

УДК 378:371.134:51

DOI: 10.31652/2412-1142-2021-60-81-90

**Матяш Ольга Іванівна**

доктор педагогічних наук, професор кафедри алгебри і методики навчання математики  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0002-7149-9545  
*matyash\_27@ukr.net*

**Михайленко Любов Федорівна**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри алгебри і методики навчання математики  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
м. Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0001-5051-5561  
*mikhailenkolf@gmail.com*

**Восвода Аліна Леонідівна**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри алгебри і методики навчання математики,  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського,  
Вінниця, Україна  
ORCID ID: 0000-0003-1844-6759  
*voevalina@gmail.com*

## **АКТУАЛЬНІ АСПЕКТИ МІЖНАРОДНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ В ГАЛУЗІ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ**

**Анотація.** В статті описаний основний зміст наукових дискусій на Міжнародному форумі CERME, організованому Європейським товариством досліджень математичної освіти в лютому 2021 року. Автори цієї статті були єдиними представниками від України на цьому форумі. ERME прагне забезпечити обмін інформацією для підвищення ефективності й доступності наукових досліджень у галузі математичної освіти в усьому світі. Особлива увага під час проведення конгресів ERME приділяється питанням сучасних інформаційних технологій навчання. Нині найбільш часто учасники форуму обговорювали проблеми, які стосуються дистанційної практики навчання математики в школі та дистанційної практики фахової підготовки вчителів математики. В центрі наукової дискусії – перспективи змішаного навчання для математичної освіти. Зокрема, програми для змішаної форми професійної підготовки учителів дозволяють досліджувати нове навчальне середовище, яке задовольняє потреби конкретних груп майбутніх та працюючих учителів математики. Серед переваг змішаного навчання: педагогічна доступність, оскільки викладач може отримати доступ до низки нових ресурсів і застосувати нові можливості у процесі конкретного заняття; можливості підключення до заняття на будь-якій відстані та гнучкості розкладу; менша вартість витрат на залучення якісного складу викладачів. Зокрема, онлайн-навчання дає можливість запрошення значної кількості найкращих викладачів з усієї країни. Поява COVID значно вплинула на пришвидшення розробки інструментів, платформ та навчальної техніки для онлайн навчання. Долучення до наукової спільноти ERME може стати важливим чинником появи спільних досліджень актуальних проблем. Варто глибше проаналізувати закордонний досвід та обґрунтувати нові можливості та потреби використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти в Україні.

**Ключові слова:** інформаційні технології навчання; математична освіта; підготовка вчителя математики.

### **1. ВСТУП**

З 2 лютого по 5 лютого 2021 року в Лондоні відбувся Міжнародний форум CERME, організований Європейським товариством досліджень математичної освіти. Конгрес ERME був спланований на лютий 2021 року. Пандемія COVID-19 змусила змістити проведення цього

заходу. Згодом було прийняте рішення про проведення віртуального онлайн форуму. В його роботі взяли участь біля 1400 учасників із 70 країн світу. На рисунку 1 наочно показано представництво на форумі науковців-дослідників математичної освіти з чотирьох різних континентів.

<u>Europe</u>		<u>Americas</u>		<u>Australasia</u>	
Turkey	168	USA	91	Philippines	26
Germany	120	Brazil	47	Indonesia	12
Portugal	85	Canada	38	Japan	12
UK	82	Mexico	26	China	11
Israel	75	Chile	18	India	11
Italy	65	Peru	5	South Korea, Lebanon	10
Spain	58	Argentina	4	Australia	8
Greece	58	Colombia	3	Iran	8
Norway	39	Costa Rica	3	New Zealand	5
Hungary	34	<u>Ecuador, Uruguay</u>	<u>1 each</u>	Emirates, Singapore	2 each
Sweden	32	<b>Total</b>	<b>237</b>	Macao, Nepal,	
Netherlands	24		<b>17%</b>	Kuwait, Sri Lanka,	
France	18			Saudi Arabia, Taiwan,	
Denmark	16			<u>Thailand</u>	<u>1 each</u>
Ireland	15			<b>Total</b>	<b>125</b>
Poland	13				<b>9%</b>
Czech Republic	13				
Austria	11	<u>Africa</u>			
Slovakia	10	South Africa	16		
Croatia	9	Namibia	4		
Serbia	8	Tunisia	3		
Switzerland, Belgium	5 each	Angola, Egypt, Kenya	2 each		
Iceland, Finland, Cyprus	4 each	Algeria, Botswana,			
Ukraine	3 each	Ethiopia, Ghana,			
Russia, Malta	2 each	Malawi, Tanzania,			
North Macedonia,		Zimbabwe	1 each		
Luxembourg, Kosovo,					
Harper Island	1 each				
<b>Total</b>	<b>989</b>	<b>Total</b>	<b>36</b>		
	<b>71%</b>		<b>3%</b>		

Рис.1. Представництво науковців-дослідників математичної освіти на CERME

З України в цьому важливому форумі взяли участь автори даної статті – викладачі Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського: професор Матяш Ольга Іванівна, доцент Михайленко Любов Федорівна та аспірантка Мілян Роксолана Степанівна.

Впродовж трьох днів працювали 27 секцій за науковими інтересами: TWG 1: Аргументація та доведення; TWG 2: Арифметичні та числові системи; TWG 3: Алгебраїчне мислення; TWG 4: Викладання та навчання геометрії; TWG 5: Навчання ймовірності та статистиці; TWG 6: Математичне моделювання; TWG 7: Математична освіта дорослих; TWG 8: Афективність у навчанні та вивченні математики; TWG 9: Розвиток математичної мови; TWG 10: Математична освіта у соціальній, культурній та політичній сфері; TWG 11: Алгоритміка; TWG 12: Історія математичної освіти; TWG 13: Викладання та навчання математики у початковій школі; TWG 14: Викладання та навчання математики в університеті; TWG 15: Викладання математики з використанням технологій та інших ресурсів; TWG 16: Вивчення математики за допомогою технологій та інших ресурсів; TWG 17: Теоретичні перспективи та підходи в математичній освіті; TWG 18: Навчання вчителів та підвищення кваліфікації вчителів математики; TWG 19: Викладання математики та досвід вчителів;

TWG 20: Знання вчителів математики, переконання та ідентичність; TWG 21: Оцінювання навчальних досягнень учнів з математики; TWG 22: Навчальні ресурси та проектування завдань у математичній освіті; TWG 23: Впровадження результатів досліджень у математичну освіту; TWG 24: Наочність у навчанні учнів математики; TWG 25: Інклюзивна математична освіта – виклики для учнів з особливими потребами; TWG 26: Математика в контексті STEM освіти; TWG 27: Професійна підготовка та підтримка вчителів математики.

З поміж вказаних секцій виокремимо ті, у роботі яких розглядалися результати досліджень використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти: TWG 15: Викладання математики з використанням технологій та інших ресурсів; TWG 16: Вивчення математики за допомогою технологій та інших ресурсів.

**Постановка проблеми.** Спільнота ERME утворена в травні 1997 року представниками 16 європейських країн, які спеціально зібралися в Оснабрюке (Німеччина), щоб забезпечити умови для комунікації у дослідженнях та розвитку співробітництва в галузі математичної освіти в Європі. Таким чином, уже майже 25 років ERME заохочує й підтримує спільну діяльність дослідників математичної освіти:

- з'ясовується тематика досліджень, які проводяться в різних країнах, щоб надати можливість для розширення дослідницьких умов;
- створюються умови для виходу за рамки місцевого контексту для розширення знання і розуміння в наукових галузях;
- вивчаються можливості для поєднання і використання досвіду в суміжних галузях задля розширення наукового знання;
- визначаються ключові аспекти наукового інтересу або проблеми, які можуть стати головним напрямом спільних досліджень у більш широкому діапазоні.

Проведено одинадцять конгресів ERME (один раз на два роки), які традиційно збирають тисячі дослідників у галузі математичної освіти, які представляють не лише країни Європи, а й країни Америки, Африки та Азії. Можна стверджувати, що ERME намагається забезпечити обмін інформацією для підвищення ефективності й доступності наукових досліджень у галузі математичної освіти в усьому світі. Особлива увага під час проведення конгресів ERME приділяється питанням сучасних інформаційних технологій навчання.

Тенденції розвитку української освіти, врахування кращого закордонного досвіду, спонукають ЗВО України активно шукати можливості для грантової підтримки наукових досліджень. Набутий нами початковий досвід підготовки грантових проектів дозволив усвідомити, що важливо мати налагоджені наукові зв'язки із європейськими дослідниками освіти. Важливо бути цікавими для їхніх досліджень, або бути переконливими в аргументації власних ідей. За результатами нашої участі в Міжнародному форумі CERME можемо стверджувати про один із реальних шляхів розвитку співробітництва із європейськими дослідниками в галузі математичної освіти.

**Мета статті:** проаналізувати актуальні аспекти міжнародних досліджень використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти на основі власних вражень від наукових дискусій в рамках Міжнародного форуму CERME (лютий 2021 року).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Використання інформаційних технологій навчання у галузі математичної освіти є актуальним для науковців-дослідників математичної освіти, причому, не тільки представників TWG 15 і TWG 16. Зокрема, у 2019 році на пленарному засіданні CERME 11 одна із трьох доповідей була присвячена питанню поєднання різних поглядів на використання цифрових технологій в математичній освіті [1]. У 2021 році на онлайн заході ERME єдина пленарна доповідь була присвячена використанню інформаційних технологій у навчанні учнів математики.

У 2017 році на CERME використання інформаційних технологій у математичній освіті стали вивчати у двох групах: TWG 15 – питання, пов'язані з викладанням, освітою вчителів та професійним розвитком, TWG 16 – навчання учнів математики за допомогою технологій, використання програмного забезпечення та створенням завдань. У роботі цих груп приймали участь науковці з Австрії, Англії, Бразилії, Греції, Данії, Ісландії, Ізраїлю, Німеччини,

Норвегії, Португалії, Туреччини, Франції, Швеції та ін. Організатори тематичної робочої групи 15 «Викладання математики з використанням технологій та інших ресурсів» Елісон Кларк-Вілсон, Орнелла Робутті, Меліх Тургут, Івета Коханова [2; 3], провели аналіз представлених доповідей та матеріалів і описали хід роботи групи. Зокрема, автори виділили основні теми, навколо яких об'єдналися науковці TWG15:

- знання, навички та засоби, необхідні для ефективного викладання математики із загальними та специфічними для математики технологіями та ресурсами;
- підвищення кваліфікації вчителів, що включають знання, навички та засоби які можна залучати до роботи та навчання вчителів в Інтернет-спільнотах;
- теоретичний та методологічний підходи до опису досвіду вчителів математики у розробці та використанні технологій та ресурсів;
- теорія та практика, що стосуються формуючого / підсумкового оцінювання математичного знання в технологічному середовищі.

Зокрема, турецькі дослідники ділилися досвідом застосування GeoGebra для навчання майбутніх вчителів розв'язувати задачі на побудову методом геометричних перетворень, описано досвід на прикладі розв'язань 14 задач на побудову[4]. Майк Браукмюллер [5] у своїй статті переконує, що вчителі використовують цифрові інструменти у процесі навчання математики, якщо вони задовольняють потреби вчителів. «Мультимодальне навчання алгебри» (MAL) авторський проект, загальною метою якого є розробити цифрову систему навчання алгебри (MAL-система), яка підтримує перехід учнів із арифметики до алгебри (у статті наведено приклад тільки з лінійними рівняннями). Дослідники описують процес створення та вдосконалення освітнього ресурсу із допомогою шкільних вчителів математики що є авторами шкільних підручників. Матс Брунстрем, Марія Фальгрен (Швеція) [6] у своєму повідомленні окреслюють напрями використання технології підключення класів (CCT), яку автори розкривають як мережеву систему персональних комп'ютерів або кишенькових пристроїв, спеціально розроблених для використання в класі для інтерактивного навчання. Організатори групи TWG15 відмічають тенденцію до збільшення кількості досліджень, у яких учителі математики є не тільки «споживачами» готових розробок. Залучення учителів та учнів до створення завдань, наочності тощо є новим напрямом у роботі групи. Все більше уваги звертається на дослідження ситуацій, де співпрацюють вчителі між собою та з більш обізнаними іншими вчителями з метою розвитку знань та набуття досвіду в роботі з цифровими математичними інструментами [2; 3].

Сфера діяльності робочої групи TWG 16 спрямована на дослідження використання інформаційних та комунікаційних технологій (ІКТ) у навчанні учнів математики. ІКТ включають програмне забезпечення, різні види портативних пристроїв, діяльність в Інтернеті та класі тощо. Організатори тематичної робочої групи TWG16 Ганс-Георг Вейганд, Наталі Сінклер, Ана Донеvська-Тодорова, Елеонора Фаджано, Ейріні Гераніу та інші [7; 8], виділили основні напрями досліджень:

- вивчення конкретних тем шкільного курсу математики з використанням ІКТ (раціональні числа, стохастика, рівняння, функції тощо);
- оцінювання навчальних досягнень учнів (підсумкове, формувальне), зокрема оцінювання за допомогою динамічних програмних систем (DGS), тестів; самооцінка, зворотній зв'язок з використанням ІКТ;
- використання ІКТ у процесі моделювання: розуміння процесу моделювання, наведення конкретних прикладів, довгострокові ефекти моделювання;
- використання інструментів для навчання математики: програми, динамічна геометрія, графічні калькулятори, віртуальна та доповнена реальність;
- організація діяльності учнів: гейміфікація, онлайн-курси, перевернутий клас, спільна робота.

Особливу увагу дослідники із Європи відводять використанню популярного, зручного і доступного динамічного геометричного середовища GeoGebra. Різні технології використання

GeoGebra на уроках математики розкрито у працях [9-12]. Науковці з Греції Мірто Караваку, Хроніс Кінігос [13], аргументують важливість усвідомленого засвоєння математичних понять, особливо тригонометричних. Автори розробили програмний інструмент MaLT2, який інтегрує програмування та динамічні маніпуляції зі значеннями змінних, щоб надати учням можливість встановити зв'язок між періодичністю та тригонометричними функціями. У статті детально розкривається методика вивчення тригонометричних функцій на задачах прикладного змісту з використанням ІКТ.

Науковці з Канади Шон Чорні, Канан Гюнес, Наталі Сінклер [14], сфокусували своє дослідження на жестах двома руками при використанні інноваційного додатка iPad під назвою TouchTimes. В університеті Гете було створено проект MathCityMap Франкфурта. Він надає користувачам веб-портал як графічний інтерфейс для бази даних математичних завдань і маршрутів, а також із додатком для смартфонів (iOS та Android). Додаток надає відгуки про розв'язання (неправильно / правильно), і користувачі можуть приймати підказки з програми, тому жодне неправильне розв'язання не залишається без коментарів. Науковці Йорг Зендер, Матіас Людвіг [15], розкрили власний досвід застосування цього додатку, а саме на прикладі теми «Циліндр» автори показали як можна основні типи шкільних математичних задач замінити прикладними.

Використання віртуальної та доповненої реальності для процесу навчання та викладання математики є однією із актуальних тем сьогодення. Джулія Біні, Орнелла Робутті (Італія) [11], на етапі дослідження математичних мемів спробували з'ясувати, чому мему в Інтернеті взагалі та математичні Інтернет-меми, зокрема, мають успіх на соціальній арені. Зокрема, зрозуміли що жарт, ефект «ага» перегукується з такими емоціями як здивування, як спантеличеність. Якість математичного дискурсу, захопленого цими математичними мемами в Інтернеті переконала дослідників, що учні повинні самі створювати мему і знімати відео, щоб відстежувати пояснення математичних понять. Науковці з Німеччини та Ізраїлю Флоріан Шахт, Усама Свідан [16] працюють над розробкою навчального дизайну, що стосується використання технології доповненої реальності. Першим кроком дослідження є проектування як завдань, так і технологій реалізації. Дослідники у своїй першій спробі розробити прототип AR використовували програмне забезпечення MATLAB, яке має можливість ідентифікувати динамічність об'єкта та подати його графічно або чисельно. Автори статті відзначають, що прототипом AR, який можна використовувати для дослідження динамічного реального життя з математичними поняттями – користувач носить окуляри та дані відображаються в різних режимах подання одночасно.

## 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Розглянемо хід наукових дискусій в рамках Міжнародного форуму CERME-2021 (учасниками якого нам пощастило бути), які стосуються використання інформаційних технологій навчання у процесі формування математичних компетентностей учнів.

У перший день форуму із лекцією «Технології в математичній освіті» виступила Наталі Сінклер – професорка університету Саймона Фрейзера (Канада). Наталі Сінклер презентувала свої останні дослідження щодо використання технології сенсорного екрану. Вона також пояснила, як дослідження в окремій галузі інформаційних технологій можуть підключитися до більш широких тем наукового співтовариства.

Четвертого дня форуму відбулася панельна дискусія на тему «Математична освіта під час пандемії COVID-19 та поза нею: проблеми та можливості для математичної освіти». Учасники дискусії Маріо Санчес Ангуілар (Мексика), Меррілін Гус (Ірландія), Крістіна Сабена (Італія) та Іветт Соломон (Норвегія/Великобританія) аргументували виклики пандемії для освіти та власне бачення можливостей математичної освіти, можливостей інформаційних технологій в умовах пандемій.

Крістіна Сабена (Італія) – доцент кафедри філософії та освіти Університету з математичної освіти у Торіно, зосередила увагу у власному виступі на характеристиці тематики статей останнього випуску журналу «Educational Studies in Mathematics»

видавництва Springer, членкиня редакційної колегії якого вона є. Крістіна Сабена зазначила, що нині найбільш часто автори статей досліджують проблеми, які стосуються дистанційної практики навчання математики в школі. Зокрема, вивчаються можливості та особливості перенесення ефективних методів та прийомів навчання математики з класної кімнати у віртуальні класні кімнати (простори). Також Крістіна Сабена повідомила, що редакційна колегія журналу готова публікувати обґрунтування ідей дослідників про те, які нові методи можуть розроблятися для дистанційного навчання математики в режимі онлайн. Крістіна Сабена зазначила, що набагато менше уваги дослідників було зосереджено на проблемі дистанційного навчання студентів. На завершення свого виступу Крістіна Сабена повідомила, що готується спеціальний випуск журналу ESM – «Математична освіта під час кризової вірусної пандемії».

Професор Університету Осло (Норвегія) Івет Соломон свій виступ присвятив сучасним викликам та можливостям математичної освіти. В основі його виступу – роздуми про інклюзивність, різноманітність та справедливість. Зокрема, Івет Соломон зазначив, що варто зважати на цифровий розрив (деякі студенти та учні не мають доступу до цифрових ресурсів), на рівні вмотивованості до навчання та інші особистісні проблеми учнів та студентів. Характеризуючи навчання учнів під час локдауну, Івет Соломон акцентував увагу на нових помітних можливостях для вчителів та учнів. Зокрема, для учнів це: нові матеріали для використання в Інтернеті (вдома) в соціально віддаленому класі; індивідуальні матеріали для усунення прогалин у навчанні математики; нові умови для систематизації та узагальнення знань та умінь з математики. Навчання під час локдауну надало нові помітні можливості для вчителів: використання відеоматеріалів у нових обставинах; усвідомлення впливу дистанційних технологій для розуміння особливостей формування та розвитку мислення учнів.

Меррілін Гус професор STEM -освіти та директор EPI\*STEM, Національного центру STEM-освіти, в Університеті Лімерика (Ірландія) свій виступ присвятила проблемі підвищення якості професійної підготовки майбутніх учителів математики. Зокрема, увага була зосереджена на перспективах змішаних навчальних підходів до освіти вчителів. Як зазначила Меррілін Гус, комбіноване навчання дає можливість поєднати особисту та онлайн-взаємодію. Доповідачка зазначила, що дослідження змішаних підходів для освіти вчителів математики знаходяться в Ірландії на початковому етапі. Ще немає великої кількості доказів ефективних способів розробки змішаних програм, однак Меррілін Гус поділилася результатами власних спостережень здійснених під час координації та аналізу багатьох змішаних програм навчання вчителів математики всієї Ірландії. Зокрема, початкова практика розробки змішаних програм професійної підготовки учителів математики дозволяє схарактеризувати нове навчальне середовище, яке задовольняє професійні навчальні потреби конкретних груп майбутніх учителів математики. Нині чітко можна вказати три аспекти, які потрібно дослідити, науково обґрунтувати:

– *перший аспект* – чи є переваги у змішаного навчання, у порівнянні із традиційним навчанням майбутніх учителів математики?

*Однією* із таких *переваг* може бути педагогічна доступність, оскільки викладач може отримати доступ до низки нових ресурсів і застосувати нові можливості у процесі конкретного заняття. *Друга перевага* полягає у можливості підключення до заняття на будь-якій відстані та гнучкості розкладу. Це важливо для майбутніх учителів, які вже працюють, або мають певні сімейні проблеми. Вони отримують можливість певної корекції часу свого навчання, адже це можливо зробити в Інтернет-середовищі. *Третя очевидна перевага* змішаного навчання – це вартість витрат на залучення якісного складу викладачів. Зокрема, онлайн-навчання дає можливість запрошення, для підготовки майбутніх учителів математики, значної кількості найкращих викладачів з усієї країни.

– *другий аспект* – що є ефективним для професійного розвитку вчителя математики?

Для відповіді на поставлене питання нині здійснюється багато досліджень. Уже зараз

можна стверджувати, що ефективні програми професійного розвитку мають певні особливості. З'ясувати всі ці особливості, проаналізувати їх, а головне, розробити технології професійного розвитку із врахуванням реальних потреб учителів, а також національних пріоритетів в освіті, закликала Меррілін Гус у своєму виступі.

– *третій аспект* – чи важливо враховувати окремі характеристики та потреби конкретних груп учителів математики в умовах змішаного навчання?

Меррілін Гус підкреслила, що має значний досвід роботи із вчителями загальноосвітніх шкіл, які не є математиками, але які з різних причин почали викладати математику в школі. Зокрема, у процесі онлайн-лекцій та очних занять з такими учителями долалися проблеми їхньої математичної, методичної та педагогічної підготовки. Таке змішане навчання для працюючих учителів математики продовжувалося 2 роки. Меррілін Гус на основі вказаного досвіду виокремила ключові аспекти такого змішаного навчального середовища: по-перше, педагогічна охопленість виникла із великого розмаїття підходів для онлайн, які використовувалися: програмне забезпечення в Інтернеті, інтерактивні відео, веб-ресурси поєднуються з особистою присутністю тощо. Інші аспекти пов'язані з доступом, гнучкістю та ефективністю змішаного підходу, і це було пов'язано зі структурними особливостями програм. Основний виклик – це особиста ітерація побудови взаємозв'язків та спільноти. На завершення свого виступу, Меррілін Гус зазначила, що з появою COVID, змушені були значно пришвидшити розробку інструментів, платформ та навчальної техніки для онлайн навчання.

Маріо Санчес Агілар (Національний політехнічний інститут, Мексика) у своєму виступі зазначив, що нині ми живемо в надзвичайні часи не лише для охорони здоров'я, а й для досліджень та практики математичної освіти. Протягом усього останнього десятиліття ми активно розвивали знання як викладачі-методисти та дослідники математичної освіти. Нині гостро постає питання: як ми можемо застосувати набуті знання в нових умовах? Суспільство очікує від нас відповідей на нові запитання та конкретні поради для вчителів математики:

- Які підходи для навчання математики «працюють» в Інтернеті?
- Який вид діяльності може сприяти вивченню математики онлайн?
- Як нині отримувати математичну освіту верствам населення з обмеженим доступом до цифрових технологій, або без нього?
- Як зміцнити та популяризувати математичне знання, щоб залучити й батьків до навчання дітей математики вдома?
- Які математичні компетентності слід формувати, щоб підготувати громадян до інтерпретації інформації у сценаріях надзвичайних ситуацій у галузі охорони здоров'я?

Пошук науково обґрунтованих відповідей на вказані питання Маріо Санчес Агілар визначив, як нові можливості для розширення досліджень в галузі математичної освіти.

### 3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Таким чином, уже майже 25 років ERME заохочує й підтримує спільну діяльність дослідників математичної освіти:

- з'ясовується тематика досліджень, які проводяться в різних країнах, щоб надати можливість для розширення дослідницьких умов;
- створюються умови для виходу за рамки місцевого контексту для розширення знання і розуміння в наукових галузях;
- вивчаються можливості для поєднання і використання досвіду в суміжних галузях задля розширення наукового знання;
- визначаються ключові аспекти наукового інтересу або проблеми, які можуть стати головним напрямом спільних досліджень у більш широкому діапазоні.

Нині, в умовах пандемії COVID-19, увага дослідників математичної освіти в світі зосереджена на проблемах: змішаного навчання учнів математики; змішаного навчання у процесі фахової підготовки вчителів математики та проблемі розробки інструментів, платформ та навчальної техніки для онлайн навчання математики.

На сучасному етапі розвитку математичної освіти в Україні вказані напрями наукових досліджень, очевидно, також є актуальними. Поступово приходить усвідомлення, що без оновленої системи формування методичної компетентності вчителів математики якісно організувати змішане навчання математики неможливо. Якісна методична підготовка вчителів математики є нині важливим та актуальним питанням у всьому світі. На нашу думку, варто глибше проаналізувати закордонний досвід та обґрунтувати нові можливості та потреби використання інформаційних технологій навчання в галузі математичної освіти. Саме в цьому вбачаємо перспективи подальших досліджень.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Paul Drijvers. Embodied instrumentation: combining different views on using digital technology in mathematics education. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02436279)
- [2] Alison Clark-Wilson, Ornella Robutti, Melih Turgut, Iveta Kohanová. Introduction to the papers of TWG15: Teaching Mathematics with Technology and Other Resources. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417049)
- [3] Alison Clark-Wilson, Gilles Aldon, Iveta Kohanová, Ornella Robutti. Introduction to the papers of TWG15: Teaching mathematics with resources and technology. CERME10, Feb 2017, Dublin, Ireland. (hal-01942152)
- [4] Gulay Bozkurt, Candas Uygan, Melih Turgut. Turning dilate from point tool into part of an instrument: an example of a preservice mathematics teacher working on a dynamic geometry system. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417054)
- [5] Maike Braukmüller, Angelika Bikner-Ahsbahr, Dirk Wenderoth. Towards linking teaching, technology and textbooks. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417055)
- [6] Mats Brunström, Maria Fahlgren. Project in preparation - Connected classroom technology (CCT) to enhance formative assessment in mathematics education. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417056)
- [7] Hans-Georg Weigand, Nathalie Sinclair, Ana Donevska-Todorova, Eleonora Faggiano, Eirini Geraniou, et al.. Introduction to the papers of TWG16: Learning Mathematics with Technology and Other Resources. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02421270)
- [8] Paul Drijvers, Eleonora Faggiano, Eirini Geraniou, Hans-Georg Weigand. Introduction to the papers of TWG16: Learning Mathematics with Technology and Other Resources. CERME 10, Feb 2017, Dublin, Ireland. (hal-01946356)
- [9] Ingi Højsted. Guidelines for design of didactic sequences utilizing dynamic geometry affordances related to mathematical reasoning competency. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428249)
- [10] Edith Lindenbauer. Investigating students' use of dynamic materials addressing conceptions related to functional thinking. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428705)
- [11] Giulia Bini, Ornella Robutti. Meanings in Mathematics: using Internet Memes and Augmented Reality to promote mathematical discourse. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02422152)
- [12] Markku Hannula, Miika Toivanen. The effect of digital tools on visual attention during problem solving: Variance of gaze fixations when working with GeoGebra or on paper. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02422293)
- [13] Myrto Karavakou, Chronis Kynigos. Exploring with digital media to understand trigonometric functions through periodicity Periodicity for meaning making in Trigonometry. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428254)
- [14] Sean Chorney, Canan Gunes, Nathalie Sinclair. Multiplicative reasoning through two-handed gestures. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02422197)
- [15] Joerg Zender, Matthias Ludwig. The long-term effects of MathCityMap on the performance of German 15 year old students concerning cylindric tasks. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428897)
- [16] Florian Schacht, Osama Swidan. Exploring pre-calculus with augmented reality. A design-based-research approach. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428775)



## CURRENT ASPECTS OF INTERNATIONAL RESEARCH ON THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES OF LEARNING IN THE FIELD OF MATHEMATICAL EDUCATION

**Matiash Olha Ivanivna**

Doctor of Science in Pedagogy, Professor, Head of the Department of Algebra and Mathematics Teaching Methods  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0002-7149-9545  
*matyash\_27@ukr.net*

**Mykhailenko Liubov Fedorivna**

PhD in Pedagogy (branch of science: Theory and Methods of Vocational Education), Associate Professor of the Department of Algebra and Mathematics Teaching Methods  
Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Ukraine,  
ORCID ID: 0000-0001-5051-5561  
*mikhailenkolf@gmail.com*

**Voievoda Alina Leonidivna,**

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Algebra and Methods of Teaching Mathematics, Vinnytsia State Pedagogical University named after Mykhailo Kotsyubynsky,  
Vinnytsia, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0003-1844-6759  
*voevalina@gmail.com*

**Abstract.** The article describes the main content of scientific discussions at the International Forum CERME, organized by the European Society for Mathematical Education Research in February 2021. The authors of this article were the only representatives from Ukraine at this forum. ERME seeks to ensure the exchange of information to increase the efficiency and accessibility of research in mathematics education around the world. Special attention during the ERME congresses is paid to the issues of modern information technologies of education. Currently, the forum participants most often discussed issues related to the distance practice of teaching mathematics at school and the distance practice of professional training of mathematics teachers. At the center of the scientific discussion are the prospects of blended learning for mathematics education. In particular, programs for a mixed form of teacher training allow us to explore a new learning environment that meets the needs of specific groups of future and working mathematics teachers. Among the advantages of blended learning: pedagogical accessibility, as the teacher can access a number of new resources and apply new opportunities in the process of a particular lesson; possibility to connect to classes at any distance and schedule flexibility; lower cost of attracting quality teachers. In particular, online learning makes it possible to invite a significant number of the best teachers from all over the country. The advent of COVID has significantly accelerated the development of tools, platforms and learning techniques for online learning. Joining the ERME scientific community can be an important factor in the emergence of joint research on current issues. It is necessary to further analyze foreign experience and justify new opportunities and needs for the use of information technology training in the field of mathematics education in Ukraine.

**Keywords:** information technologies of training; mathematical education; mathematics teacher training.

### References (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] Paul Drijvers. Embodied instrumentation: combining different views on using digital technology in mathematics education. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02436279)
- [2] Alison Clark-Wilson, Ornella Robutti, Melih Turgut, Iveta Kohanová. Introduction to the papers of TWG15: Teaching Mathematics with Technology and Other Resources. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417049)
- [3] Alison Clark-Wilson, Gilles Aldon, Iveta Kohanová, Ornella Robutti. Introduction to the papers of TWG15: Teaching mathematics with resources and technology. CERME10, Feb 2017, Dublin, Ireland. (hal-01942152)
- [4] Gulay Bozkurt, Candas Uygan, Melih Turgut. Turning dilate from point tool into part of an instrument: an example of a preservice mathematics teacher working on a dynamic geometry system. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417054)

- [5] Maike Braukmüller, Angelika Bikner-Ahsbals, Dirk Wenderoth. Towards linking teaching, technology and textbooks. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417055)
- [6] Mats Brunström, Maria Fahlgren. Project in preparation - Connected classroom technology (CCT) to enhance formative assessment in mathematics education. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02417056)
- [7] Hans-Georg Weigand, Nathalie Sinclair, Ana Donevska-Todorova, Eleonora Faggiano, Eirini Geraniou, et al.. Introduction to the papers of TWG16: Learning Mathematics with Technology and Other Resources. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02421270)
- [8] Paul Drijvers, Eleonora Faggiano, Eirini Geraniou, Hans-Georg Weigand. Introduction to the papers of TWG16: Learning Mathematics with Technology and Other Resources. CERME 10, Feb 2017, Dublin, Ireland. (hal-01946356)
- [9] Ingi Højsted. Guidelines for design of didactic sequences utilizing dynamic geometry affordances related to mathematical reasoning competency. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428249)
- [10] Edith Lindenbauer. Investigating students' use of dynamic materials addressing conceptions related to functional thinking. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428705)
- [11] Giulia Bini, Ornella Robutti. Meanings in Mathematics: using Internet Memes and Augmented Reality to promote mathematical discourse. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02422152)
- [12] Markku Hannula, Miika Toivanen. The effect of digital tools on visual attention during problem solving: Variance of gaze fixations when working with GeoGebra or on paper. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02422293)
- [13] Myrto Karavakou, Chronis Kynigos. Exploring with digital media to understand trigonometric functions through periodicity Periodicity for meaning making in Trigonometry. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428254)
- [14] Sean Chorney, Canan Gunes, Nathalie Sinclair. Multiplicative reasoning through two-handed gestures. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02422197)
- [15] Joerg Zender, Matthias Ludwig. The long-term effects of MathCityMap on the performance of German 15 year old students concerning cylindric tasks. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428897)
- [16] Florian Schacht, Osama Swidan. Exploring pre-calculus with augmented reality. A design-based-research approach. Eleventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education, Utrecht University, Feb 2019, Utrecht, Netherlands. (hal-02428775)