

БЕРДЯНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет фізико-математичної, комп'ютерної та технологічної освіти
Кафедра фізики, математики та методики навчання

«Допущено до захисту»
Завідувач кафедру
д.п.н., проф. Олександр
ШКОЛА
«12» грудня 2025 р.

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ЗАСАДИ РОЗВИТКУ ШКІЛЬНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ
ОСВІТИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ**

Кваліфікаційна робота магістра

Виконавець: здобувачка другого рівня
вищої освіти, групи м2МА

Галузь знань: 01 Освіта/Педагогіка

Спеціальність: 014 Середня освіта
(Математика)

Освітньо-професійна програма: Середня
освіта (Математика)

ПІБ: Дарина НЕМЧЕНКО

Керівник: к.п.н., ст. викл. Світлана ЄФІМЕНКО

Рецензент: к.п.н., доцент Микола КУДІНОВ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Немченко Дарина Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Концептуальні засади розвитку шкільної математичної освіти в контексті євроінтеграції»

Керівник роботи: Єфименко С.М., к.п.н., ст.викладач.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «24» листопада 2025 року № 692с.

2. Строк подання студентом роботи: 08.12.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: обґрунтувати та визначити перспективи інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС, виокремити ефективні зарубіжні практики та розробити рекомендації щодо їх адаптації у вітчизняній системі освіти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- проаналізувати правові та політичні засади європейської інтеграції України у сфері освіти;

- дослідити стратегічні документи ЄС, що визначають освітні орієнтири математичної підготовки;

- розкрити сучасний стан математичної освіти в Україні та проблеми її узгодження з європейськими стандартами;

- виявити ключові виклики та перспективні напрями інтеграції української математичної освіти в освітній простір ЄС;

- розробити рекомендації щодо удосконалення національної математичної освіти шляхом інтеграції ефективних освітніх практик країн ЄС.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) (за необхідністю):

6. Консультанти розділів роботи (якщо передбачені):

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: 27.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Формулювання теми кваліфікаційної роботи, підготовка вступу, складання плану роботи.	грудень 2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел за темою дослідження, уточнення базових понять дослідження. Підготовка підрозділів 1.1, 1.2.	лютий – квітень 2025 р.	
3.	Підготовка підрозділу 1.3 та висновків розділу 1 кваліфікаційної роботи.	травень – вересень 2025 р.	
4.	Підготовка підрозділів 2.1 – 2.3 кваліфікаційної роботи та висновків 2 розділу.	жовтень – листопад 2025 р.	
5.	Оформлення підсумкового варіанту кваліфікаційної роботи відповідно до чинних вимог.	08.12.2024 р.	


Здобувачка вищої освіти:


(підпис)

Дарина НЕМЧЕНКО

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи:


(підпис)

Світлана ЄФИМЕНКО

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	4
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В ОСВІТНІЙ ПРОСТІР ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ	9
1.1 Європейська інтеграція як стратегічний напрям розвитку України: правові та політичні засади	9
1.2 Стратегічні рамки Європейського освітнього простору (ЕЕА 2021–2030) та Рекомендація Ради ЄС про ключові компетентності (2018) як базові орієнтири математичної освіти	14
1.3 Цифрова трансформація освіти в ЄС: Digital Education Action Plan (2021–2027) і його вплив на математичну грамотність	17
1.4 Досвід інтеграції математичної освіти в освітні системи країн ЄС: огляд зарубіжних практик	21
Висновки до розділу 1	26
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ	28
2.1 Державний стандарт базової середньої освіти (2020): структура й компетентнісний підхід	28
2.2 Концепція розвитку STEM-освіти (2020–2027) як інструмент модернізації математичної освіти	32
2.3 Аналіз результатів українських учнів у PISA-2022: сильні сторони та проблемні зони	37
2.4 Білінгвальна освіта та інтегроване предметно-мовне навчання (CLIL) у математичній освіті України	41
2.5 Вплив війни на освітній процес: проблеми інтеграції учнів у європейські школи та подвійного навчання	46
Висновки до розділу 2	50

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В ОСВІТНІЙ ПРОСТІР ЄС	51
3.1 Ключові виклики: узгодження критеріїв оцінювання, змісту, організації освітнього процесу	51
3.2 Роль підготовки та професійного розвитку педагогічних кадрів у процесі інтеграції	56
3.3 Мовно-культурні бар'єри та стратегії їх подолання	61
3.4 Дорожня карта інтеграції до 2030 року: індикатори, етапи, механізми моніторингу	64
Висновки до розділу 3	70
ВИСНОВКИ	71
ДЕКЛАРАЦІЯ З ВИКОРИСТАННЯ ШІ	76
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	77

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЄС – Європейський Союз

МОН – Міністерство освіти і науки України

PISA – Programme for International Student Assessment (Програма міжнародного оцінювання учнів)

STEM – Science, Technology, Engineering, Mathematics (Наука, Технології, Інженерія, Математика)

CLIL – Content and Language Integrated Learning (Інтегроване предметно-мовне навчання)

НУШ – Нова українська школа

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ВНЗ – Вищий навчальний заклад

НАН України – Національна академія наук України

ІКТ – Інформаційно-комунікаційні технології

ОІСР – Організація економічного співробітництва та розвитку

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури)

EUROSTAT – Statistical Office of the European Union (Статистичне управління Європейського Союзу)

ОЕСД – Organisation for Economic Co-operation and Development (Організація економічного співробітництва та розвитку)

ІСТ – Information and Communication Technologies (Інформаційно-комунікаційні технології)

ВСТУП

Актуальність теми. Ратифікація угоди про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (2014 р.) поклала початок європейської інтеграції всіх ланок соціально-економічного життя країни [31; 37]. Європейська інтеграція є стратегічним напрямом розвитку України, закріпленим у її Конституції [15]. На цьому шляху серед пріоритетних завдань постає реформування всіх аспектів політики та законодавства України з метою відповідності політикам, нормам та правилам Європейського союзу (ЄС) [32].

Важливим етапом стало набуття Україною статусу кандидата у члени ЄС з 23 червня 2022 року [47], що закріпило необхідність системної трансформації всіх сфер життя, зокрема й освіти в цілому, яка розглядається Євросоюзом як основа демократичного розвитку, конкурентоспроможності та соціальної єдності. У цьому контексті особлива увага приділяється математичній освіті.

У 2020 році Європейський Союз затвердив Стратегічні рамки Європейського освітнього простору (European Education Area, ЕЕА) до 2030 року, серед цілей якого – підвищення рівня базових умінь у математиці, зменшення частки учнів із низькими результатами до 15% та розвиток цифрових навичок [58]. Ці завдання прямо співвідносяться з положеннями Рекомендації Ради ЄС про ключові компетентності для навчання впродовж життя (2018), де математична компетентність розглядається як здатність застосовувати знання для розв’язування проблем у різних життєвих ситуаціях [40].

В умовах повномасштабної війни в Україні проблеми інтеграції математичної освіти набули ще більшої актуальності. Вимушена міграція населення України в країни Європейського союзу, що розпочалася після 24 лютого 2022 року, призвела до того, що сотні тисяч учнів опинилися в європейських школах і були змушені адаптуватися до інших освітніх стандартів та програм, водночас дистанційно здобуваючи освіту в українських школах [57; 62].

Це зумовило потребу у швидкому узгодженні навчальних планів, змісту, критеріїв оцінювання та підходів до викладання математики. Серед ключових викликів виділяються: невідповідність критеріїв оцінювання, розбіжності у змісті програм, різна організація освітнього процесу, мовні та культурні бар'єри, а також проблема підготовки кваліфікованих педагогічних кадрів.

Це створило низку системних викликів, які потребують наукового осмислення та вироблення механізмів подолання:

1. Неузгодженість критеріїв оцінювання.
2. Розбіжності у змісті навчальних програм.
3. Відмінності у організації освітнього процесу та типах шкіл.
4. Необхідність підготовки кваліфікованих педагогічних кадрів із цифровими та методичними компетентностями.
5. Мовні та культурні бар'єри через різну термінологію та методи викладання.

Актуальність дослідження зумовлюється потребою наукового осмислення процесів інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС та вироблення практичних рекомендацій щодо їх реалізації.

Проблеми розвитку математичної освіти, її модернізації та інтеграції в міжнародний освітній простір досліджували вітчизняні науковці, зокрема О. Локшина [20], О. Фідкевич, В. Снегір'єва, Н. Бакуліна [35], Н. Тарасенкова, І. Акуленко, І. Лов'янова, З. Сердюк [30], а також зарубіжні фахівці: Т. Парвева, С. Сарджент, Л. Стурман та Дж. Маклафлін [50].

Їхні дослідження дозволяють комплексно оцінити виклики та перспективи розвитку математичної освіти у контексті європейської інтеграції. Незважаючи на вагомий внесок науковців у розробку цих питань, проблема інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС та перспектив її реалізації вимагає подальшого дослідження. Саме це зумовило вибір теми магістерської роботи.

Об'єкт дослідження – процес математичної освіти в системі середньої та професійної школи України в умовах європейської інтеграції.

Предмет дослідження – теоретичні засади та практичні механізми інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС.

Мета дослідження – обґрунтувати та визначити перспективи інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС, виокремити ефективні зарубіжні практики та розробити рекомендації щодо їх адаптації у вітчизняній системі освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати правові та політичні засади європейської інтеграції України у сфері освіти.
2. Дослідити стратегічні документи ЄС, що визначають освітні орієнтири математичної підготовки.
3. Розкрити сучасний стан математичної освіти в Україні та проблеми її узгодження з європейськими стандартами.
4. Виявити ключові виклики та перспективні напрями інтеграції української математичної освіти в освітній простір ЄС.
5. Розробити рекомендації щодо удосконалення національної математичної освіти шляхом інтеграції ефективних освітніх практик країн ЄС.

Методи дослідження:

- **Теоретичні:** аналіз і синтез наукової літератури та нормативних документів ЄС і України, узагальнення наукових підходів до проблеми інтеграції, порівняльний аналіз освітніх систем.

- **Емпіричні:** спостереження за освітнім процесом, аналіз статистичних та дослідницьких даних (зокрема результатів PISA), анкетування та інтерв'ювання учнів і вчителів щодо труднощів адаптації в європейських школах.

Теоретичне значення полягає у визначенні та систематизації теоретико-методологічних засад інтеграції математичної освіти України в європейський освітній простір.

Практичне значення полягає у виробленні методичних рекомендацій для вдосконалення програм з математики, критеріїв оцінювання та підготовки педагогічних кадрів з урахуванням європейських стандартів.

Апробація результатів дослідження були представлені та обговорені на науково-практичній конференції: Немченко Д.О. Сучасні виклики інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС. Матеріали науково-практичної конференції. – Бердянський державний педагогічний університет, 2025. С. 117–119.

Публікації. За темою дослідження підготовлено тези доповідей на студентських наукових конференціях.

Структура роботи. Магістерська робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел 64.

У Державному стандарті базової середньої освіти (2020) [17] наголошується на важливості формування предметних і ключових компетентностей, зокрема мовної та математичної. Це створює підґрунтя для поєднання навчання математики з вивченням іноземних мов.

Використання підходу CLIL (Content and Language Integrated Learning), поширеного у країнах ЄС, передбачає викладання предметів (зокрема математики) іноземною мовою з одночасним засвоєнням предметного змісту і мовних структур [23].

Для української системи освіти білінгвальність стає особливо актуальною: після 2022 року сотні тисяч дітей навчаються в школах країн ЄС (нім., поль., лит., ісп., італ. мови) та паралельно продовжують навчання в українських онлайн-школах. Це створює необхідність формування подвійної математичної термінології (українською та іноземною мовою).

Приклад: у модельних навчальних програмах із математики вже передбачено роботу з іншомовними термінами як частину компетентнісного підходу. Це відповідає європейським вимогам щодо мобільності та академічної інтеграції [14; 23].

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ІНТЕГРАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ В ОСВІТНІЙ ПРОСТІР ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ

1.1 Європейська інтеграція як стратегічний напрям розвитку України: правові та політичні засади

Інтеграція України до Європейського Союзу є складним і поступовим процесом, який потребує значного часу, адже неможливо досягти швидких результатів у такій комплексній сфері.

Початок повномасштабної війни в Україні та вимушена міграція населення після 24 лютого 2022 року призвели до того, що сотні тисяч українських учнів опинилися в європейських школах, водночас продовжуючи навчання дистанційно у вітчизняних закладах освіти [57; 62]. Це створило нові виклики для інтеграції математичної освіти та підвищило актуальність проблеми.

Інтеграція розглядається як багатовимірний процес, що охоплює різні аспекти життя суспільства й держави. Сам термін «інтеграція» (з лат. *integratio* – відновлення, поповнення; *integer* – цілий) означає поєднання окремих частин або елементів у єдину цілісну систему. Наприклад, соціальна інтеграція трактується як встановлення впорядкованих, гармонійних взаємин між людьми, соціальними групами, організаціями та державами [28].

Британський дослідник Дж. Шоу визначає «європейську інтеграцію» як процес, за допомогою якого європейські держави створюють тісні форми співпраці в економічній, політичній, соціальній та правовій сферах [58]. Учений наголошує, що інтеграцію можна розглядати не лише як процес, але й як політичну мету, спрямовану на формування спільного простору стабільності, розвитку й добробуту.

У контексті міжнародних відносин інтеграція означає поглиблення взаємозв'язків і співробітництва між країнами, народами та наднаціональними інституціями. В освітній площині, за твердженням української дослідниці

Т. Засекіної, інтеграція переходить від універсального поняття до педагогічної категорії, що втілюється через зміст, методи й цілі освіти [8, с. 13].

Визначальним кроком на шляху інтеграції освіти України в європейській освітній простір стало підписання Угоди про асоціацію між нашою країною та Європейським Союзом, яку 16 вересня 2014 року одночасно ратифікували Верховна Рада України та Європейський Парламент. У 2017 році Угода набула чинності в повному обсязі [1].

Згідно з Главою 23 «Освіта, навчання та молодь» Угоди [1], Сторони зобов'язалися сприяти розвитку співробітництва у галузі освіти, зокрема у сфері середньої та вищої освіти. Документ закріпив перехід від партнерства і співробітництва до політичної асоціації та економічної інтеграції, а також визначив орієнтири для реформування української освітньої системи відповідно до європейських стандартів.

Серед основних труднощів, з якими зустрічаються українські школярі в європейських школах і на які звертають увагу зарубіжні дослідники, виділяють: невідповідність критеріїв оцінювання, різницю у змісті навчальних програм, відмінності в організації освітнього процесу, а також мовні та культурні бар'єри. Крім того, постала гостра потреба у підготовці кваліфікованих педагогічних кадрів для роботи в інтернаціональних класах [49; 49; 60]. Все це потребує швидкого узгодження навчальних планів, змісту програм, навчальних матеріалів, критеріїв оцінювання та методів викладання математики, що передбачає інтеграцію української математичної освіти у міжнародний освітній простір із збереженням результативних національних практик [22, с. 117-118].

Процеси інтеграції української математичної освіти в європейський освітній простір розпочалися з приєднання України до Болонського процесу у 2005 році та поступового входження до Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) [48]. Це стало важливим кроком для модернізації програм підготовки вчителів математики відповідно до стандартів ЄС. Відтоді Україна послідовно здійснює гармонізацію своєї нормативної бази освіти з ключовими європейськими документами, зокрема з рекомендаціями Ради ЄС [37; 39].

Не один рік в Україні точилися дискусії щодо інтеграційного вибору держави, зокрема щодо моделі розвитку – європейської чи євразійської. Політичні події останніх років, зокрема Революція Гідності, анексія Криму та військові дії на сході країни, а також повномасштабна війна, остаточно усунули полярність «Захід – Схід» і визначили пріоритети України на європейський шлях розвитку [13, с. 113]. У цьому контексті особливе значення набуває гармонізація всіх сфер життя, зокрема системи освіти, з європейськими стандартами.

Інтеграційний вибір будь-якої держави охоплює кілька ключових аспектів: правовий, економічний та політичний. Для України ці складові набувають особливої ваги. Правовий аспект передбачає збереження суверенітету та державності, економічний – сприяння розвитку країни та підвищенню добробуту її громадян, а політичний – забезпечення цивілізаційного та стратегічного майбутнього українського народу. У контексті європейської інтеграції всі ці аспекти тісно пов'язані з модернізацією системи освіти, адже адаптація освітніх стандартів та програм до європейських вимог сприяє формуванню конкурентоспроможного та висококваліфікованого покоління громадян [6, с. 60].

У контексті визначених правових, економічних та політичних пріоритетів з набуттям незалежності України поступово сформувався основний напрям її розвитку – інтеграція до європейського співтовариства. Євроінтеграційна ідея стала свідомим і природним стратегічним вибором українського суспільства, підтвердженим численними історичними випробуваннями [7, с. 196].

Сьогодні Україна активно прискорює свій рух до Європейського Союзу. Водночас внутрішні проблеми та виклики уповільнюють темпи реалізації проєвропейських реформ, а ЄС сам перебуває на етапі складних трансформацій, шукаючи оптимальні моделі подальшого розвитку.

Це зумовлює необхідність врахування економічного потенціалу України, який ще не повністю реалізований, але характеризується розвиненим промисловим сектором та наявністю висококваліфікованих трудових ресурсів. Вступ України до ЄС може суттєво зміцнити економічну потугу всього

об'єднання. Саме європейська інтеграція виступає єдиним стратегічним шляхом, який дозволяє пострадянській та посттоталітарній державі досягти стабільного економічного зростання та розвитку. У межах цього процесу також можна забезпечити мир і безпеку на європейському континенті, адже збереження миру є одним із ключових пріоритетів Європейського Союзу [25].

Важливою складовою європейської інтеграції є активна участь громадянського суспільства, яке охоплює широкий спектр інститутів див. на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Основні інститути громадянського суспільства, залучені до європейської інтеграції [23]

Його функції різноманітні: від адвокації прав та інтересів населення до надання соціальних послуг, здійснення громадського контролю та сприяння розвитку демократичної культури.

Європейська інтеграція передбачає не лише економічну та політичну конвергенцію, а й впровадження спільних цінностей і стандартів у сфері демократії та управління. Залучення громадянського суспільства до процесів прийняття рішень і контролю є ключовим елементом європейського врядування. Рада Європи та ЄС активно заохочують громадськість до участі у формуванні політики через різноманітні конвенції, рекомендації та практики [23, с. 100-101].

Впровадження цих стандартів сприяє підвищенню легітимності та ефективності державного управління, зміцненню демократичних інститутів і забезпеченню врахування інтересів різних груп суспільства. У контексті освіти це означає, що освітня політика та реформи, зокрема у сфері математичної освіти, мають враховувати думку громадських організацій, освітніх спільнот і батьків, що є невід'ємною частиною європейських підходів до управління освітою.

Отже, європейська інтеграція України у сфері освіти є не лише зовнішньополітичним пріоритетом, а й внутрішньою потребою суспільного розвитку. Вона формує основу для оновлення змісту математичної освіти, сприяє запровадженню європейських стандартів якості та забезпечує підготовку молодого покоління до активної участі в інноваційній економіці Європи.

Європейська інтеграція у сфері освіти водночас відкриває нові можливості для міжнародної співпраці українських навчальних закладів. Участь у програмах Erasmus+, eTwinning, Horizon Europe створює умови для академічної мобільності вчителів і учнів, обміну досвідом, а також спільної розробки інноваційних освітніх матеріалів.

Ці програми сприяють формуванню відкритого освітнього середовища, у якому українські педагоги та школярі можуть безпосередньо взаємодіяти з європейськими колегами, переймати сучасні методики викладання математики, цифрові інструменти та компетентнісні підходи до навчання.

Крім того, процес інтеграції до європейського освітнього простору вимагає системного реформування національної освітньої політики. Йдеться не лише про гармонізацію стандартів чи оновлення навчальних програм, а про побудову сучасної моделі управління освітою, заснованої на принципах прозорості, підзвітності та ефективності.

Це передбачає активне залучення державних інституцій, освітніх управлінців, науковців, а також громадськості до розроблення стратегій розвитку освіти. Саме така міжсекторальна взаємодія дозволяє адаптувати

українську систему до європейських вимог, забезпечуючи при цьому збереження національних освітніх традицій.

У перспективі до 2030 року інтеграція української освіти до європейського простору має стати одним із ключових чинників соціально-економічного розвитку держави. Реформування математичної освіти відповідно до європейських стандартів дозволить підвищити якість підготовки майбутніх фахівців у сфері STEM, посилити конкурентоспроможність випускників на європейському ринку праці та сприятиме формуванню науково орієнтованого суспільства. Таким чином, освітня інтеграція постає не лише як стратегічна мета, але й як реальний інструмент побудови успішної, демократичної та інноваційної України в межах спільного європейського простору.

1.2 Стратегічні рамки Європейського освітнього простору (ЕЕА 2021–2030) та Рекомендація Ради ЄС про ключові компетентності (2018) як базові орієнтири математичної освіти

У сучасних умовах європейської інтеграції реалізація стратегічних документів Європейського Союзу стає одним із провідних чинників модернізації національної системи освіти України. Зокрема, Стратегічні рамки Європейського освітнього простору (ЕЕА 2021–2030) [58] та Рекомендація Ради ЄС про ключові компетентності для навчання впродовж життя (2018) [26] визначають базові стандарти та компетентності, які мають бути забезпечені, зокрема у сфері математичної освіти. Ці документи формують концептуальну основу розвитку освітніх систем держав-членів ЄС, а також задають орієнтири для країн-партнерів, що прагнуть гармонізації з європейським простором освіти.

Основними завданнями Стратегічних рамок Європейського освітнього простору є зображено на рис. 1.2.

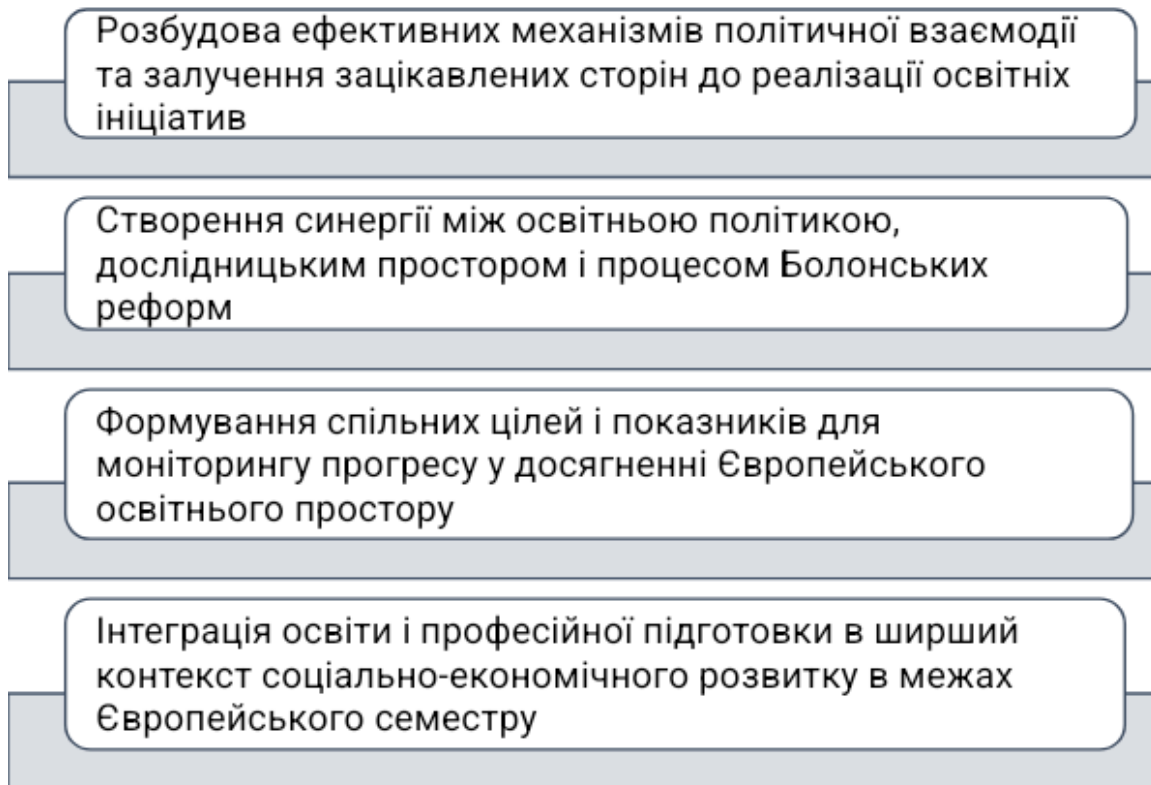


Рис. 1. 2. Основні завдання Стратегічних рамок Європейського освітнього простору (ЕЕА 2021–2030) [58]

Визначено конкретні цілі, яких планується досягти до 2025 та 2030 років. Серед них – підвищення якості освіти, зменшення частки учнів із низьким рівнем компетентностей у читанні, математиці та науці, збільшення участі молоді у професійній освіті, а також розширення доступу до дошкільної та вищої освіти. Моніторинг реалізації цих завдань здійснюється через систему «Освітній монітор ЄС» [39], що відстежує динаміку освітніх показників у державах-членах.

Важливим доповненням до Стратегічних рамок є Рекомендація Ради ЄС про ключові компетентності для навчання впродовж життя (2018) [26], у якій визначено вісім базових компетентностей, серед яких математична, науково-технологічна та цифрова займають провідне місце. Їх розвиток є основою формування критичного мислення, аналітичних здібностей і готовності здобувачів освіти до участі в інноваційній економіці.

Отже, імплементація положень зазначених документів у національний освітній простір України забезпечує гармонізацію змісту освіти із

європейськими стандартами, сприяє підвищенню її якості та конкурентоспроможності українських учнів і педагогів у європейському контексті.

Як видно, що це створює умови для посилення академічної мобільності, розширення міжнародного партнерства між освітніми закладами, розвитку інноваційних підходів у викладанні та оцінюванні результатів навчання. Впровадження європейських освітніх практик сприяє формуванню сучасного педагогічного мислення, розвитку культури навчання впродовж життя та інтеграції України до єдиного освітнього й наукового простору Європейського Союзу.

У контексті реалізації Стратегічних рамок Європейського освітнього простору особлива увага приділяється забезпеченню інклюзивності та рівних можливостей для всіх учасників освітнього процесу. Європейська освітня політика наголошує на необхідності створення середовища, у якому кожен учень, незалежно від соціального статусу, мовного чи культурного походження, має рівний доступ до якісної освіти.

Видно, що це безпосередньо стосується і математичної освіти, адже формування математичної грамотності розглядається як ключовий чинник соціальної мобільності, економічної участі та громадянської активності. Для України це означає посилення уваги до розвитку інклюзивних навчальних практик, упровадження адаптивних методик та використання цифрових інструментів для підтримки учнів з різними освітніми потребами [26].

Крім того, у межах стратегічних пріоритетів Європейського освітнього простору значну роль відіграє формування наскрізних компетентностей, зокрема уміння критично мислити, розв'язувати проблеми, працювати в команді та ефективно використовувати інформаційно-комунікаційні технології.

Математична освіта розглядається не лише як система знань, а як платформа для розвитку когнітивних і комунікативних навичок, необхідних для сучасного суспільства знань. Для України важливо інтегрувати ці принципи у шкільні програми, забезпечивши міждисциплінарний підхід до викладання, де

математика поєднується з природничими науками, технологіями та інженерією у форматі STEM-освіти.

Суттєвим компонентом європейських стратегічних документів є також забезпечення професійного розвитку педагогічних працівників. Вони визнають, що якість освіти безпосередньо залежить від рівня підготовки та мотивації вчителів. У межах ЕЕА 2021–2030 передбачено створення європейських платформ обміну педагогічним досвідом, програм підвищення кваліфікації та цифрового навчання для освітян. Для України це відкриває перспективи інтеграції до європейських педагогічних мереж, участі у програмах Erasmus+ та eTwinning, що дозволить підвищити методичну культуру українських учителів математики та сприятиме поширенню інноваційних підходів у викладанні [26].

Також зазначимо, що роль моніторингу якості освіти, який виступає інструментом оцінювання ефективності реформ і визначення напрямів удосконалення. Європейська система моніторингу базується на комплексних показниках успішності учнів, цифрової готовності шкіл, рівня інклюзії та педагогічної компетентності. Для України впровадження подібних механізмів дозволить підвищити об'єктивність оцінювання, забезпечити прозорість освітньої політики та відповідність європейським стандартам. Це також сприятиме розвитку культури освітнього аналізу й прийняття рішень на основі доказів, що є одним із ключових принципів управління освітою в Європейському Союзі.

1.3 Цифрова трансформація освіти в ЄС: Digital Education Action Plan (2021–2027) і його вплив на математичну грамотність

Цифрова освіта охоплює використання цифрових інструментів, технологій та контенту для підтримки навчання, викладання та оцінювання. Вона включає онлайн-курси, інтерактивні навчальні платформи, віртуальні класи та освітні застосунки. Цифрова освіта допомагає здобувачам освіти всіх вікових груп формувати необхідні цифрові навички, а вчителям і тренерам – застосовувати

інноваційні методи для персоналізації навчання та охоплення більшої кількості учнів. Завдяки цьому цифрова освіта робить навчання більш гнучким, інклюзивним та доступним, що сприяє створенню сучасної та стійкої освітньої системи в країнах ЄС [27, с. 104-106].

Політика цифрової освіти в Європейському Союзі реалізується через Digital Education Action Plan (2021–2027) [41], який окреслює стратегічне бачення та 14 ключових дій для забезпечення якісного та інклюзивного цифрового навчання. План був ухвалений у 2020 році у відповідь на виклики, спричинені пандемією COVID-19, та покликаний допомогти національним системам освіти адаптуватися до цифрової епохи [45].

Актуальність плану зумовлена прискоренням переходу до онлайн та змішаного навчання, що виявило як нові можливості для персоналізованого навчання, так і проблеми нерівного доступу до цифрових технологій. Зокрема, багато учнів не мають достатнього доступу до комп'ютерів і швидкісного інтернету, а школи та університети стикаються з обмеженою цифровою інфраструктурою [53]. Крім того, рівень цифрових навичок у викладачів та здобувачів освіти залишається недостатнім для повноцінного використання інноваційних технологій.

Digital Education Action Plan (2021–2027) [41] визначає дві стратегічні пріоритетні напрями та конкретні дії, спрямовані на рис. 1.3.

Впровадження цього плану сприяє зміцненню математичної грамотності учнів, формуванню аналітичних та критичних навичок, а також підготовці їх до участі в інноваційній економіці. Таким чином, Digital Education Action Plan виступає важливим інструментом модернізації освіти та забезпечення її відповідності сучасним європейським стандартам [41].

Отже, імплементація Digital Education Action Plan (2021–2027) у національний освітній простір України дозволяє забезпечити формування сучасних цифрових компетентностей, підвищити математичну грамотність учнів та педагогів, створює умови для інклюзивного, гнучкого та персоналізованого навчання. Це сприяє адаптації освітніх програм до вимог цифрової епохи,

інтеграції інноваційних технологій у навчальний процес та зміцненню позицій України в європейському освітньому просторі.

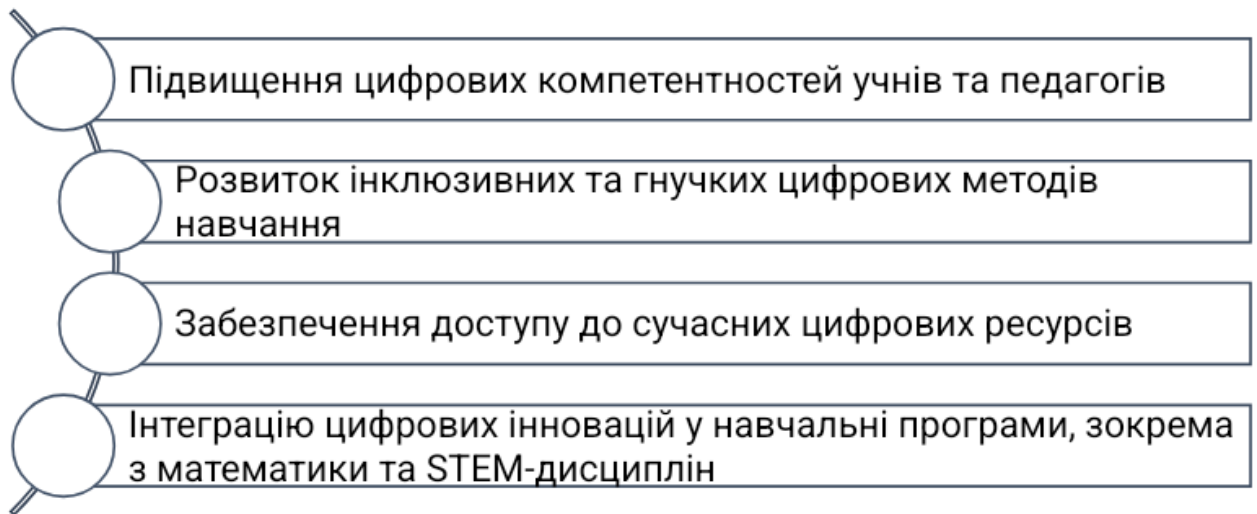


Рис. 1.3. Основні напрями цифрової трансформації освіти за Digital Education Action Plan (2021–2027) [41; 44].

Цифрова трансформація освіти у країнах Європейського Союзу не обмежується лише впровадженням технологій у навчальний процес. Вона передбачає системну зміну освітньої екосистеми – від методів викладання до способів оцінювання навчальних результатів. У межах Digital Education Action Plan (2021–2027) особливу увагу приділено розвитку так званих «цифрових екосистем навчання», які поєднують школи, університети, бізнес і наукові установи. Такі екосистеми сприяють обміну інноваціями, створенню спільних цифрових ресурсів, освітніх платформ і відкритих баз даних для навчання та наукових досліджень [1].

Окремим напрямом Плану є розвиток цифрової грамотності та безпечного користування технологіями. У документі підкреслюється важливість підготовки здобувачів освіти до життя в інформаційному суспільстві, де вони мають не лише володіти цифровими інструментами, а й критично оцінювати інформацію, розпізнавати дезінформацію, уникати кіберзагроз. Це безпосередньо пов'язано з формуванням медіаграмотності, інформаційної культури та математичної логіки, адже саме математичне мислення допомагає учням аналізувати дані, оцінювати достовірність інформації та робити обґрунтовані висновки.

Особливе місце в Digital Education Action Plan посідає розвиток STEM-освіти, яка поєднує науку, технології, інженерію та математику. Європейські освітні політики розглядають STEM як основу інноваційного потенціалу континенту. Використання цифрових інструментів – віртуальних лабораторій, симуляцій, 3D-моделювання – розширює можливості навчання математики, робить його практично орієнтованим і ближчим до реальних життєвих задач. Це формує у здобувачів освіти навички аналізу, проєктування, прогнозування та аргументації, що є ключовими для розвитку математичної грамотності.

Важливою складовою цифрової трансформації є підготовка педагогічних кадрів. План передбачає створення європейських мереж професійного розвитку вчителів, платформ для обміну досвідом, а також програм сертифікації цифрових навичок. Для вчителів математики це означає оволодіння новими інструментами – інтерактивними платформами, аналітичними системами, адаптивними тренажерами. Завдяки цьому навчальний процес стає більш гнучким, а оцінювання – об'єктивнішим і орієнтованим на компетентності, а не лише на відтворення знань [1; 40].

Ще одним стратегічним напрямом є зміцнення цифрової інфраструктури освіти. Це включає розбудову швидкісного інтернету для всіх навчальних закладів, створення відкритих освітніх хмарних сховищ, розширення доступу до цифрових ресурсів для вчителів і здобувачів освіти. У межах цього процесу також передбачено створення європейського порталу European Digital Education Hub, який об'єднує найкращі практики цифрового навчання, наукові дослідження та інноваційні методики викладання [44].

Для України долучення до європейських політик, зокрема Digital Education Action Plan (2021–2027), має стратегічне значення в контексті євроінтеграції, оскільки відкриває можливості для участі українських педагогів і закладів освіти у європейських освітніх проєктах, програмах академічної мобільності та обміну даними, наближає українську математичну освіту до найкращих практик країн ЄС. Крім того, гармонізація цифрових стандартів сприяє взаємному визнанню освітніх кваліфікацій та створює підґрунтя для розвитку спільних українсько-

європейських освітніх платформ. Це дає змогу підвищити рівень математичної підготовки школярів, модернізувати зміст освіти та інтегрувати українську освітню систему до єдиного цифрового освітнього простору ЄС.

Цифрова трансформація освіти в Європейському Союзі, визначена у Digital Education Action Plan (2021–2027), є ключовим чинником модернізації навчальних систем та підвищення якості математичної освіти. Вона спрямована на розвиток цифрових компетентностей, критичного й аналітичного мислення, що становлять основу математичної грамотності та інноваційного потенціалу сучасного суспільства.

Для України інтеграція положень Плану відкриває нові можливості для гармонізації освітніх стандартів із європейськими, підвищення рівня підготовки педагогів і створення спільного цифрового освітнього середовища. Таким чином, цифровізація освіти виступає не лише технічним процесом, а й стратегічним інструментом інтеграції України до європейського освітнього простору, сприяючи формуванню конкурентоспроможної нації знань.

1.4 Досвід інтеграції математичної освіти в освітні системи країн ЄС: огляд зарубіжних практик

Євроінтеграція вищої освіти в Україні – це комплексний процес, який передбачає адаптацію навчальних систем, зокрема математичної освіти, до стандартів ЄС. Вона охоплює впровадження Болонського процесу, цифровізацію навчання, удосконалення системи забезпечення якості та розвиток академічної мобільності. Основні напрями інтеграції включають дотримання європейських стандартів, використання сучасних цифрових технологій у навчанні, модернізацію методик викладання та оцінювання, а також розвиток міжнародної співпраці, що забезпечує підготовку конкурентоспроможних випускників та взаємне визнання кваліфікацій [27, с. 106].

Реформа вищої освіти також вплинула на шкільну освіту, особливо на підготовку майбутніх педагогів. Підвищені кваліфікаційні вимоги до викладачів,

відповідно до європейських стандартів, сприяли розвитку компетентностей, необхідних для роботи в умовах євроінтеграції: володіння іноземними мовами, міжкультурна комунікація, застосування сучасних педагогічних технологій та компетентнісний підхід у навчанні. Концепція «Нової української школи» (2016) перегукується з принципами Болонського процесу, спрямованими на розвиток самостійності, критичного мислення та навчання протягом життя.

Вплив Болонського процесу на вищу освіту сприяв усвідомленню необхідності приведення шкільних стандартів у відповідність до європейських вимог щодо якості освіти. Це зумовило розробку нових Державних стандартів загальної середньої освіти, які базуються на компетентнісному підході та формують у учнів знання, уміння і цінності, що відповідають європейським освітнім вимогам [44]. Таким чином, реформа вищої освіти, ініційована Болонським процесом, підвищила якість підготовки фахівців і створила передумови для модернізації шкільної освіти, її інтеграції до європейського освітнього простору, розвитку наукової діяльності та міжнародного визнання українських кваліфікацій.

Крім внутрішніх реформ, інтеграція української математичної освіти також відбувається через запозичення практик та стандартів країн Європейського Союзу. Основними інструментами цієї інтеграції є участь України в Болонському процесі та приєднання до Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) [48], що передбачає гармонізацію освітніх програм, системи оцінювання та академічної мобільності. Угода про асоціацію між Україною та ЄС [31; 37] закріпила зобов'язання щодо узгодження національної освіти зі стандартами Європейського Союзу та розвитку міжнародного співробітництва.

Значну роль у цьому процесі відіграють програми академічної мобільності, зокрема Erasmus+, що забезпечують обмін досвідом між українськими та європейськими освітніми установами та сприяють професійному розвитку педагогів [43]. Одночасно національні освітні стратегії враховують Цілі сталого розвитку ООН [60], що передбачають підвищення якості освіти та рівного доступу до навчання для всіх учнів.

Досвід країн ЄС свідчить про важливість цифровізації, інтеграції інноваційних технологій у навчальні програми та впровадження компетентнісного підходу до викладання математики та STEM-дисциплін [40; 40; 49; 56]. Впровадження цих практик у національну систему освіти України сприяє формуванню сучасних освітніх стандартів, підвищенню цифрових та предметних компетентностей учнів і педагогів, а також розвитку академічної мобільності й міжнародного визнання кваліфікацій [20; 30; 35; 41; 48; 55; 54].

Вищезазначеного можна стверджувати, що інтеграція української математичної освіти до європейського освітнього простору є багаторівневим процесом, що поєднує модернізацію національних програм і стандартів, цифровізацію навчання, розвиток компетентностей учнів та педагогів, а також активну участь у міжнародному освітньому середовищі, забезпечуючи конкурентоспроможність випускників на європейському ринку праці.

Важливим аспектом інтеграції математичної освіти в країнах Європейського Союзу є посилення міжпредметних зв'язків, зокрема між математикою, природничими науками, технологіями та інженерією (STEM). Такий підхід дозволяє формувати в учнів цілісне бачення сучасного наукового світу, розвивати навички аналізу, синтезу, логічного мислення та застосування математичних знань у реальних життєвих ситуаціях. У країнах, як-от Фінляндія, Нідерланди, Естонія та Німеччина, математична освіта розглядається не лише як окрема дисципліна, а як ключовий інструмент для розвитку інноваційного потенціалу суспільства та підготовки молоді до професій у сфері високих технологій [30; 54].

Значний вплив на інтеграцію математичної освіти в ЄС має концепція формувального оцінювання, яка орієнтується на розвиток навчальної автономії учнів, а не лише на підсумковий результат. Європейська практика передбачає використання системи індивідуальних освітніх траєкторій, де учень поступово досягає компетентнісних рівнів через саморефлексію, проєктну діяльність та взаємооцінювання. Цей підхід є актуальним і для України, оскільки сприяє

підвищенню мотивації учнів до навчання математики, дозволяє ефективніше виявляти освітні прогалини та будувати індивідуальні стратегії розвитку.

Досвід країн Центральної та Північної Європи демонструє успішність системного підходу до підготовки педагогічних кадрів у сфері математичної освіти. Наприклад, у Данії та Швеції вчителі проходять постійну професійну сертифікацію, беруть участь у міжнародних освітніх проєктах та мають доступ до відкритих цифрових платформ з обміну досвідом.

У Фінляндії педагогічна освіта орієнтована на науково-дослідну діяльність: майбутні вчителі вивчають педагогічну психологію, аналітику навчальних даних, дидактику математики та цифрові методи навчання. Такий підхід забезпечує високий рівень професійної автономії педагогів і дозволяє їм адаптувати навчальні програми до потреб конкретного учня [46; 63].

Окрему роль у розвитку математичної грамотності в країнах ЄС відіграють міжнародні порівняльні дослідження, зокрема PISA (Programme for International Student Assessment), TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) та ICILS (International Computer and Information Literacy Study).

Ці дослідження не лише оцінюють рівень математичної компетентності школярів, а й визначають тенденції у викладанні, використанні цифрових технологій та ефективності освітньої політики. Для України участь у таких дослідженнях є важливим інструментом аналізу й удосконалення освітніх стандартів, що дозволяє орієнтуватися на реальні показники якості навчання в європейському контексті.

Водночас важливо відзначити, що інтеграція математичної освіти до європейського освітнього простору потребує врахування національної специфіки. Країни ЄС дотримуються принципу «єдності у різноманітті», який дозволяє адаптувати європейські стандарти до культурних, мовних та соціальних контекстів кожної держави. Також, для таких це означає необхідність поєднання європейських компетентнісних орієнтирів із збереженням власної педагогічної традиції, україномовного контенту та змістових особливостей навчання

математики. Такий баланс забезпечує не лише академічну, а й культурну інтеграцію у європейський освітній простір.

Висновки до розділу 1

Європейська інтеграція України у сфері освіти виступає ключовим чинником модернізації національної системи навчання. Вона забезпечує приведення освітніх стандартів, змісту програм і методів викладання математичних дисциплін у відповідність із європейськими нормами. Це сприяє розвитку у здобувачів освіти критичного мислення, аналітичних та цифрових компетентностей, а також формує готовність до участі в інноваційній економіці та глобальному освітньому просторі.

Важливим елементом інтеграції є цифрова трансформація навчання, що передбачає застосування сучасних освітніх технологій, платформ і цифрових ресурсів. Завдяки цьому створюються умови для інклюзивного, персоналізованого та гнучкого навчання, яке враховує індивідуальні потреби учнів. Використання цифрових інструментів у математичній освіті дозволяє зробити навчальний процес більш практичним, інтерактивним і зорієнтованим на розвиток аналітичних та проєктних навичок та наблизить її до сучасних європейських освітніх практик.

Ключовим аспектом інтеграції є професійний розвиток педагогів та формування висококваліфікованих кадрів. Досвід європейських країн свідчить про ефективність безперервної сертифікації, участі у міжнародних проєктах та обміну педагогічним досвідом. Це дозволить вчителям бути обізнаними щодо сучасних тенденцій в математичній освіті та застосовувати накопичені знання у навчанні школярів, застосовуючи компетентнісний підхід, поєднуючи міждисциплінарні зв'язки і активно використовуючи STEM-принципи у викладанні математики.

Інтеграція української математичної освіти до європейського освітнього простору сприяє розвитку академічної мобільності, міжнародного співробітництва та впровадженню передових практик оцінювання та навчання. Вона формує умови для створення конкурентоспроможного покоління громадян, здатного ефективно діяти у глобальному контексті, забезпечує підвищення

якості освіти та підготовку до соціально-економічного розвитку України в європейській інтеграційній парадигмі.

Таким чином, інтеграція математичної освіти є комплексним процесом, який поєднує модернізацію навчальних програм, розвиток цифрових та професійних компетентностей і активну участь у міжнародному освітньому середовищі.

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНИЙ СТАН МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

2.1 Державний стандарт базової середньої освіти (2020): структура й компетентнісний підхід

Прийняття Державного стандарту базової середньої освіти (ДСБСО, 2020) [5] стало важливим кроком у модернізації національної системи освіти України, спрямованої на наближення до європейського освітнього простору та реалізацію стратегічного курсу держави на європейську інтеграцію [7; 13; 15; 31; 32; 56]. Цей нормативний документ визначає державні вимоги до змісту і результатів навчання учнів, а також структуру базової середньої освіти.

Державний стандарт побудовано на основі компетентнісного підходу, який орієнтує навчання не лише на засвоєння знань, а й на розвиток уміння застосовувати їх у практичній діяльності, вирішенні життєвих і професійних проблем [26; 38; 39]. Такий підхід є узгодженим із Рекомендацією Ради ЄС щодо ключових компетентностей для навчання впродовж життя (2018), що передбачає формування восьми базових компетентностей, серед яких – математична компетентність і компетентності у науці, технологіях та інженерії [26; 38].

У галузі математичної освіти основна увага приділяється формуванню математичної компетентності – здатності учня розуміти та застосовувати математичні поняття, моделі та методи для аналізу, аргументації й розв’язання практичних задач [30; 49; 53]. Стандарт передбачає розвиток логічного, критичного та просторового мислення, математичного мовлення, а також уміння користуватися інформаційно-комунікаційними технологіями для обчислень, досліджень і візуалізації даних [40; 44]. Це узгоджується з європейськими тенденціями, зафіксованими у звітах Eurydice та OECD PISA, які визначають функціональну математичну грамотність як ключову складову сучасної освіти [50; 53].

На основі Державного стандарту створено модельні навчальні програми з математики, що забезпечують варіативність змісту, інноваційність методів і гнучкість підходів до навчання [5]. Ці програми передбачають орієнтацію на практико-орієнтоване навчання, розвиток критичного мислення, уміння працювати з даними, а також формування здатності до самостійного навчання. Значна увага приділяється інтеграції між навчальними галузями, зокрема між математикою, природничими науками та інформатикою [8; 30].

В умовах європейської інтеграції особливої актуальності набуває багатомовний компонент математичної освіти. У сучасних модельних програмах акцент зроблено на необхідності опанування математичних термінів двома мовами – українською та іноземною (найчастіше англійською) [30; 35].

У сучасних модельних навчальних програмах з математики реалізується практика ознайомлення учнів із базовими математичними термінами англійською мовою, що є складовою інтегрованого підходу CLIL (Content and Language Integrated Learning). Це дозволяє поєднати формування предметної (математичної) та мовної компетентностей.

Для прикладу, нижче подано фрагменти двомовних термінологічних таблиць (таб. 2.1.; таб. 2.2.), які можуть бути використані під час вивчення деяких тем з математики (див. рис. 2.1).

Подібні таблиці не лише допомагають учням опанувати математичну термінологію двома мовами, а й сприяють розвитку міжпредметних зв'язків між математикою та іноземною мовою. Завдяки такому підходу учні поступово привчаються використовувати англійськомовну математичну лексику в усному та письмовому мовленні, що підвищує їхню готовність до участі в міжнародних освітніх програмах і проєктах.

Наступна таблиця (табл. 2.2) ілюструє приклади ключових понять, які часто застосовуються у процесі розв'язування математичних задач та побудови графічних моделей.

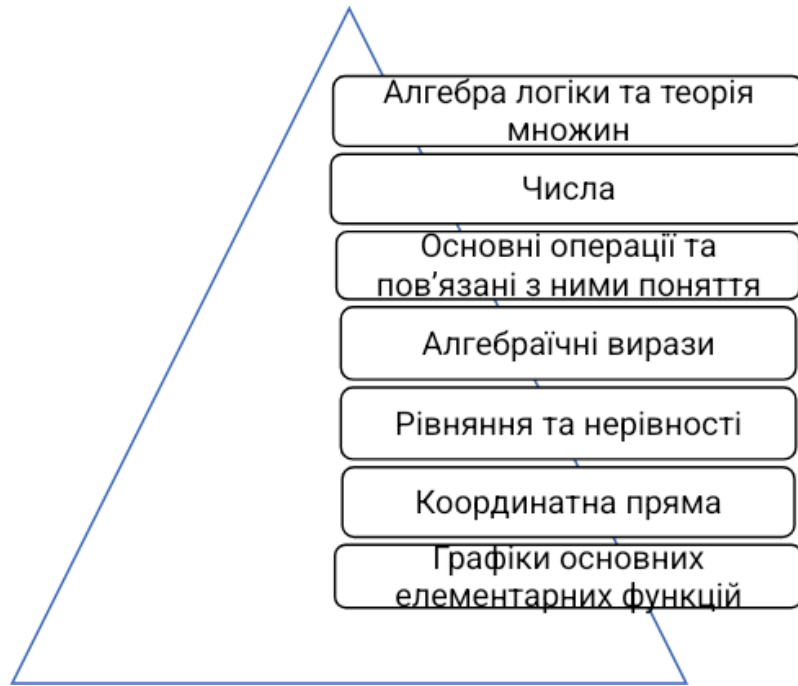


Рис. 2.1. Приклад фрагментів двомовних термінологічних таблиць з математики (українською та англійською мовами) [35, с. 97]

Таблиця 2.1

Основні операції та пов'язані з ними поняття

Англійська	Українська
numerical operation	операція над числами
computation	обчислення
addition	додавання
subtraction	віднімання
multiplication	множення
division	ділення
fraction	дріб
numerator	чисельник
denominator	знаменник
cross-multiplication	множення навхрест

Таблиця 2.2

Алгебра логіки та теорія множин

Англійська	Українська
empty set	порожня множина
absorb into	включати в
equivalent	еквівалентний; рівнозначний
correspond	відповідати
set theory	теорія множин
finite set	скінченна множина
disjunction	диз'юнкція
conjunction	кон'юнкція
inversion	інверсія

Двомовне навчання сприяє підготовці учнів до участі в міжнародних освітніх програмах, таких як Erasmus+ та інші ініціативи Європейського Союзу [43; 43].

Таким чином, Державний стандарт базової середньої освіти 2020 року є основою для реалізації сучасної моделі математичної освіти України, що базується на компетентнісному, практико-орієнтованому та двомовному підходах. Він забезпечує відповідність національної системи освіти європейським критеріям якості, сприяє розвитку математичної грамотності, інноваційного мислення та здатності до навчання впродовж життя.

Державний стандарт базової середньої освіти також передбачає посилення ролі цифрових технологій у процесі навчання математики. Використання інтерактивних онлайн-платформ, віртуальних лабораторій, динамічних математичних середовищ (GeoGebra, Desmos, MathCad) та систем автоматизованої перевірки завдань дозволяє учням не лише засвоювати теоретичний матеріал, а й моделювати реальні процеси, аналізувати дані та перевіряти гіпотези.

Такий підхід формує цифрову та дослідницьку компетентності, сприяє розвитку навичок самостійного пошуку інформації, критичного мислення й творчого застосування математичних знань, що повністю відповідає сучасним європейським освітнім тенденціям.

2.2 Концепція розвитку STEM-освіти (2020–2027) як інструмент модернізації математичної освіти в умовах інтеграційних процесів

STEM-освіта, що об'єднує науку, технології, інженерію та математику, виступає ключовим елементом сучасного освітнього процесу, спрямованого на підготовку молоді до викликів високотехнологічного суспільства. Актуальність розвитку цього напрямку в Україні зумовлена необхідністю формування конкурентоспроможних випускників на міжнародному ринку праці та забезпечення інноваційного характеру освіти.

Впровадження STEM-підходу дозволяє розвивати критичне мислення, креативність і здатність працювати у міждисциплінарних командах. Особливо важливо посилювати STEM-освіту в умовах стрімкої діджиталізації та швидких технологічних змін. Тому її інтеграція в освітні програми потребує комплексного підходу, який враховує як національні, так і міжнародні стандарти. Дослідження і реалізація цих питань сприяють підготовці фахівців, здатних вирішувати сучасні соціальні та технологічні проблеми [3, с. 3].

Аналіз сучасних наукових праць і публікацій свідчить про значний внесок українських дослідників у вивчення процесів становлення та розвитку STEM-освіти в Україні. Так, Лозова О. відзначає, що STEM-освіта є важливою складовою державної стратегії, спрямованої на підвищення конкурентоспроможності національної економіки та вирішення актуальних соціально-економічних завдань [18, с. 94].

Вона підкреслює, що розвиток цього напрямку потребує створення інтегрованого STEM-середовища, впровадження сучасних інноваційних освітніх програм, методик і технологій, а також застосування новітніх форм організації

освітнього процесу. Ефективне функціонування STEM-освіти можливе лише за умови тісної взаємодії закладів освіти, наукових установ, дослідницьких лабораторій, наукових музеїв та інших стейкхолдерів, зокрема через їхню участь у формуванні та підтримці STEM-середовища.

Ряд дослідників, серед яких Стецула Н., Абрамова О., Герасимчук Г., Крижановська Т. та Крусь О., зазначають, що STEM-освіта функціонує як комплексна система, яка об'єднує наукові дисципліни та спрямована на розвиток інноваційного мислення, сучасних технологій і методів навчання. Впровадження цього напрямку у вищу освіту України виступає важливим чинником для підвищення інноваційного потенціалу та стимулювання розвитку держави [29, с. 434-435].

Дослідники підкреслюють, що реалізація можливостей STEM-освіти потребує створення спеціалізованих центрів і лабораторій, орієнтованих на дослідницьку та практичну діяльність студентів. Ефективне впровадження цих підходів значною мірою залежить від співпраці між освітніми закладами, науковими організаціями та державними структурами, що дозволяє адаптувати міжнародний досвід і розвивати сучасну інноваційну інфраструктуру в Україні.

У результаті формується цілісне освітнє середовище, яке поєднує академічні знання, практичні навички та творчий потенціал студентів, що є важливим для модернізації освітніх програм і посилення STEM-напрямку в математичній освіті.

Ярмоленко Т. відзначає [36], що українська модель STEM-освіти базується на кількох фундаментальних принципах, які визначають її зміст і спрямованість. Зокрема, особистісно орієнтований підхід забезпечує врахування вікових та індивідуальних особливостей учнів, їхніх інтересів, здібностей і рівня підготовки, що сприяє більш ефективному засвоєнню навчального матеріалу та розвитку пізнавальної активності. Принцип постійного оновлення змісту освіти передбачає адаптацію навчальних програм до сучасних наукових та технологічних досягнень, що гарантує актуальність знань на всіх освітніх рівнях

та формує здатність учнів швидко реагувати на зміни у світі науки й технологій [36, с. 514].

Принцип наступності в STEM-освіті забезпечує поступовий розвиток природничо-математичної, технологічної та інженерної грамотності, а також формування STEM-компетенцій протягом усіх етапів навчання – починаючи з дошкільного рівня і до вищої освіти [3, с. 3-5]. Трансдисциплінарний принцип сприяє інтеграції знань з різних галузей науки, що дозволяє відходити від традиційного поділу навчання на окремі дисципліни і стимулює комплексне поєднання навчальних матеріалів у рамках освітніх програм.

Окрему увагу у моделі приділено патріотичному та громадянському спрямуванню STEM-освіти, яке полягає у формуванні людського потенціалу, здатного сприяти підвищенню конкурентоспроможності держави на міжнародному рівні. Важливим аспектом є розвиток продуктивної мотивації учнів, що стимулює їхню активну участь у науково-дослідницькій діяльності, реалізацію інноваційних проектів та створення сучасних технологічних рішень [11].

STEM-освіта виступає одним із пріоритетних напрямів розвитку освітньої системи, що базується на інтеграції наукових, технічних, інженерних та математичних знань з акцентом на їх практичне застосування для вирішення актуальних завдань сталого розвитку та мінімізації наслідків воєнних дій за допомогою інноваційних підходів. Впровадження STEM-освіти спрямоване на підвищення якості навчання, підтримку інтеграції української освіти до європейського освітнього простору та оновлення змісту освітніх програм з урахуванням сучасних наукових досягнень, технологічних інновацій і потреб ринку праці [9].

STEM-освіта також орієнтована на розвиток компетентностей учнів на всіх освітніх рівнях і стимулює зацікавленість у науково-дослідницькій та проектній діяльності. Одним із ключових завдань цього напрямку є мотивація учнів до обрання науково-технічної кар'єри, що реалізується через проведення заходів,

спрямованих на покращення соціального сприйняття науки, технологій та інженерних професій.

На основі цих принципів і завдань була розроблена Концепція розвитку STEM-освіти на 2020–2027 роки, яка визначає стратегічні напрямки модернізації освітніх програм, зокрема у сфері математичної освіти, забезпечуючи підготовку випускників до викликів сучасного високотехнологічного суспільства [10; 12].

Концепція розвитку STEM-освіти в Україні, схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 5 серпня 2020 року № 960-р, визначає стратегічні напрямки модернізації природничо-математичної освіти до 2027 року [21]. Вона спрямована на інтеграцію науки, технологій, інженерії та математики в освітній процес з акцентом на практичне застосування знань для вирішення актуальних проблем сталого розвитку та зниження наслідків воєнних дій через інноваційні підходи. Основною метою є підвищення якості освіти, інтеграція до європейського освітнього простору, оновлення змісту освітніх програм з урахуванням досягнень науки, технологічних інновацій і вимог ринку праці.

Крім того, Концепція передбачає створення STEM-центрів та лабораторій, орієнтованих на дослідницьку та практичну діяльність студентів. Важливим аспектом є розвиток продуктивної мотивації учнів, яка стимулює їх до участі в науково-дослідницькій діяльності, розробки інноваційних проектів та створення нових технологічних рішень.

STEM-освіта об'єднує науку, технології, інженерію та математику, спрямовуючи знання на практичне вирішення актуальних завдань суспільства та економіки. Вона формує конкурентоспроможних випускників, здатних працювати у високотехнологічному середовищі та адаптуватися до змін ринку праці [11].

Впровадження STEM-освіти розвиває критичне мислення, креативність та навички командної роботи. Її інтеграція в освітні програми потребує комплексного підходу, що враховує національні та міжнародні стандарти та передбачає тісну співпрацю закладів освіти, наукових організацій і стейкхолдерів [10].

Концепція визначає ключові принципи: особистісно орієнтоване навчання, оновлення змісту освіти, наступність і трансдисциплінарність. Вона також передбачає створення STEM-центрів і лабораторій, розвиток педагогічних кадрів та мотивацію учнів до науково-технічної діяльності і професійного вибору. Це забезпечує модернізацію математичної освіти та підготовку випускників до викликів сучасного високотехнологічного суспільства.

У рамках розвитку STEM-освіти в Україні передбачено реалізацію низки заходів до 2027 року, спрямованих на впровадження природничо-математичної освіти в освітній процес. Серед них – організація конференцій і семінарів для педагогів, підвищення кваліфікації вчителів, створення STEM-центрів і лабораторій, а також оновлення шкільних майданчиків для проведення наукових досліджень [11].

Важливим напрямом є розробка сучасних освітніх програм, впровадження дистанційного навчання та забезпечення закладів освіти актуальною науковою літературою. Особлива увага приділяється створенню інтерактивних платформ для обміну досвідом, підтримці позашкільних гуртків і організації інтелектуальних конкурсів, що стимулюють розвиток творчих здібностей учнів і студентів [12].

Такі заходи сприятимуть формуванню інноваційного суспільства та підготовці молоді до кар'єри у науково-технічних і інженерних сферах. Окреме значення надається впровадженню робототехніки як одного з ключових напрямів STEM-освіти, що підвищує якість навчання, заохочує до технічних спеціальностей та посилює інноваційний потенціал країни.

Таким чином, Концепція розвитку STEM-освіти на 2020–2027 роки виступає стратегічним інструментом модернізації математичної освіти, спрямованим на підвищення її якості, практичної спрямованості та інноваційності. Її реалізація забезпечує формування цілісного освітнього простору, що поєднує наукові знання, дослідницьку діяльність і творчий підхід до навчання.

Запровадження STEM-центрів, оновлення навчальних програм, розвиток педагогічної майстерності та впровадження сучасних технологій сприятимуть підготовці фахівців нового покоління, здатних ефективно реагувати на виклики високотехнологічного суспільства та сприяти сталому розвитку держави.

Додатково слід підкреслити роль міждисциплінарного підходу у STEM-освіті, який дозволяє інтегрувати знання з математики, природничих наук, інженерії та технологій у комплексні проекти. Такий підхід сприяє розвитку аналітичного та критичного мислення, умінню вирішувати нестандартні задачі та працювати у команді над спільними завданнями. Залучення учнів до дослідницьких проектів і науково-технічних конкурсів стимулює їхню активність, творчий потенціал і мотивацію до подальшого професійного зростання у науково-технічній сфері.

Особливу увагу слід приділяти цифровій трансформації STEM-освіти, яка включає використання сучасних освітніх платформ, інтерактивних симуляцій, віртуальних лабораторій та онлайн-ресурсів. Цифрові інструменти не лише розширюють можливості для практичної реалізації знань, але й забезпечують доступ до міжнародного досвіду, сприяючи інтеграції українських учнів та студентів у глобальний освітній простір. Впровадження таких технологій дозволяє формувати ключові цифрові компетентності, які є необхідними для успішної професійної діяльності в умовах високотехнологічного суспільства.

2.3 Аналіз результатів українських учнів у PISA-2022: сильні сторони та проблемні зони

Вперше Україна повноцінно брала участь у міжнародному дослідженні PISA-2018, за підсумками якого було підготовлено детальний національний звіт. Було здійснено всі необхідні підготовчі заходи для участі у циклі PISA-2022, який проводився на комп'ютерній основі [24, с. 16].

Водночас в Україні досі відсутня єдина система підсумкових та моніторингових стандартизованих оцінювань, які б дозволяли отримувати

порівнянну та узгоджену інформацію про якість загальної середньої освіти на всіх рівнях через усі навчальні заклади або їх репрезентативні вибірки. Через це учасники освітнього процесу та зацікавлені сторони не мають можливості приймати рішення на основі повних і об'єктивних даних.

Аналізуючи наукові дослідження та дані PISA-2022, можна констатувати, що результати українських учнів у математиці демонструють змішані тенденції, які відображають як сильні сторони, так і проблемні зони математичної освіти в Україні [30; 53]. З одного боку, учні демонструють достатній рівень базових математичних навичок та вміння застосовувати формули й алгоритми у стандартних завданнях. Це підтверджує, що основи математичної освіти в Україні сформовані стабільно і відповідають базовим міжнародним вимогам [30; 53].

Однак детальніший розподіл учнів за рівнями компетентностей показує певні проблеми. У математиці 58 % українських учнів досягли мінімального рівня (Level 2), що нижче за середній показник ОЕСР, який становить 69 %. Лише 3 % учнів досягли високого рівня (Level 5 або 6), тоді як середній показник ОЕСР сягає 9 % [55]. Ці дані свідчать про необхідність удосконалення математичної освіти та підвищення рівня підготовки учнів для досягнення конкурентоспроможних міжнародних стандартів

Водночас аналіз підкреслює низьку готовність українських учнів застосовувати знання у нестандартних ситуаціях, вирішувати комплексні та проблемно-пошукові задачі, що свідчить про обмежений розвиток критичного і творчого мислення в навчальному процесі [57]. Особливо це проявляється у завданнях, що потребують аналізу даних, логічних міркувань та інтеграції знань з різних галузей, що є ключовим для STEM-освіти [3; 29].

Регіональні відмінності у результатах учнів України також підтверджені дослідженнями, і вони часто пов'язані з нерівним матеріально-технічним забезпеченням шкіл та доступом до кваліфікованих педагогів [42]. Доступ до сучасних освітніх ресурсів, лабораторій та STEM-центрів прямо впливає на успішність учнів і формування практичних компетентностей [18].

Методики викладання математики у більшості шкіл залишаються репродуктивними, зосередженими на механічному застосуванні формул і алгоритмів, що обмежує розвиток трансдисциплінарних компетентностей та практичних навичок [30]. У тих школах, де застосовуються інтерактивні підходи, проєктна діяльність та лабораторні роботи, результати учнів значно вищі [29].

Важливим аспектом є також цифровізація освіти. Рівень інтеграції цифрових технологій у навчальний процес залишається низьким, що стримує розвиток інформаційно-цифрових компетентностей, рекомендованих ЄС для сучасного навчання [41]. Учні, які мають доступ до онлайн-платформ та інтерактивних ресурсів, демонструють кращі результати у математиці та природничих науках [56].

Як видно, що наліз літератури та результатів PISA-2022 [55] свідчить про наявність у українських учнів стабільних базових математичних навичок, водночас підкреслюючи потребу модернізації методик викладання, інтеграції STEM-підходів та розвитку цифрових компетентностей [3]. Успішна реалізація цих напрямів дозволить підвищити рівень критичного та творчого мислення, практичних навичок та конкурентоспроможність українських випускників на міжнародному рівні [11].

Вищезазначеного можна стверджувати, що згоджена робота над оновленням змісту математичної освіти, підвищенням кваліфікації вчителів та впровадженням інноваційних освітніх технологій створює передумови для формування сучасного освітнього середовища, здатного ефективно відповідати викликам цифрової та високотехнологічної ери. Це забезпечить не лише підвищення результативності учнів у міжнародних порівняннях, але й сприятиме розвитку конкурентоспроможного, освіченого та креативного покоління громадян України.

Крім того, результати PISA-2022 виявили суттєвий вплив соціально-економічних факторів на рівень математичної компетентності українських учнів. Учні з родин із вищим рівнем доходу та доступом до додаткових освітніх ресурсів (репетиторів, онлайн-курсів, позашкільних занять) показують значно

кращі результати, ніж їхні однолітки з менш забезпечених сімей. Цей розрив особливо відчутний у сільських регіонах, де бракує сучасного обладнання, стабільного інтернет-з'єднання та інноваційних методик навчання. Така нерівність у можливостях вимагає посилення державних і місцевих програм підтримки освітньої інфраструктури, зокрема створення STEM-лабораторій, цифрових класів і мобільних освітніх центрів у віддалених громадах.

Окрему увагу слід приділити професійному розвитку педагогів. Результати PISA свідчать, що високі показники країн-лідерів у математичній грамотності на пряму пов'язані з якісною підготовкою вчителів, які не лише володіють предметом, але й застосовують сучасні методики навчання, орієнтовані на розвиток критичного мислення та творчості. В Україні ж підготовка педагогів часто не встигає за змінами в освітніх підходах і цифрових технологіях. Необхідним є системне оновлення програм підвищення кваліфікації, зокрема через міжнародні освітні стажування, обмін досвідом та залучення педагогів до спільнот практики на європейському рівні [3; 18].

Ще одним викликом, який виявило дослідження PISA-2022, є недостатня мотивація учнів до вивчення математики. Багато з них не бачать зв'язку між математичними знаннями та реальним життям чи майбутньою професією.

Це свідчить про необхідність активнішої інтеграції прикладних аспектів навчання – розв'язання задач, пов'язаних із фінансовою грамотністю, екологічними розрахунками, інженерними або IT-завданнями. Поєднання математики з життєвими ситуаціями та кар'єрною орієнтацією може стати ключем до формування усвідомленої навчальної мотивації, що, своєю чергою, сприятиме підвищенню загального рівня математичної грамотності та зацікавленості українських учнів у STEM-напрямах.

2.4 Білінгвальна освіта та інтегроване предметно-мовне навчання (CLIL) у математичній освіті України

Поведінка учасників міжкультурної комунікації визначається взаємодією мовних і культурних чинників. У контексті математичної освіти в Україні це підкреслює актуальність застосування білінгвальної освіти та інтегрованого предметно-мовного підходу (CLIL), коли вивчення мови здійснюється через засвоєння математичного змісту [17, с. 7]. Така методика одночасно розвиває міжкультурні, комунікаційні та когнітивні компетентності учнів, формуючи здатність застосовувати знання у різних культурних і мовних контекстах і забезпечуючи ефективну інтеграцію у міжкультурний освітній простір.

В українській мові аббревіатура CLIL означає предметно-мовне інтегроване навчання. Зацікавленість у цій методиці також була обумовлена політичними процесами в Європі та впровадженням європейських освітніх стандартів. Важливим чинником стало те, що інтенсивна міграція між європейськими країнами вимагала підвищеного рівня володіння мовами держав, що робило застосування CLIL особливо актуальним у той час [63].

Для реалізації білінгвального підходу в математичній освіті України широко використовується технологія CLIL, розроблена Д. Маршем та А. Мальєрс [54]. Вона передбачає навчання мови через вивчення предмета, зокрема математики, що сприяє одночасному розвитку міжкультурних, комунікаційних і когнітивних навичок учнів.

Основні принципи CLIL, що забезпечують ефективне поєднання навчання мови і математики, включають:

- використання мовних знань як інструменту засвоєння змісту навчальної дисципліни (міжпредметний підхід – cross-curricular approach);
- підвищення мотивації до вивчення предмета завдяки розвитку навичок спілкування іноземною мовою, зокрема англійською (тематично орієнтований підхід – topic-based approach);
- акцент на оволодінні мовою через виконання завдань і проєктів, а не на традиційному її вивченні (task-based та project-based approaches), де швидкість мовлення важливіша за можливі помилки;

– розвиток умінь читати та розуміти мовлення як засобу ефективної участі у комунікації.

Інтегроване предметно-мовне навчання (CLIL) у математичній освіті передбачає, що іноземна мова виступає засобом навчання, а не лише об'єктом вивчення. Це сприяє розвитку когнітивних навичок, комунікаційних здібностей та міжкультурної компетентності учнів [35]. Дослідження показують, що учні, які навчаються за CLIL-підходом, демонструють кращі результати у розумінні складних концепцій і здатні більш ефективно застосовувати знання у нових ситуаціях.

Впровадження білінгвальних програм у школах України відбувається у різних формах: це можуть бути класи з поглибленим вивченням англійської мови, використання іноземної мови для викладання окремих розділів математики, а також інтеграція міждисциплінарних проєктів. Особливістю такого навчання є акцент на практичну діяльність, де учні застосовують мову як інструмент для вирішення математичних задач, що одночасно розвиває критичне мислення та творчі навички.

Дослідження О. Фідкевич, В. Снегірьової та Н. Бакуліної підкреслюють, що CLIL-підходи в українських школах сприяють міжкультурній інтеграції, оскільки учні вчаться порівнювати культурні контексти та застосовувати знання у міжнародному середовищі [35]. Це особливо актуально в регіонах із національними меншинами, де навчання мовам корінних народів та іноземним мовам інтегрується із шкільною програмою з математики.

Важливим аспектом є методичне забезпечення вчителів, які викладають за CLIL. Вчителі повинні володіти високим рівнем іноземної мови та бути компетентними у методиках інтегрованого навчання, що потребує систематичного підвищення кваліфікації та обміну досвідом на національному та міжнародному рівні [62]. У зв'язку з цим в Україні з 2023 року діє проєкт “English for Inservice Science Secondary School Teachers in Ukraine” від громадської організації “Український центр Громадських ініціатив “Світло”” за підтримки Regional English Language Office (RELO) та Посольства США в

Україні, який спрямований на підвищення рівня володіння англійською мовою вчителями природничо-математичних дисциплін закладів загальної середньої освіти України.

Слід зазначити, що CLIL-підходи значно впливають на розвиток когнітивних здібностей учнів є виконання мовних завдань у математичному контексті стимулює аналітичне мислення, здатність до абстрагування та комбінування різних видів інформації [16; 35]. Діти, працюючи з інтегрованими завданнями, розвивають здатність формулювати власні аргументи та логічно обґрунтовувати рішення, що позитивно позначається на засвоєнні складних математичних концепцій [63].

Як бачимо, що такий підхід сприяє формуванню компетентностей, необхідних для подальшого навчання у вищій освіті та майбутньої професійної діяльності. Зокрема, він забезпечує розвиток міждисциплінарного мислення, критичного аналізу та творчого вирішення проблем, що є ключовими навичками у сучасному освітньому та професійному середовищі.

Впровадження CLIL у математиці потребує адаптації навчальних програм. Зокрема, необхідно передбачати методичні матеріали, що дозволяють одночасно вивчати математичні концепції та мовні структури, а також включати міждисциплінарні завдання, що інтегрують знання з математики, природничих наук та мов [30].

Крім того, новаторським аспектом CLIL є синтез різних методик та забезпечення гнучкого підходу до навчання, що дозволяє варіювати форму і глибину застосування мови під час вивчення математики.

Важливо підкреслити, що ефективність реалізації CLIL у математичній освіті значною мірою залежить від дидактичної організації навчального процесу. Зокрема, успішне впровадження цього підходу вимагає чіткої структури уроку, поєднання мовних і змістових цілей, а також використання автентичних матеріалів, які відображають реальні ситуації застосування математики.

Значну роль відіграє також створення навчального середовища, у якому учні мають можливість активно використовувати іноземну мову для пояснення,

аргументації, обговорення математичних понять і спільного пошуку рішень. Саме така інтерактивна взаємодія сприяє формуванню в учнів не лише мовної, а й комунікативної та математичної грамотності, підвищуючи рівень мотивації до навчання і створюючи передумови для розвитку ключових компетентностей XXI століття.

Це доцільно ілюструвати на рис. 2.2, де наведено основні підвиди (риси) предметно-мовного інтегрованого навчання (CLIL).

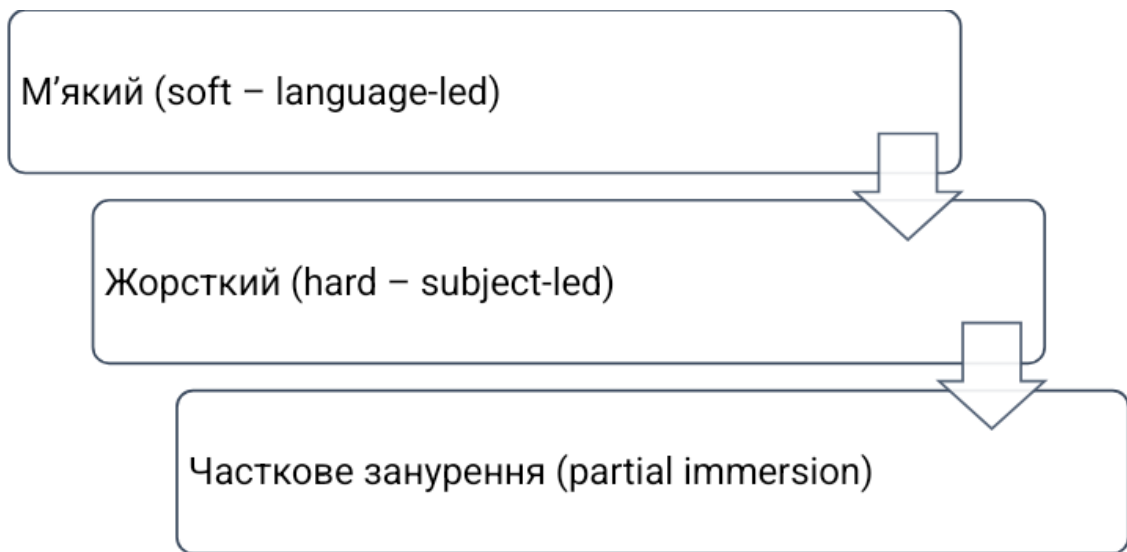


Рис. 2.5. Основні підвиди (риси) предметно-мовного інтегрованого навчання (CLIL) [17, с. 12-15]

Особливо ефективними є проєктні та лабораторні роботи, де учні працюють групами, застосовують іноземну мову для комунікації та презентують результати своїх досліджень. Це розвиває не лише академічні навички, а й соціальні, комунікативні та організаційні компетентності [3].

Важливо зазначити, що CLIL у математичній освіті сприяє підготовці учнів до міжнародних освітніх стандартів та програм, таких як PISA, оскільки учні навчаються мислити критично, формулювати аргументи та вирішувати комплексні завдання у двох мовних середовищах одночасно [55].

Дослідження українських вчених показують, що учні, які навчаються за білінгвальною програмою, демонструють кращі результати у вирішенні прикладних математичних задач, особливо у тих областях, де необхідне логічне

мислення та аналіз даних [3; 30]. Це підтверджує ефективність інтегрованого підходу у формуванні STEM-компетентностей.

Білінгвальна освіта в Україні також сприяє розвитку міжкультурної компетентності, оскільки учні порівнюють власні культурні норми з іншими, обговорюють математичні концепції іноземною мовою та залучаються до міжнародних проєктів. Це створює умови для формування глобальної освітньої перспективи та підвищення готовності до європейської інтеграції.

Одним із викликів є забезпечення рівного доступу до білінгвальної освіти у різних регіонах країни. Переваги CLIL відчутні там, де є достатня кількість кваліфікованих учителів та сучасні навчальні ресурси. У менш забезпечених школах ефективність цього підходу може бути обмеженою через брак матеріально-технічної бази.

Ключовим аспектом успіху CLIL у математиці є інтеграція цифрових технологій [56]. Використання онлайн-платформ, інтерактивних матеріалів та віртуальних лабораторій дозволяє учням практикуватися у двомовному середовищі та отримувати негайний зворотний зв'язок [9; 40].

Підготовка вчителів до білінгвального викладання передбачає тренінги з методики CLIL, вивчення сучасних цифрових інструментів та регулярну участь у науково-практичних конференціях, що сприяє обміну передовим досвідом [44; 60].

Важливим результатом впровадження CLIL є підвищення академічної успішності та мотивації учнів, що сприяє їхній готовності до навчання у міжнародних програмах та університетах.

Крім того, застосування CLIL у математичній освіті створює умови для розвитку критичного та аналітичного мислення через осмислення математичних понять іноземною мовою. Такий підхід змушує учнів не просто відтворювати знання, а глибше їх осмислювати, добираючи точні мовні конструкції для опису процесів, алгоритмів чи рішень.

У результаті формується здатність до багаторівневого мислення, що поєднує мовний, логічний і математичний аналіз. Це підвищує здатність учнів до

міждисциплінарного узагальнення, що є необхідною навичкою у сучасному світі даних, аналітики та штучного інтелекту .

Окремої уваги заслуговує роль CLIL у формуванні соціокультурної компетентності учнів. Вивчаючи математику через іноземну мову, учні ознайомлюються з іншими культурними підходами до наукового пізнання, порівнюють термінологію, систему мір і навіть різні способи математичних доказів у міжнародній практиці [63]. Це не лише розширює світогляд, а й сприяє вихованню толерантності, відкритості до культурного різноманіття та готовності до співпраці у міжнародному освітньому середовищі.

Не менш важливим є й те, що інтегроване предметно-мовне навчання (CLIL) сприяє реалізації стратегічних цілей євроінтеграційної політики України в освіті. Впровадження таких підходів гармонізує українську систему освіти з європейськими освітніми моделями, визначеними у Рамці цифрової компетентності громадян ЄС (DigCompEdu) та Європейських рекомендаціях із мовної освіти [31; 44; 54]. Це створює підґрунтя для академічної мобільності, взаємного визнання кваліфікацій і підготовки конкурентоспроможних випускників, здатних ефективно навчатися й працювати у мультикультурному середовищі.

Підсумовуючи, інтегроване предметно-мовне навчання у математиці розвиває одночасно мовні, когнітивні та соціальні компетентності, сприяє міжкультурній інтеграції та підвищує якість математичної освіти в Україні.

2.5 Вплив війни на освітній процес: проблеми інтеграції учнів у європейські школи та подвійного навчання

В умовах війни українські освітні заклади зіткнулися з новими викликами щодо інтеграції учнів у європейські школи. Велика частина школярів була змушена продовжувати навчання за межами України, що ускладнює одночасне опанування української програми та адаптацію до навчальних стандартів ЄС.

У цьому контексті впроваджується система подвійного навчання, яка передбачає адаптацію українських програм до європейських вимог, включно з трансверсальними компетентностями, STEM-напрямами та цифровою грамотністю. Такий підхід дозволяє забезпечити безперервність навчання, зберігати академічний рівень знань учнів і одночасно сприяти їхній соціальній та освітній інтеграції у новому середовищі [4, с. 22-24].

Для вирішення цих проблем застосовується підхід подвійного навчання з впровадженням україномовного компоненту, що дозволяє зберегти математичну підготовку відповідно до національних стандартів та поступово адаптувати учнів до європейської системи освіти [16]. Такий підхід передбачає підтримку базових знань і компетентностей учнів, одночасно забезпечуючи їхню інтеграцію в нове навчальне середовище та підготовку до стандартів ЄС [10]. Особлива увага приділяється забезпеченню STEM-орієнтованого навчання та розвитку критичного мислення, що відповідає сучасним європейським підходам у середній освіті [3; 11].

У контексті розгляду середньої освіти ЄС слід наголосити на значенні професійної освіти, оскільки акцент ЄС на інтеграції зосереджується на узгодженні професійної освіти з потребами ринку праці в Європі. Це включає заохочення учнівства, транснаціонального співробітництва та взаємного визнання кваліфікацій, що обумовлює специфіку профорієнтаційної роботи з учнями закладів загальної освіти [65].

Розбудова середньої освіти в країнах ЄС відбувається з урахуванням чітких цільових показників, визначених Стратегічною рамкою європейського співробітництва у сфері освіти і навчання (2021–2030 рр.), зокрема: частка 15-річних з низькими успіхами з читання, математики та природничих наук має бути меншою за 15%; частка восьмикласників з низькою успішністю з комп'ютерної та інформаційної грамотності – меншою за 15%; а частка тих, хто зарано залишив навчання, повинна бути меншою за 9% [19, с. 11]. Для підготовки до школи важливим є охоплення дошкільною освітою не менше 96% дітей віком

від 3 років до початку обов'язкового навчання, що формує базу для подальшого успішного навчання.

Моніторинг показує, що досягнення цих цільових показників відбувається нерівномірно, адже системи освіти країн-членів ЄС значно відрізняються за структурою та ресурсами [16]. Водночас ЄС підходить до цього процесу з позиції взаємодоповнюваності та збереження національної ідентичності, а не досягнення повної одноманітності. Гармонізація зусиль спрямована на підвищення якості освіти [46], інтеграцію цифрових технологій та підготовку учнів до ринку праці, що прямо впливає на стандарти, за якими адаптуються українські програми подвійного навчання [65].

Особливої уваги потребує забезпечення доступу до дошкільної освіти та підвищення кваліфікації педагогів, оскільки брак підготовлених вчителів є основною перешкодою для реалізації ефективного міжпредметного навчання та інтеграції цифрових навичок. У рамках подвійного навчання це означає розробку адаптованих методичних матеріалів, використання дистанційних платформ та інтерактивних технологій, які дозволяють підтримувати навчальний процес та розвивати когнітивні та STEM-компетентності учнів [3; 40].

Проблеми, з якими стикаються українські школярі, включають не лише мовну адаптацію, але й соціально-емоційний аспект навчання, що вимагає посиленої підтримки з боку педагогів, психологів та родини. Впровадження комплексних стратегій, які поєднують академічну, психологічну та соціальну підтримку, є критичним для забезпечення успішної інтеграції українських учнів у європейські школи та досягнення цільових показників ЄС [2, с. 46-49].

Впровадження україномовного компонента у програми подвійного навчання передбачає адаптацію математичних курсів так, щоб вони відповідали як українським стандартам освіти, так і вимогам шкіл ЄС [16]. Це включає узгодження навчальних тем, структур задач і методів оцінювання, що дозволяє учням зберігати набутий рівень математичної компетентності та одночасно інтегруватися в нове освітнє середовище [10]. Такий підхід забезпечує

безперервність навчання та зменшує ризик прогалин у знаннях, що особливо критично для учнів, які були вимушені змінити країну навчання.

Ключовим аспектом реалізації україномовного компоненту є створення спеціалізованих методичних матеріалів, що поєднують українську мову навчання з європейським математичним контентом. Це можуть бути підручники та робочі зошити, адаптовані задачі міжнародного рівня, а також інтерактивні вправи на платформах дистанційного навчання. Така методика дозволяє учням практикувати математичні навички у зрозумілому мовному середовищі, що підвищує ефективність засвоєння матеріалу та підтримує академічну успішність [11].

Особлива увага приділяється підготовці вчителів, які працюють із програмами подвійного навчання. Вони мають володіти не лише високим рівнем україномовної компетенції, але й розуміти стандарти ЄС у викладанні математики, знати міжнародні методики оцінювання та інтеграції STEM-напрямів. Регулярні тренінги, онлайн-семінари та обмін досвідом з педагогами країн ЄС забезпечують постійне підвищення якості викладання та дозволяють створити ефективний баланс між збереженням української освіти та інтеграцією у європейське освітнє середовище [16; 40; 63].

Таким чином, інтеграція українських учнів у європейські школи в умовах війни потребує комплексного підходу, що включає подвійне навчання з україномовним компонентом, розвиток STEM-напрямів, міжпредметне навчання, цифрову трансформацію та підтримку психосоціальних компетентностей, що дозволяє забезпечити якісну освіту та ефективну інтеграцію у європейський освітній простір.

Висновки до розділу 2

У другому розділі ми проаналізували сучасний стан математичної освіти в Україні в умовах європейської інтеграції та виокремили ключові тенденції її розвитку. Було з'ясовано, що впровадження компетентнісного підходу, STEM-освіти та білінгвальних програм відкриває нові можливості для формування цілісних компетентностей учнів, поєднуючи академічні знання з практичними навичками, цифровою грамотністю та міжкультурною комунікацією. Особливу роль у підвищенні якості навчання відіграють інтегровані підходи, що дозволяють поєднувати знання з різних предметних областей, а також розвиток критичного і творчого мислення.

Водночас аналіз показав наявність системних викликів: нерівномірний доступ до сучасних освітніх ресурсів, недостатня цифровізація, обмежена готовність учнів до застосування знань у нових або комплексних ситуаціях, а також складнощі інтеграції в умовах війни та подвійного навчання. Це підкреслює необхідність стратегічного підходу до модернізації математичної освіти, який поєднує оновлення змісту, розвиток педагогічних компетентностей та створення підтримуючого навчального середовища.

Отже, розділ 2 демонструє, що сучасна українська математична освіта активно адаптується до європейських стандартів, але ефективність цієї трансформації значною мірою залежить від комплексної реалізації нових освітніх стратегій, інтеграції цифрових і міждисциплінарних методик, а також від підтримки учнів у складних соціально-психологічних умовах. Такий підхід створює основу для підготовки конкурентоспроможних, інноваційно мислячих та готових до міжнародної інтеграції випускників.

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ ІНТЕГРАЦІЇ МАТЕМАТИЧНОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ В ОСВІТНІЙ ПРОСТІР ЄС

3.1 Ключові виклики: узгодження критеріїв оцінювання, змісту, організації освітнього процесу

Одним із ключових викликів інтеграції української математичної освіти у європейський освітній простір є узгодження критеріїв оцінювання результатів навчання. В українській системі освіти оцінювання традиційно має репродуктивний характер, зосереджений на перевірці рівня засвоєння знань і виконання стандартних алгоритмічних дій [50]. Натомість у країнах Європейського Союзу переважають компетентнісні підходи [49], що передбачають оцінювання аналітичного, критичного мислення, уміння розв'язувати проблеми та застосовувати знання у реальних життєвих ситуаціях [55].

Порівняльні дослідження, зокрема PISA (Programme for International Student Assessment), показують суттєву різницю у підходах до оцінювання математичної грамотності. Учасники з країн ЄС демонструють здатність аналізувати дані, моделювати ситуації, застосовувати математичні інструменти для вирішення соціальних або природничих задач, тоді як більшість українських школярів схильні до відтворення формул без глибокого розуміння контексту [55]. Це зумовлює необхідність адаптації національної системи контролю знань до форматів міжнародних оцінювань.

Одним із рішень є створення спільних оцінювальних стандартів, гармонізованих із європейськими. Європейська Комісія у своєму звіті Education and Training Monitor 2023 наголошує на потребі забезпечення прозорості результатів навчання та їхнього взаємного визнання між країнами-членами ЄС [46]. Для України це означає запровадження підходів, орієнтованих на формування наскрізних компетентностей, визначених у Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning [39].

Ще одним напрямом є гармонізація змісту навчальних програм. Сучасна європейська школа будує навчання на інтегрованих, міждисциплінарних засадах, де математика взаємодіє з природничими, технологічними та цифровими компонентами та є практикоорієнтованою. Широке застосування в математичній освіті, зокрема Німеччини, набуває математичне моделювання. Водночас українська шкільна програма з математики лише поступово переходить до компетентнісного підходу, в якій моделювання реальних ситуацій розглядається фрагментарно, тому потребує оновлення з урахуванням європейських тенденцій STEM-освіти [3; 50–52].

Так під час вивчення теми “Функції” в українській школі основною метою постає формування чіткого уявлення про поняття функції як математичного об’єкта, опанування її властивостей і вміння виконувати аналітичні та графічні дослідження. Натомість в німецькій школі акцентується увага на використанні функції як інструменту для опису реальних залежностей і розв’язування прикладних задач з різних галузей. Покажемо на прикладах різницю в методичних підходах до формулювання задач з теми “Функції” в Україні та Німеччині.

Приклад (Україна).

Задача.

Дано функцію $y = 3x - 2$.

1. Знайдіть значення функції при $x = -1; 0; 2$.
2. Побудуйте графік функції.
3. Знайдіть нуль функції.

Структура: формула \rightarrow обчислення \rightarrow графік \rightarrow результат.

Приклад (Німеччина).

Задача.

Таксі бере 5 € за посадку та 2 € за кожен кілометр.

1. Запишіть залежність вартості поїздки від відстані.
2. Поясніть значення кожного параметра у формулі.
3. Побудуйте графік і визначте, скільки коштуватиме поїздка на 12 км [38].

Структура: модель → інтерпретація → графік → висновок.

Викладання та навчання математичного моделювання стало ключовою компетентністю в шкільних навчальних програмах країн ЄС. Це питання активно обговорюється на конференціях Європейського товариства досліджень математичної освіти (CERME). У контексті математичного моделювання, описаному в науковій роботі німецькими вченими Г. Гріфратом, К. Форхельтером [51], математизація є ключовою підкомпетенцією, що полягає в перетворенні реальних ситуацій у математичні моделі через формули, графіки чи інші структури та складається з наступних етапів: аналіз реальної моделі, визначення змінних та параметрів, формування математичного виразу, графічна або таблична репрезентація.

Автори книги наводять приклади реальних ситуацій, що розв'язуються шляхом моделювання. Наприклад, реальна ситуація: У контейнер завдовжки 5 м, шириною зверху 2 м та знизу 3 м, висота заповнення піском 1,5 м. Обчислити об'єм піску, вважаючи форму трапецієподібної призми. Густина піску $1,5 \text{ т/м}^3$. Знайти масу піску [51].

З вищезазначеного слідує, що розроблення нових навчальних програм має спиратися на Концепцію розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), затверджену Кабінетом Міністрів України у 2020 році, яка визначає пріоритети інтеграції освітнього змісту, посилення практичної спрямованості та цифрової грамотності учнів [10]. Проте реалізація цієї концепції вимагає адаптації до загальноєвропейської рамки компетентностей, що базується на критичному мисленні, креативності та навичках вирішення проблем [39; 45].

Особливої уваги потребує гармонізація наскрізних змістових ліній.⁹ У країнах ЄС навчальні програми з математики охоплюють блоки, пов'язані із застосуванням математичних знань у контексті навколишнього середовища, соціально-економічних процесів і цифрових технологій. Так, за даними Eurydice, у більшості європейських систем освіти математика викладається в інтеграції з інформатикою, що сприяє розвитку інформаційно-комунікаційних навичок [50].

В Україні ж подібна інтеграція здійснюється фрагментарно, переважно у старшій профільній школі. Тому необхідним є створення інтернаціональних підручників та методичних рекомендацій, що відображають узгоджені освітні стандарти ЄС. Це дозволить забезпечити єдність підходів і підвищити мобільність учнів, які продовжують навчання за кордоном.

Організація освітнього процесу – ще один виклик інтеграції. Європейські школи характеризуються більшою автономією, варіативністю навчальних планів і гнучким розподілом навчального часу. Наприклад, у Фінляндії навчальний тиждень будується з урахуванням балансу між теоретичними та практичними видами діяльності, а цифрові платформи використовуються як базовий елемент навчання [46].

В Україні ж навчальний процес залишається переважно стандартизованим, із жорстко визначеним часом уроків та обмеженою кількістю практичних занять. Це зменшує гнучкість освітнього середовища та ускладнює адаптацію учнів, які навчаються одночасно в українській та європейській школах [16]. Необхідно поступово впроваджувати комбіноване та дистанційне навчання, розширювати цифрову інфраструктуру, як передбачено Digital Education Action Plan 2021–2027 [41].

Інклюзивний компонент є невід’ємною частиною європейських освітніх стандартів. Країни ЄС активно впроваджують індивідуальні освітні траєкторії для дітей з особливими освітніми потребами. В Україні подібні практики лише починають масштабуватися, тому інтеграція у європейський простір вимагає розбудови системи підтримки педагогів і створення доступних ресурсів для адаптації навчального матеріалу.

Важливим є питання підготовки вчителів. Дослідження свідчать, що українські педагоги потребують додаткових компетентностей у галузі цифрового викладання, використання CLIL-технологій (Content and Language Integrated Learning) та методики STEM [54]. Ці навички є критично важливими для викладання математики у двомовному середовищі, що поєднує україномовний компонент із міжнародними стандартами].

Європейська практика доводить ефективність змішаних моделей навчання. Наприклад, у Нідерландах і Фінляндії уроки математики часто інтегровані з лабораторними роботами або міждисциплінарними проєктами, що дозволяє учням застосовувати теоретичні знання в реальному контексті [50]. В Україні такі практики поки що обмежені, але їхнє впровадження може стати основою для гармонізації освітніх процесів.

Значну увагу потрібно приділити розбудові цифрової інфраструктури. У більшості країн ЄС учні мають доступ до онлайн-ресурсів, симуляцій та цифрових лабораторій, що забезпечує гнучкість навчання. Україна ж потребує модернізації цифрового середовища, що визначено в Digital Education Action Plan та Плані заходів щодо реалізації Концепції розвитку STEM-освіти [11; 40].

Узгодження критеріїв оцінювання вимагає системної підготовки педагогів до використання міжнародних форматів тестування, таких як PISA або TIMSS. Це забезпечить порівнянність результатів і сприятиме визнанню українських освітніх сертифікатів у Європейському просторі вищої освіти [46; 53].

Важливим фактором є також взаємне визнання результатів навчання. Strategic Framework – European Education Area (2021–2030) передбачає розробку механізмів для взаємного зарахування освітніх результатів між країнами ЄС [58]. Для України це відкриває можливості інтеграції подвійного навчання, що дозволяє українським школярам одночасно навчатися за двома системами.

Ризики впровадження нових стандартів пов'язані з недостатнім кадровим потенціалом і нерівномірним забезпеченням шкіл. За даними Education and Training Monitor 2023, країни ЄС стикаються з аналогічними проблемами – дефіцитом кваліфікованих учителів та нерівним доступом до ресурсів, однак вирішують їх через системи безперервного професійного розвитку [46].

Аналізуючи можна зазначити, що ефективна інтеграція можлива лише за умови створення єдиної стратегії взаємодії між Україною та ЄС, яка поєднуватиме оновлення змісту, модернізацію оцінювання, цифрову трансформацію та педагогічну підтримку. Саме така модель забезпечить

поступове узгодження української математичної освіти зі стандартами Європейського освітнього простору.

3.2 Роль підготовки та професійного розвитку педагогічних кадрів у процесі інтеграції

Якість підготовки педагогічних кадрів є визначальним чинником успішної інтеграції української математичної освіти в європейський освітній простір. Від рівня професійної компетентності вчителів залежить ефективність реалізації освітніх реформ, гармонізація навчальних програм і впровадження сучасних методик викладання.

Підготовка вчителя математики в умовах інтеграційних процесів передбачає переорієнтацію з традиційного предметного підходу на формування компетентностей, визначених у European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu) та European Qualifications Framework (EQF) [19]. Це означає, що педагог має не лише володіти змістом математичних дисциплін, але й уміти застосовувати цифрові інструменти, створювати інтерактивні середовища навчання й оцінювати результати на основі компетентнісних критеріїв.

Одним із пріоритетних напрямів є підвищення кваліфікації педагогів через системні тренінги, курси та програми безперервної освіти. В Україні вже реалізуються ініціативи Міністерства освіти і науки спільно з Європейським Союзом, спрямовані на підготовку вчителів до викладання у двомовному форматі та інтеграцію STEM-компонентів у шкільний курс [12].

Програми підвищення кваліфікації мають бути зорієнтовані не лише на оновлення змісту, а й на методику навчання. Європейський досвід показує ефективність тренінгів, побудованих на принципах «навчання через діяльність», де педагоги опановують методи проблемно-орієнтованого та проєктного навчання. Такі програми, наприклад, реалізуються у Фінляндії та Данії, де

вчителі проходять короткострокові інтенсиви з розробки інтегрованих STEM-уроків.

Особливої уваги заслуговує підготовка до використання CLIL-методики (Content and Language Integrated Learning), що передбачає викладання предметів іноземною мовою при одночасному формуванні мовних компетентностей [14]. Для України, де дедалі більше школярів навчаються за подвійними освітніми програмами, CLIL є ефективним інструментом інтеграції україномовного компоненту в європейський контекст.

Педагоги, які володіють CLIL-методами, здатні викладати математику англійською, німецькою чи польською мовами, що підвищує академічну мобільність учнів та сприяє їхній адаптації у школах ЄС. Розглянемо приклад програма «Math in English» у польських школах, де учні з України мають можливість опанувати математику англійською, а вчителі проходять спеціальні курси з подвійного викладання [24].

Важливою складовою є обмін кращими практиками між педагогами України та країн ЄС. Міжнародні стажування, зокрема в межах програм Erasmus+ Teacher Academies та eTwinning, забезпечують доступ до сучасних європейських освітніх інновацій [41]. Участь українських педагогів у таких програмах сприяє професійному зростанню, формуванню нової педагогічної культури та створенню спільних навчальних ресурсів.

Ефективним інструментом є партнерські програми між українськими та європейськими школами. Наприклад, у межах ініціативи School Education Gateway реалізуються спільні проєкти, де педагоги обмінюються методичними матеріалами, проводять онлайн-уроки та створюють інтегровані навчальні модулі з математики [50].

Крім того, вагомим напрямом розвитку є участь педагогів у міжнародних науково-практичних конференціях і семінарах, які дозволяють представити власні напрацювання, отримати експертну оцінку й адаптувати їх до європейських вимог. Це сприяє створенню мережі професійних контактів і посиленню співпраці між університетами України та ЄС.

Одним із системних кроків інтеграції є впровадження європейських професійних стандартів для вчителів. European Training Foundation (ETF) [54] визначає перелік ключових компетентностей педагога XXI століття, серед яких – цифрова грамотність, інклюзивність, лідерство, креативність і вміння формувати навчальне середовище, орієнтоване на учня.

В Україні вже розроблено Професійний стандарт учителя математики, який частково узгоджується з європейськими вимогами, але потребує розширення в частині цифрових і мовних компетентностей [16]. Його вдосконалення відповідно до європейських рамок дозволить спростити взаємне визнання кваліфікацій та підвищити конкурентоспроможність українських педагогів.

Процес сертифікації педагогів має стати інструментом підвищення якості викладання. У країнах ЄС сертифікація вчителів проводиться за результатами практичних занять, само–оцінювання, участі у професійних спільнотах і розробці навчальних матеріалів. В Україні доцільно адаптувати подібну модель, що дозволить об'єктивно оцінювати професійний рівень і мотивувати педагогів до розвитку.

Професійний розвиток учителів тісно пов'язаний із системою підтримки та мотивації. Європейський досвід свідчить, що ефективне стимулювання педагогів включає фінансові бонуси, гранти на реалізацію інноваційних проєктів, доступ до цифрових ресурсів і методичних платформ [46]. Для України актуальним є створення фондів підтримки педагогічних ініціатив, спрямованих на розвиток математичної освіти.

Підвищення мотивації можливе також через надання педагогам академічної свободи у виборі методик і засобів навчання. Така автономія, притаманна освітнім системам Фінляндії та Нідерландів, дозволяє вчителям творчо підходити до викладання й розробляти індивідуальні траєкторії для учнів [2; 49].

Цифровізація освіти відкриває нові можливості для професійного зростання педагогів. Онлайн-платформи, такі як European School Education Platform, Coursera чи Prometheus, забезпечують доступ до міжнародних курсів,

сертифікаційних програм і спільнот практиків [41]. Це дає змогу вчителям постійно оновлювати знання, не відриваючись від професійної діяльності.

Розвиток педагогічних цифрових компетентностей є невід'ємною складовою інтеграції. За стандартами DigCompEdu, вчитель має вміти використовувати технології для планування, комунікації, оцінювання та персоналізації навчального процесу. Це особливо актуально для викладання математики, де цифрові інструменти дозволяють візуалізувати абстрактні поняття й підвищувати мотивацію учнів.

Не менш важливим є формування педагогічного лідерства. Європейські освітні системи приділяють значну увагу розвитку наставництва, коли досвідчені вчителі допомагають молодим колегам адаптуватися до сучасних вимог. В Україні варто активізувати діяльність професійних спільнот, які могли б виступати осередками обміну знаннями та підтримки педагогів.

Важливим напрямом є також розвиток рефлексивної культури вчителя. Європейські стандарти передбачають регулярний самоаналіз, планування особистого професійного розвитку та участь у педагогічних дослідженнях [54]. Це дозволяє педагогам критично оцінювати власну практику й ефективно впроваджувати інновації.

Розвиток педагогів безпосередньо впливає на результати навчання учнів. Дослідження OECD засвідчують, що школи, у яких учителі проходять системну перепідготовку, демонструють вищі результати з математики у міжнародних тестах [55]. Це доводить, що інвестиції у професійний розвиток педагогів є інвестиціями у якість освіти.

Використання STEM-підходів у навчанні математики під керівництвом підготовлених педагогів сприяє підвищенню мотивації учнів, розвитку критичного мислення та цифрової грамотності. У поєднанні з методиками проєктного навчання це дозволяє створити середовище, у якому учень виступає активним учасником освітнього процесу.

Таким чином, професійна підготовка та розвиток учителів математики є стратегічним пріоритетом для інтеграції української освіти в європейський

контекст. Системні програми підвищення кваліфікації, впровадження європейських стандартів, обмін досвідом і мотиваційна підтримка педагогів створюють основу для якісних змін.

Успіх інтеграції значною мірою залежить від того, наскільки педагог стане носієм європейських освітніх цінностей – гнучкості, інноваційності, відкритості та професійної відповідальності. Лише через розвиток учителя можливо забезпечити реальне оновлення змісту освіти та підвищення конкурентоспроможності українських школярів у європейському освітньому просторі.

Крім того, важливою складовою підготовки сучасного вчителя математики є формування його цифрової компетентності. З огляду на динамічний розвиток інформаційних технологій, педагог повинен не лише володіти інструментами цифрового навчання, а й уміти інтегрувати їх у власну методику викладання. Використання інтерактивних платформ, електронних симуляторів, освітніх ігор і аналітичних сервісів створює можливості для персоналізації навчання та моніторингу навчальних досягнень учнів у реальному часі. Це забезпечує більш глибоке розуміння учнями математичних понять і стимулює їхню пізнавальну активність.

Значну роль у професійному розвитку педагогів відіграє участь у міжнародних програмах обміну, стажуваннях та спільних дослідницьких проєктах. Такі ініціативи, як Erasmus+, eTwinning та інші, відкривають для українських учителів можливості ознайомлення з кращими європейськими практиками викладання, обміну методичними напрацюваннями та спільного створення інноваційних освітніх ресурсів. Міжнародна співпраця сприяє формуванню відкритого педагогічного середовища, у якому зростає взаємна довіра, толерантність і професійна підтримка.

Аспектом є створення в Україні системи наставництва та професійних спільнот учителів математики. Такі спільноти сприяють обміну досвідом, взаємному навчанню, спільному вирішенню методичних проблем і розробці навчальних матеріалів. Наставництво допомагає молодим педагогам швидше

адаптуватися до професійних вимог, формує у них почуття приналежності до освітньої спільноти та підвищує рівень професійної самосвідомості.

3.3 Мовно-культурні бар'єри та стратегії їх подолання

Інтеграція української математичної освіти до європейського освітнього простору неможлива без урахування мовних і культурних аспектів, які значною мірою визначають ефективність навчального процесу. Мовно-культурні бар'єри впливають не лише на комунікацію між учасниками освітнього середовища, але й на засвоєння навчального матеріалу, розуміння змісту та мотивацію до навчання.

Одним із найпомітніших викликів є мовний бар'єр. Для учнів і педагогів складність полягає у засвоєнні спеціалізованої математичної термінології та наукової лексики іншою мовою. Математика має свою унікальну систему символів, понять і формулювань, які в різних мовах можуть мати відмінні семантичні відтінки. Це створює додаткові труднощі під час перекладу або пояснення складних понять.

Проблема ускладнюється тим, що багато навчальних ресурсів, тестів та міжнародних досліджень (зокрема PISA, TIMSS) представлені англійською мовою. Учні, які не володіють нею на достатньому рівні, стикаються з бар'єрами у розумінні завдань, що може впливати на результати тестування. Тому впровадження двомовного або багатомовного навчання стає необхідною умовою для забезпечення рівних можливостей у навчанні.

Одним із ефективних підходів до подолання мовних труднощів є використання методики CLIL – предметно-мовного інтегрованого навчання. Вона дозволяє одночасно формувати математичні та мовні компетентності, розвиваючи навички комунікації, критичного мислення та професійного мовлення. Наприклад, під час вивчення теми «Geometry in Space» учні не лише опановують просторові поняття, а й навчаються описувати їх англійською мовою.

Викладачі відіграють ключову роль у забезпеченні мовної підтримки учнів. Для цього доцільно впроваджувати адаптовані глосарії термінів, двомовні вправи та інтерактивні завдання. Можна стверджувати, що ці підходи вже успішно реалізуються у низці українських шкіл, які беруть участь у міжнародних проєктах Erasmus+, де частина навчальних курсів викладається англійською мовою.

Культурні відмінності є ще одним важливим аспектом інтеграції. У європейських країнах переважає навчання, орієнтоване на самостійне дослідження, дискусію та критичне осмислення інформації, тоді як українська система освіти історично тяжіла до репродуктивних методів. Розбіжності у стилях навчання та оцінювання можуть призводити до непорозумінь між учнями та викладачами у міжнародних програмах.

Також варто враховувати різницю в освітніх очікуваннях і культурі навчання. В одних країнах учитель розглядається як наставник і партнер у пізнанні, тоді як в інших – як авторитетне джерело знань. Для успішної інтеграції важливо формувати культуру взаємоповаги, відкритості до різних педагогічних стилів і міжкультурного діалогу в освітньому середовищі.

Подолати мовно-культурні бар'єри допомагають двомовні підручники та навчальні матеріали, розроблені спеціально для інтегрованих програм. Наприклад, створення українсько-англійських збірників задач з математики дозволяє учням поступово звикати до іншомовної термінології без втрати змісту навчання. Це також сприяє підготовці до міжнародних іспитів та участі в освітніх проєктах.

Сучасні цифрові платформи відіграють значну роль у подоланні мовних труднощів. Використання інструментів із багатомовною підтримкою – таких як Moodle, Google Classroom, Kahoot чи GeoGebra – дає можливість учням обирати мову інтерфейсу, перекладати завдання й спілкуватися з однолітками з інших країн. Такий формат стимулює розвиток міжкультурної комунікації та цифрової грамотності.

Іншим напрямом є залучення учнів до міжнародних конкурсів, хакатонів і спільних STEM-проектів, де використання англійської мови є природною умовою співпраці. Під час таких заходів учасники навчаються працювати в багатомовних командах, презентувати свої результати й обговорювати наукові ідеї, долаючи мовні бар'єри у практичному контексті.

Особливу увагу слід приділяти інклюзивності освітнього процесу. Серед українських учнів є значна кількість внутрішньо переміщених осіб і дітей, які тимчасово навчаються за кордоном. Для них необхідно створювати умови адаптації до нових мовних і культурних середовищ. Це може бути реалізовано через курси мовної підтримки, тьюторські програми та індивідуальні навчальні траєкторії.

Ефективною стратегією є створення мультилінгвальних онлайн-ресурсів для вивчення математики. Такі платформи, як Khan Academy, Brilliant або Mathigon, пропонують навчальні модулі кількома мовами, що сприяє самостійній роботі учнів і зменшує залежність від рівня володіння однією мовою.

Одним із ефективних прикладів подолання мовно-культурних бар'єрів є впровадження шкільних «Language & Math Clubs» – факультативів, де учні одночасно вивчають математичну термінологію англійською та розв'язують задачі з реальних життєвих ситуацій. Такі клуби вже створені в низці шкіл Київської, Львівської та Дніпропетровської областей у межах ініціативи Erasmus+ School Partnerships. Учні працюють у малих командах, готують короткі презентації англійською, проводять міжшкільні онлайн-змагання з математики, що стимулює природне використання іншомовної лексики у контексті фахової діяльності.

Іншим прикладом є проєкт «Mathematics Without Borders», у якому беруть участь українські школи спільно з навчальними закладами Болгарії, Польщі та Чехії. У межах програми використовуються двомовні збірники задач, де кожне завдання подано українською та англійською мовами. Учителі розробляють спільні відеоуроки, що демонструють відмінності у підходах до пояснення

математичних понять у різних країнах. Це сприяє не лише мовній практиці, а й формуванню міжкультурної толерантності та гнучкого мислення в учнів.

Важливою формою подолання мовно-культурних труднощів є також програми короткострокових обмінів та літніх математичних шкіл. Наприклад, ініціатива «STEM Summer Academy», яку реалізує низка українських університетів спільно з європейськими партнерами, поєднує інтенсивні мовні курси з практичними заняттями з робототехніки та прикладної математики. Учні спілкуються англійською в реальних дослідницьких ситуаціях, розробляють власні проєкти й презентують їх міжнародним експертам. Такий формат дозволяє ефективно долати як мовні бар'єри, так і психологічну невпевненість у міжкультурному спілкуванні.

Отже, подолання мовно-культурних бар'єрів вимагає системного підходу, який поєднує методичну, технологічну та гуманістичну складові. Важливо не лише навчати мови через предмет, але й виховувати толерантність, міжкультурне розуміння та повагу до різноманіття. Саме така інтегрована стратегія дозволить забезпечити ефективну участь українських учнів і педагогів у європейському освітньому просторі, сприяючи гармонійному поєднанню знань, культури та мовної компетентності.

3.4 Дорожня карта інтеграції до 2030 року: індикатори, етапи, механізми моніторингу

Інтеграція української математичної освіти до європейського освітнього простору потребує стратегічного бачення, системного підходу та чітко визначених етапів реалізації. Дорожня карта до 2030 року покликана забезпечити узгодженість дій державних органів, освітніх закладів, науковців та міжнародних партнерів. Її реалізація має ґрунтуватися на вимірюваних індикаторах, чітких часових межах і ефективних механізмах моніторингу.

Першим кроком є визначення ключових індикаторів успіху, які дозволять оцінити прогрес у реформуванні математичної освіти. До таких показників

належать рівень володіння математичними та STEM-компетентностями, цифровими навичками, частка учнів, які демонструють високі результати за міжнародними дослідженнями PISA і TIMSS, а також охоплення шкіл інклюзивними та двомовними програмами.

Одним із важливих індикаторів стане якість педагогічної підготовки. До 2030 року планується, щоб не менше 70% учителів математики пройшли курси підвищення кваліфікації з цифрової дидактики, CLIL-підходу та інтегрованого STEM-навчання. Це дозволить створити єдину професійну базу для впровадження інноваційних методик у школах різних типів.

На короткостроковому етапі (2025–2027 рр.) ключовими завданнями стануть підготовка педагогічних кадрів і модернізація навчальних матеріалів. У цей період необхідно розробити нові підручники з математики, узгоджені з Рамкою ключових компетентностей ЄС, а також створити національні центри методичної підтримки педагогів.

Крім того, у цей же період планується розширити участь українських шкіл у міжнародних освітніх програмах – зокрема, Erasmus+ та eTwinning – для налагодження партнерств, обміну досвідом і впровадження кращих європейських практик навчання математики. Це сприятиме формуванню єдиних освітніх стандартів і практичному використанню іншомовних ресурсів.

Середньостроковий етап (2027–2030 рр.) передбачає глибоку інтеграцію цифрових технологій у математичну освіту. Планується запровадження національної цифрової платформи «Math-UA.Edu», яка об'єднає електронні підручники, інтерактивні завдання, аналітичні інструменти та модулі для адаптивного навчання. Усі ці елементи мають підтримуватися українською та англійською мовами.

Одночасно відбудуватиметься оцінювання результатів реформ, зокрема шляхом участі у міжнародних тестуваннях і внутрішнього моніторингу досягнень учнів. Звіти про результати мають публікуватися щорічно для забезпечення прозорості процесу та можливості корекції освітньої політики.

Довгостроковий етап (до 2030 р.) стане етапом стабілізації та закріплення інтеграційних результатів. Головна мета – повне узгодження українських освітніх стандартів з європейськими рамками кваліфікацій (EQF) та сталий розвиток шкільної математичної освіти у відповідності до принципів Європейського освітнього простору.

Механізми моніторингу відіграють вирішальну роль у реалізації дорожньої карти. Регулярне проведення національних і міжнародних тестувань дозволить відстежувати динаміку навчальних досягнень. Крім того, буде створено електронну систему моніторингу, що міститиме базу даних успішності, результатів педагогічних атестацій та відгуків учнів і батьків.

Аудит підручників і методичних матеріалів стане ще одним елементом моніторингу. Заплановано періодичне оновлення контенту відповідно до змін у науці, технологіях і педагогічних підходах. Такий аудит дозволить уникнути застарілих методик і підтримувати високу якість навчальних ресурсів.

У реалізації дорожньої карти ключову роль відіграватиме держава, яка має забезпечити нормативно-правову базу, фінансову підтримку та системну координацію. Міністерство освіти і науки України спільно з Національною академією педагогічних наук буде відповідальним за методичний супровід, а також за впровадження індикаторів оцінювання якості освіти.

Не менш важливим є внесок міжнародних партнерів. Європейська комісія, UNICEF, UNESCO та інші організації можуть підтримати українські освітні проєкти через грантові програми, обмін експертами та спільні дослідницькі ініціативи. Це сприятиме не лише фінансовому забезпеченню, а й обміну найкращими практиками освітнього управління.

Корекційні механізми дозволять оперативно реагувати на виклики, пов'язані з регіональними, соціально-економічними або культурними особливостями. Передбачено можливість коригування програм відповідно до потреб сільських шкіл, шкіл для внутрішньо переміщених осіб або навчальних закладів, що працюють у складних умовах післявоєнного відновлення.

Окремо потрібно врахувати вплив війни та міграційних процесів на якість математичної освіти. Частина українських учнів навчається за кордоном або дистанційно, тому важливо забезпечити механізми визнання їхніх результатів, академічну мобільність і створення спільних навчальних платформ із країнами ЄС.

До 2030 року Україна планує реалізувати низку стратегічних ініціатив у сфері математичної освіти, орієнтуючись на європейські стандарти та практики.

Створення Національного центру моніторингу математичної освіти передбачає формування інституції, яка забезпечуватиме систематичний збір, аналіз та оприлюднення статистичних даних щодо рівня математичної грамотності учнів в Україні. Центр здійснюватиме свою діяльність на основі міжнародних методологічних підходів, визначених у рамках OECD (PISA Framework) та IEA (TIMSS Assessment Framework), що дозволить забезпечити порівнюваність українських освітніх результатів із світовими.

Платформа testportal.gov.ua стане технічною базою для реалізації цього процесу, об'єднуючи функції збору, верифікації та аналітики даних. Такий центр сприятиме підвищенню якості прийняття управлінських рішень у сфері освіти, формуванню національної бази освітньої аналітики та вдосконаленню політики в галузі математичної освіти.

Запровадження мікросертифікації педагогів є ще одним важливим напрямом удосконалення системи професійного розвитку вчителів. Цей механізм дозволить оцінювати рівень володіння сучасними компетентностями, зокрема у сфері цифрової педагогіки, математичного моделювання, інтегрованого навчання та STEM-підходів.

Успішне проходження мікросертифікацій забезпечуватиме педагогам доступ до електронного професійного портфолію, що визнається не лише в Україні, а й у країнах Європейського Союзу. Це створює умови для прозорості оцінки кваліфікації педагогів, підвищує їхню мотивацію до безперервного навчання та сприяє розвитку педагогічної мобільності у межах європейського освітнього простору.

Розробка Національної рамки математичних компетентностей має на меті визначити структуровану систему рівнів володіння математичними знаннями, уміннями та навичками, а також сформулювати очікувані результати навчання для кожного ступеня освіти – від початкової до старшої школи. Ця рамка забезпечить узгодженість між навчальними програмами, критеріями оцінювання та міжнародними стандартами, що дозволить здійснювати об'єктивне порівняння результатів українських учнів із європейськими. Крім того, вона стане основою для створення єдиної системи освітніх орієнтирів, що полегшить академічну мобільність та сприятиме інтеграції української освіти у європейський контекст.

Впровадження інформаційно-аналітичної системи «EduMetrics-UA» спрямоване на забезпечення комплексного моніторингу освітніх процесів у режимі реального часу. Ця система інтегруватиметься з державним електронним реєстром освіти та міститиме модулі для відстеження результатів навчальних досягнень, професійного рівня педагогів, ефективності навчальних програм і розподілу фінансування.

Використання такого цифрового інструменту дозволить перейти до моделі управління освітою, заснованої на даних (data-driven decision making), що відповідає європейським практикам освітнього менеджменту. Система забезпечить прозорість, оперативність і достовірність освітньої аналітики, що стане підґрунтям для науково обґрунтованих рішень у сфері розвитку математичної освіти.

Створення системи освітніх індикаторів відповідності європейським стандартам стане важливим етапом у гармонізації національної освітньої політики з міжнародними підходами. До 2030 року передбачається щорічне вимірювання ключових показників розвитку математичної освіти. Серед них – частка учнів, які досягли базового та високого рівнів математичної грамотності за шкалою PISA.

Окрему увагу буде приділено середньому індексу цифрових компетентностей учнів і педагогів, а також рівню охоплення закладів освіти

STEM-ініціативами. Важливими критеріями стануть частка педагогів, що володіють англійською мовою на рівні не нижче B2, і кількість партнерських угод між українськими та європейськими навчальними установами.

Такий підхід дозволить здійснювати постійний моніторинг освітніх змін і своєчасно коригувати державну політику відповідно до європейських стандартів. Система дозволить здійснювати постійний контроль за якістю освітніх змін, відстежувати динаміку інтеграції України до європейського освітнього простору та своєчасно коригувати державну політику у сфері математичної освіти.

Ці ініціативи сприятимуть інтеграції української математичної освіти до європейського освітнього простору, підвищенню її конкурентоспроможності та створенню умов для сталого розвитку майбутніх поколінь.

Таким чином, дорожня карта інтеграції до 2030 року є комплексним стратегічним документом, що поєднує освітні, цифрові, методичні та соціальні компоненти. Її реалізація має забезпечити поступове входження української математичної освіти до європейського освітнього простору, підвищити її конкурентоспроможність і створити умови для сталого розвитку майбутніх поколінь.

Висновки до розділу 3

Інтеграція української математичної освіти до європейського освітнього простору є стратегічним завданням, що потребує системного оновлення змісту, методів і структури навчання. Гармонізація критеріїв оцінювання, розвиток педагогічних компетентностей, подолання мовно-культурних бар'єрів і створення дорожньої карти до 2030 року формують цілісну модель змін.

Ключем до успіху є професійна підготовка вчителів, цифровізація навчання та впровадження CLIL- і STEM-підходів. Реалізація цих напрямів забезпечить відповідність української освіти європейським стандартам, підвищить її якість і сприятиме формуванню покоління учнів, здатних навчатися та працювати у спільному європейському просторі.

Водночас інтеграційний процес вимагає збереження національної ідентичності та унікальних освітніх традицій України. Важливо, щоб адаптація до європейських стандартів не призвела до уніфікації, а навпаки – підкреслювала сильні сторони української математичної школи: глибину теоретичної підготовки, логічну послідовність і фундаментальність знань.

Поєднання цих рис із компетентнісними, мовно-культурними та цифровими підходами ЄС дозволить створити сучасну, відкриту й конкурентоспроможну систему математичної освіти, що гармонійно інтегрується у європейській освітній простір.

Не менш важливим є запровадження системи постійного моніторингу та оцінювання результатів освітніх реформ. Використання національних і міжнародних індикаторів, електронних платформ для збору та аналізу даних, а також механізмів зворотного зв'язку дозволить своєчасно коригувати програми навчання, адаптувати методики викладання та забезпечити прозорість і порівнянність результатів. Такий підхід сприятиме підвищенню ефективності інтеграційних процесів і створить основу для стратегічного розвитку української математичної освіти у відповідності до європейських стандартів.

ВИСНОВКИ

Проведене дослідження підтвердило, що інтеграція української математичної освіти в освітній простір Європейського Союзу є багатовимірним і комплексним процесом, що охоплює правові, політичні, соціально-економічні та культурні аспекти розвитку держави. Актуальність теми обумовлена ратифікацією Угоди про асоціацію між Україною та ЄС у 2014 році, здобуттям Україною статусу кандидата у члени ЄС у 2022 році та необхідністю модернізації національної системи освіти відповідно до європейських стандартів. Особливу значущість у цьому контексті набуває математична освіта, яка виступає фундаментальною складовою розвитку критичного мислення, логіки, цифрових компетентностей та здатності до навчання протягом життя.

Аналіз сучасного стану математичної освіти в Україні свідчить про позитивні зрушення у напрямі компетентнісного та технологічно підкріпленого навчання. Прийняття Державного стандарту базової середньої освіти у 2020 році заклало основу для формування математичної компетентності учнів, розвитку критичного та логічного мислення, а також набуття цифрових навичок, що відповідає міжнародним і європейським стандартам. Модельні навчальні програми забезпечують варіативність змісту, інтеграцію міждисциплінарних знань і двомовне навчання, що сприяє підготовці учнів до академічної мобільності та участі у глобальних освітніх процесах.

Одним із ключових напрямів модернізації математичної освіти є розвиток STEM-освіти, який забезпечує інтеграцію науки, технологій, інженерії та математики та орієнтований на практичне застосування знань. Концепція розвитку STEM-освіти на 2020–2027 роки спрямована на створення інноваційного освітнього середовища, розвиток критичного й креативного мислення, командних навичок та підготовку конкурентоспроможних випускників. Значну роль у цьому процесі відіграє цифровізація навчання, створення STEM-центрів та впровадження міждисциплінарних проєктів, що

дозволяє адаптувати українську систему освіти до вимог ЄС і сприяє розвитку практичних компетентностей учнів.

Аналіз міжнародних досліджень, зокрема PISA-2022, показав, що українські учні мають стабільні базові математичні навички, проте виникають труднощі у застосуванні знань у нестандартних ситуаціях та формуванні критичного й творчого мислення. Соціально-економічні й регіональні фактори впливають на рівень математичної компетентності, що підкреслює потребу у підвищенні якості підготовки педагогів, модернізації методик викладання та забезпеченні доступу до STEM-центрів і цифрових ресурсів.

В умовах повномасштабної війни та масової міграції населення особливого значення набувають білінгвальна освіта, інтегроване навчання CLIL та подвійні навчальні програми, які поєднують українські стандарти з європейськими. Ці підходи сприяють академічній інтеграції учнів, розвитку когнітивних, міжкультурних і мовних компетентностей, а також забезпечують безперервність навчання як у національних, так і в європейських школах. У модельних навчальних програмах із математики вже передбачено роботу з іноземними термінами, що сприяє формуванню подвійної математичної термінології і відповідає європейським вимогам щодо мобільності та академічної інтеграції.

Важливим елементом успішної інтеграції є професійна підготовка педагогів. Підвищення кваліфікації вчителів, розвиток їхніх цифрових компетентностей, впровадження методик CLIL та STEM-підходів, а також створення професійних спільнот, наставництва та участь у міжнародних обмінах сприяють формуванню педагогічної культури, орієнтованої на компетентнісний і міжкультурний підхід. Це забезпечує адаптацію навчальних програм до потреб учнів та вимог сучасного суспільства знань.

Системна модернізація навчальних програм і оцінювання, цифровізація освітнього середовища, розвиток компетентностей педагогів та подолання мовно-культурних бар'єрів формують цілісну модель інтеграції української математичної освіти у європейський освітній простір. Гармонізація критеріїв оцінювання та впровадження формувального оцінювання дозволяє створити

прозору систему оцінювання знань учнів, а поєднання класичних і інноваційних методів навчання забезпечує баланс між фундаментальністю математичної підготовки та її практичним застосуванням.

Стратегічне планування інтеграційного процесу передбачає розробку дорожньої карти до 2030 року, яка включає поетапне впровадження реформ: модернізацію навчальних програм, підготовку педагогів, цифровізацію освітнього середовища, запровадження системи моніторингу результатів навчання та мікросертифікацію педагогів. Чітко визначені індикатори та механізми моніторингу забезпечують ефективну адаптацію української освіти до міжнародних стандартів і підвищують її конкурентоспроможність.

Особлива увага приділяється збереженню національної ідентичності та освітніх традицій України. Адаптація до європейських стандартів не повинна призводити до уніфікації, а навпаки – підкреслювати сильні сторони української математичної школи, такі як глибина теоретичної підготовки, логічна послідовність і фундаментальність знань. Поєднання цих рис із компетентнісними, мовно-культурними та цифровими підходами ЄС створює сучасну, відкриту та конкурентоспроможну систему математичної освіти.

Реалізація заходів із інтеграції, включаючи модернізацію змісту навчання, цифровізацію, розвиток STEM- та CLIL-підходів і підвищення кваліфікації педагогів, забезпечує формування покоління учнів, здатних ефективно навчатися та працювати у спільному європейському освітньому просторі. Створення умов для академічної мобільності, участі у міжнародних проєктах та обміну досвідом сприяє підвищенню якості освіти і закладає основу для сталого розвитку математичної освіти в Україні.

Таким чином, інтеграція української математичної освіти у європейський освітній простір є можливим лише за умов системної трансформації освітнього процесу, комплексного впровадження компетентнісного, STEM- та CLIL-підходів, цифровізації навчання, професійного розвитку педагогів та подолання мовно-культурних бар'єрів. Реалізація цих заходів сприятиме підвищенню конкурентоспроможності українських учнів, формуванню ключових

компетентностей XXI століття та сталому розвитку математичної освіти відповідно до стандартів ЄС.

Підсумовуючи, інтеграція математичної освіти України до європейського освітнього простору є стратегічною задачею, що поєднує модернізацію змісту, інноваційні підходи до навчання та оцінювання, професійний розвиток педагогів, цифровізацію освітнього середовища та збереження національної ідентичності. Успішне поєднання цих чинників створює передумови для формування сучасної, конкурентоспроможної та відкритої системи математичної освіти, здатної відповідати викликам глобалізованого світу та забезпечувати якісну підготовку українських учнів до життя й професійної діяльності у спільному європейському освітньому просторі.

Додатковим чинником успішної інтеграції української математичної освіти у європейський освітній простір є розвиток партнерських відносин між закладами освіти України та країн ЄС. Участь у міжнародних програмах, таких як Erasmus+, Horizon Europe чи eTwinning, відкриває можливості для обміну досвідом, реалізації спільних дослідницьких і навчальних проєктів, підвищення кваліфікації педагогів та впровадження інноваційних методик навчання. Співпраця з європейськими освітніми інституціями сприяє не лише професійному зростанню вчителів, а й формуванню в учнів глобального мислення, толерантності, відкритості до нових знань і культурного різноманіття.

Важливою складовою інтеграційних процесів є розвиток освітньої інфраструктури. Створення сучасних STEM-лабораторій, цифрових платформ для дистанційного навчання, інтерактивних навчальних ресурсів і хмарних сервісів дозволяє підвищити ефективність викладання математики, зробити його більш наочним і доступним. Цифрові інструменти, такі як математичні симулятори, віртуальні лабораторії, адаптивні тести та штучний інтелект у навчанні, допомагають реалізувати індивідуальний підхід до кожного учня та забезпечити рівний доступ до якісної освіти незалежно від місця проживання чи соціального статусу.

Не менш значущим напрямом є посилення ролі досліджень у сфері математичної освіти. Систематичний аналіз освітніх практик, порівняльні дослідження між українськими та європейськими школами, участь у міжнародних моніторингових програмах (PISA, TIMSS) створюють наукове підґрунтя для прийняття ефективних управлінських рішень. Такі дослідження дають змогу виявити сильні сторони української освіти, визначити проблемні зони та адаптувати найкращі європейські практики до національних умов. Розвиток педагогічної науки у цьому напрямі забезпечує сталість реформ і їхню відповідність сучасним викликам.

У перспективі до 2030 року інтеграція математичної освіти України до європейського освітнього простору має стати не лише формальним процесом гармонізації стандартів, а справжнім змістовним оновленням освітньої системи. Це передбачає формування нової педагогічної культури, орієнтованої на компетентність, автономію, творчість і академічну доброчесність. Успішна реалізація цього завдання забезпечить не лише підвищення якості математичної підготовки учнів, а й сприятиме соціальній мобільності, розвитку людського потенціалу та зміцненню позицій України як рівноправного партнера в європейській освітній спільноті.

ДЕКЛАРАЦІЯ З ВИКОРИСТАННЯ ШІ

Автори заявляють про використання генеративного ШІ у процесі дослідження та підготовки рукопису. Відповідно до таксономії GAIDeT (2025), наведені нижче завдання були делеговані інструментам генеративного ШІ за повного людського нагляду:

- Генерування ідей
- Оцінювання здійсненності та ризиків
- Пошук і систематизація літератури
- Оцінювання новизни дослідження та виявлення прогалин
- Вичитування та редагування
- Переклад
- Моніторинг дотримання етичних стандартів
- Рекомендації

Використаний інструмент генеративного ШІ: GPT-5.

Повну відповідальність за фінальний рукопис несуть автори.

Інструменти генеративного ШІ не зазначаються як автори та не несуть відповідальності за кінцеві результати.

Декларацію подав(ла): Дарина Немченко [60].

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верховна Рада України. (2014, 27 червня). Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та європейським союзом, європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми держава-ми-членами, з іншої сторони (984_011). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (дата звернення: 21.10.2025).
2. Вороніна-Пригодій Д. Інтеграційні процеси у середній освіті країн Європейського Союзу: прогрес у досягненні показників Європейського освітнього простору // Свідоцтво вчених України. 2024. № 4. С. 41-56. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/800>
3. Гбур З. В., Кравченко О. О. Розвиток STEM-освіти в Україні: перспективи для формування інноваційного суспільства. 2025. № 6(10). 8 с. URL: <https://www.eu-scientists.com/index.php/fag/article/view/275/264>
4. Глушко О. Еволюція європейської інтеграції України у галузі шкільної освіти / О. Глушко // Український Педагогічний журнал. 2024. № 4. С. 18–29. URL: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-4-18-29>
5. Державний стандарт базової середньої освіти: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 вересня 2020 р. № 898. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/898-2020-%D0%BF#Text> (дата звернення: 22.10.2025).
6. Деліні М.М. Проблеми інтеграції України в сві-тове співтовариство в сучасних умовах. Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова, 2014. 58-61 с. URL: <http://global-national.in.ua/vipusk-1-2014/51-delini-m-m-problemi-integratsiji-ukrajini-v-svitove-spivtovaristvo-v-suchasnikh-umovakh> (дата звернення: 21.10.2025).
7. Дідик Н.І. Адміністративно-правові основи державної політики європейської інтеграції України // *Аналітично-порівняльне правознавство*. – Електронне наукове видання. Розд. VII. Адміністративне право і процес;

фінансове право; інформаційне право. 2022. С. 195–198. DOI: 10.24144/2788-6018.2022.04.35

8. Засєкіна Т. М. Інтеграція в шкільній природничій освіті: теорія і практика : монографія / Т. М. Засєкіна. – Київ : Педагогічна думка, 2020. – 256 с.

9. Інститут модернізації змісту освіти. Методичні рекомендації щодо розвитку STEM-освіти в закладах загальної середньої та позашкільної освіти у 2024/2025 навчальному році : лист Інституту модернізації змісту освіти № 21/08-1242 від 12.08.2024. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/92801/ (дата звернення: 22.10.2025).

10. Кабінет Міністрів України. Концепція розвитку STEM-освіти в Україні на 2020–2027 роки: Розпорядження від 5 серпня 2020 р. № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/960-2020-p> (дата звернення: 22.10.2025).

11. Кабінет Міністрів України. План заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року : розпорядження КМУ від 13.01.2021 № 131-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-zatverdzhennya-planu-zahodiv-sh-a131r> (дата звернення: 22.10.2025).

12. Кабінет Міністрів України. Про схвалення Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) : постанова КМУ від 05.08.2020 № 960-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/960-2020-p#Text> (дата звернення: 22.10.2025).

13. Кваша О.С., Синякова А.В. Україна та ЄС: Проблеми та перспективи інтеграції в сучасних умовах. Науковий вісник ужгородського національного університету. Випуск 23, ч. 1. 2019. С. 112–117.

14. Кононенко О. А . Методика навчання іншомовного спілкування школярів на основі інтеграції предметів «Англійська мова» та «Математика» : кваліфікаційна робота магістра спеціальності 035 «Філологія» / наук. керівник Н. О. Надточій. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 50 с. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/xmlui/handle/12345/17427>

15. Конституція України : Закон від 28 червня 1996 р. № 254к/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр> (дата звернення: 21.10.2025).
16. Концепція моделі багатомовної освіти в закладах загальної середньої освіти з навчанням мов корінних народів і національних меншин з урахуванням завдань європейської інтеграції України / О. Л. Фідкевич, В. В. Снегір'ова, Н. В. Бакуліна; НАПН України, Ін-т педагогіки НАПН України. Відділ навчання мов нац. меншин та зарубіж. літ. Київ : Педагогічна думка, 2023. 44 с. URL: https://undip.org.ua/wpcontent/uploads/2023/02/KONTSEPTSIYA_MODELI_BO_Fidkevych_Sniehirova_Bakulina_2023.pdf
17. Кравченко О. В. Особливості використання предметно-мовного навчання на уроках англійської мови у ЗЗСО. Київ : Міжнародний університет, 2023. 98 с. URL: https://repository.mu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/5506/1/kv_rob_kravch_2023.pdf
18. Лозова О. Концептуальні та науково-методичні засади розвитку STEM-освіти. Світ інноваційних можливостей: актуальні питання розвитку STEM-освіти : спільна монографія / ред. О. Стрижак, Ю. Завалевський. – Київ : [б. в.], 2023. С. 88–96. URL: <https://doi.org/10.51707/978-617-7945-56-6>
19. Локшина О. Європейський освітній простір як інтеграційна перспектива української освіти // Український Педагогічний журнал. 2024. № 2. С. 6–19. URL: <https://doi.org/10.32405/2411-1317-2024-2-6-19>
20. Локшина О. І. Тенденції розвитку шкільної освіти в країнах ЄС та Україні. Київ : Інститут педагогіки НАПН України, 2020. URL: <https://share.google/b2vFPChWARmexKRQs> (дата звернення: 21.10.2025).
21. Методика CLIL: вивчаємо англійську невимушено. На Урок: освітній проект: веб сайт. URL: <https://naurok.com.ua/post/metodika-clil-vivchaemo-angliysku-nevimusheno> (дата звернення: 22.10.2025).
22. Немченко Д.О. Сучасні виклики інтеграції математичної освіти України в освітній простір ЄС. Матеріали науково-практичної конференції. – Бердянський державний педагогічний університет, 2025. С. 117–119. URL:

https://api.na5ku.com.ua/ups/57f0b2-180c74-d1eee4-e7fa30-596570-e2ddf0-b9a58e-c21679-1a7b67-2f58bc/2025/10/order-pre/BF/xA/ce5f1f469bf86_1914606923_1761318479.pdf

23. Несененко П. П., Подмазко О. М., Кушнар В. С. Розвиток інститутів громадянського суспільства в Україні в умовах європейської інтеграції // Науковий вісник Одеського національного економічного університету. 2025. № 4 (329). С. 98–106. URL: [http://n-visnik.oneu.edu.ua/collections/2025/329/pdf/NV_ONEU_4_2025_\(online\).pdf#page=98](http://n-visnik.oneu.edu.ua/collections/2025/329/pdf/NV_ONEU_4_2025_(online).pdf#page=98)

24. Нова українська школа. Дорожня карта реформи базової та профільної школи. Проєкт для обговорення/ Вакуленко Т., Гриневич Л., Лінник О. та інші; за заг. ред. Л. Гриневич. АКМЕ ГРУП, 2021. 46 с. URL: <https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/40006/> (дата звернення: 22.10.2025).

25. План євроінтеграції: коли можливий вступ України до ЄС та як його досягти. URL: <https://www.euointegration.com.ua/articles/2022/07/8/7142850/> (дата звернення: 21.10.2025).

26. Рекомендація Ради ЄС щодо ключових компетентностей для навчання протягом життя (2018): EUR-Lex: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32018H0604%2801%29> (дата звернення: 21.10.2025).

27. Сисоєва С. Утвердження національної ідентичності на тлі євроінтеграційних процесів у Республіці Польща: теорія і педагогічні практики : аналітичні матеріали (препринт) / С. Сисоєва. 2025. С. 94–103. URL: https://undip.org.ua/wp-content/uploads/2025/06/Preprint_1.pdf#page=108

28. Словник іншомовних слів Мельничука. (б. д.). Інтеграція. URL: <https://surl.li/epnrvh> (дата звернення: 21.10.2025).

29. Стецула Н. О., Абрамова, О. В., Герасимчук, Г. А., Крижановська, Т. І., Крус, О. П. Перспективи розвитку STEM-освіти: інтеграція в освіті. Крус // Наука і техніка сьогодні. 2023. Т. 3, № 17. С. 428–436. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3\(17\)-428-436](https://doi.org/10.52058/2786-6025-2023-3(17)-428-436)

30. Тарасенкова Н., Акуленко І., Лов'янова І., Сердюк З. Організація навчання математики у старшій профільній школі : монографія. Черкаси : Черкаський державний університет імені Богдана Хмельницького, 2020. URL: <https://eprints.cdu.edu.ua/884/1/monogr.pdf> (дата звернення: 21.10.2025).
31. Угода про асоціацію між Україною та Європейським Союзом : Закон України від 16 вересня 2014 р. № 1678-VII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011 (дата звернення: 21.10.2025).
32. Уряд України. Євроінтеграція. URL: <https://eu-ua.kmu.gov.ua/> (дата звернення: 21.10.2025).
33. Федунь О. В. Зелене відновлення та європейська інтеграція України на засадах сталого розвитку / О. В. Федунь // Політикус: наук. журнал. 2025. Вип. 3. С. 194-202. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/handle/123456789/23250>
34. Фідкевич О. Л., Снегір'ова В. В., Бакуліна Н. В. Концепція моделі багатомовної освіти в закладах загальної середньої освіти з навчанням мов корінних народів і національних меншин з урахуванням завдань європейської інтеграції України. Київ : Інститут педагогіки НАПН України, 2020. URL: <https://share.google/dm2eelU9ilgkHУсі> (дата звернення: 21.10.2025).
35. Фурсенко О., Удодова О., Черновол Н. Про наповнення англomовного контенту Moodle для математичних дисциплін // *Освіта. Інноватика. Практика*. 2024. Т. 12, № 9. С. 95–102. URL: <https://www.oip-journal.org/index.php/oip/article/view/430/312>
36. Ярмоленко Т. А. Професійно-педагогічні засади впровадження STEM-освіти в Україні / Т. А. Ярмоленко // *Перспективи та інновації науки*. – 2022. Т. 7, № 12. С. 507–519. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-7\(12\)-507-519](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2022-7(12)-507-519)
37. Association Agreement between the EU and Ukraine (2014). EUR-Lex. URL: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22014A0529\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22014A0529(01)) (дата звернення: 21.10.2025).
38. Bildungsbibel.de. URL: <https://bildungsbibel.de> (дата звернення: 10.09.2025).

39. Council of the European Union. Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning (2018). Official Journal of the European Union, C. 189/1. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018H0604%2801%29> (дата звернення: 21.10.2025).

40. Council Recommendation on Key Competences for Lifelong Learning, 2018. EUR-Lex. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32018H0604%2801%29> (дата звернення: 21.10.2025).

41. Digital Education Action Plan (2021–2027): Digital Transformation of Education in the EU. European Commission. URL: <https://share.google/X6Rml0OcSvzlu7cHr> (дата звернення: 21.10.2025).

42. Education System in Ukraine. Міністерство освіти і науки України. URL: <https://emergency.mon.gov.ua/educationalsystem/> (дата звернення: 21.10.2025).

43. Erasmus+ Programme in Ukraine. European Commission. URL: <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/> (дата звернення: 21.10.2025).

44. Erasmus+. XII Міжнародна науково-практична конференція «Європейська інтеграція вищої освіти України в контексті Болонського процесу: цифровізація та забезпечення якості вищої освіти». 2025. URL: <https://erasmusplus.org.ua/news/xii-mizhnarodna-naukovo-praktychna-konferencziya-yevropejska-integracziya-vyshhoyi-osvity-ukrayiny-v-konteksti-bolonskogo-proczesu-czyfrovizacziya-ta-zabezpechennya-yakosti-vyshhoyi-osvity/> (дата звернення: 21.10.2025).

45. European Commission. Digital Education Action Plan 2021–2027. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Brussels, 2020. URL: <https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/digital-education-action-plan-2021-2027.html> (дата звернення: 21.10.2025).

46. European Commission. Education and Training Monitor 2023: comparative report. – Publications Office of the European Union, 2023. URL: <https://ec.europa.eu/education/monitor> (дата звернення: 22.10.2025).
47. European Council Conclusions on Ukraine – Candidate Status (23 June 2022). Consilium. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/06/23/european-council-conclusions-on-ukraine-23-june-2022/> (дата звернення: 21.10.2025).
48. European Higher Education Area (EHEA). Bologna Process. URL: <https://www.ehea.info/> (дата звернення: 21.10.2025).
49. Eurydice. Assessment in Single-Structure Education (Ukraine). URL: <https://eurydice.eacea.ec.europa.eu/eurypedia/ukraine/assessment-single-structure-education> (дата звернення: 21.10.2025).
50. Eurydice. Mathematics Education in Europe: Common Challenges and National Policies. Education, Audiovisual and Culture Executive Agency, 2011. URL: <https://share.google/O2gt1qb2RL6xcKl8s> (дата звернення: 21.10.2025).
51. Greefrath G., Vorhölter K. Teaching and Learning Mathematical Modelling: Approaches and Developments from German Speaking Countries. Cham : Springer, 2016. 326 p. URL: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-45004-9> (дата звернення: 10.10.2025).
52. Horizon Europe and Ukraine. European Commission. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en (дата звернення: 21.10.2025).
53. ICILS 2023: International Computer and Information Literacy Study. URL: <https://www.iea.nl/studies/iea/icils> (дата звернення: 21.10.2025).
54. Marsh D. Content and Language Integrated Learning (CLIL): A Developmental Trajectory. University of Cordoba. 2012. 552 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/315713752_Content_and_Language_Integrated_Learning (дата звернення: 22.10.2025).
55. OECD. PISA 2022 Results (Volume I and II) – Country Notes: Ukrainian Regions. URL: <https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i->

and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/ukrainian-regions-18-of-27_78043794-en.html

(дата звернення: 21.10.2025).

56. Popel M. Using CoCalc as a Training Tool for Mathematics Teachers' Pre-Service Training. – *arXiv*, 2019. URL: <https://arxiv.org/abs/1901.05139> (дата звернення: 21.10.2025).

57. Proshkin V. Challenges faced by Ukrainian students learning... // *Oxford Review of Education*, 2025. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/0305764X.2024.2444453> (дата звернення: 21.10.2025).

58. Shaw J. European integration / J. Shaw // *The Oxford Encyclopedia of EU Law*. Oxford: Oxford University Press, 2022. URL: <https://opil.ouplaw.com/display/10.1093/law-oeel/law-oeel-e102>

59. Strategic Framework – European Education Area (2021–2030). European Commission. URL: <https://education.ec.europa.eu/about-eea/strategic-framework> (дата звернення: 21.10.2025).

60. Suchikova, Y., Tsybuliak, N., & Teixeira da Silva, J. A. & Nazarovets, S. GAIDeT (Generative AI Delegation Taxonomy): A taxonomy for humans to delegate tasks to generative artificial intelligence in scientific research and publishing. *Accountability in Research*, in press. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1080/08989621.2025.2544331>

61. Sustainable Development Goals in Ukraine. United Nations Ukraine. URL: <https://ukraine.un.org/uk/sdgs> (дата звернення: 21.10.2025).

62. Teacher Education in Challenging Times: A Comparative and Transformative Approach to the Austrian and Ukrainian Teacher Education Reforms. *ResearchGate*, 2025. URL: https://www.researchgate.net/publication/385714797_TEACHER_EDUCATION_IN_CHALLENGING_TIMES_A_COMPARATIVE_AND_TRANSFORMATIVE_APPROACH_TO_THE_AUSTRIAN_AND_UKRAINIAN_TEACHER_EDUCATION_REFORMS (дата звернення: 21.10.2025).

63. The Progress of CLIL. Languages.dk: website. Retrieved from. 49 p. <https://www.languages.dk/archive/clil4u/book/CLIL%20Book%20Original%20EN.pdf> (дата звернення: 22.10.2025).
64. UNICEF. Ukraine Situation Report, 2022. URL: <https://share.google/R5tgUkk7Vi7YEрvtk> (дата звернення: 21.10.2025).
65. Ziegele F., Mordhorst L. Competition, Collaboration and Complementarity: Higher Education Policies in Europe / R. M. O. Pritchard, M. O’Hara, C. Milsom, J. Williams, L. Matei (eds.) // The Three Cs of Higher Education: Competition, Collaboration and Complementarity. – Central European University Press, 2019. P. 11–26. URL: <https://dokumen.pub/the-three-cs-of-higher-education-competition-collaboration-and-complementarity-9789633863282.html> (дата звернення: 22.10.2025).