* **10**, 922–931 (2021), <https://doi.org/10.18421/TEM102-55>
- [28] Semerikov, S., Vakaliuk, T., Mintii, I., Didkivska, S.: Challenges facing distance learning during martial law: results of a survey of Ukrainian students. *Educational Technology Quarterly* **2023**(4), 401–421 (2023), <https://doi.org/10.55056/etq.637>
- [29] Sitak, I., Vlasenko, K., Kondratyeva, O., Lovianova, I., Chumak, O.: Methodological approach for developing online courses: a case study. *Educational Technology Quarterly* **2023**(4), 436–457 (2023), <https://doi.org/10.55056/etq.624>
- [30] Spirin, O.M., Pinchuk, O.P.: Tsyfrova transformatsiia osvity s seredovyshech: osnovni napriamy ta zavdannia naukovo-pedahohichnykh doslidzhen. In: *Innovatsiini transformatsii v suchasni osviti: vyklyky, realii, stratehii*. Zbirnyk materialiv V Vseukrainskoho vidkrytoho naukukovo-praktychnoho onlain-forumu, p. 187–190, Natsionalnyi tsentr “Mala akademiia nauk Ukrainy”, Kyiv (2023), URL <https://lib.iitta.gov.ua/737272>
- [31] Topolnyk, Y.: *Metodychni rekomendatsii z vykorystannia zasobiv informatsiino-komunikatsiinoi pidtrymky naukovo-pedahohichnykh doslidzhen: dlia zdobuvachiv stupeniv vyshchoi osvity “mahistr” i “doktor filozofii” v haluzi znan “Osvita”*. Vyd-vo B. I. Matorina, Sloviansk (2018)
- [32] Vakaliuk, T.: Portfolio Tetiany Vakaliuk (2024), URL <https://sites.google.com/view/neota/>