

УДК 378.147:51]:004

DOI 10.31654/2663-4902-2025-PP-4-138-151

Горошко О. Л.

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
Ніжинського державного університету імені Миколи Гоголя
unix.server@ukr.net
orcid.org/0009-0003-6518-4832

**СИНЕРГІЯ ВІЗУАЛЬНОЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ
У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТЬОГО ВЧИТЕЛЯ МАТЕМАТИКИ**

У статті досліджено феномен синергії візуальної та інформаційної компетентностей як одну з ключових умов ефективної професійної підготовки майбутнього вчителя математики в умовах інтенсивної цифрової трансформації освіти. Актуальність дослідження зумовлена парадоксом сучасної школи, де наявність потужного технологічного арсеналу (GeoGebra, Desmos, AR/VR-технології, мультимедійні проектори, інтерактивні дошки) часто поєднується з його поверхневим, епізодичним використанням як «електронної крейди». Наголошено, що в епоху «алгоритмічних часів» педагог уже не може обмежуватись базовим володінням цифровими інструментами – він має вміти мультимодально презентувати математичний зміст через динамічні візуальні моделі, інтерактивні середовища та цифрові симуляції.

Теоретичною основою слугують системно-синергетичний підхід та модель ТРАСК (Technological Pedagogical Content Knowledge). Доведено, що візуальна субкомпетентність не є автономною навичкою, а становить невід'ємний структурний компонент професійно-орієнтованої інформаційної компетентності вчителя математики. Показано, що синергетична взаємодія цих компетентностей породжує якісно нову педагогічну реальність, суттєво посилюючи когнітивну ефективність, мотивацію та глибину засвоєння математичних понять.

Розкрито механізм перетину математичних компетентностей (моделювання, формалізм, міркування) та цифрових (інформаційна грамотність, створення контенту, вирішення проблем), унаслідок якого виникає когнітивна візуалізація – дослідницько орієнтовані динамічні моделі. Детально проаналізовано педагогічні умови реалізації синергії: широке застосування проектно-дослідницьких методів, гейміфікації, систем динамічної математики, інтерактивного обладнання та іммерсивних технологій (доповнена, віртуальна та змішана реальність), а також цілеспрямований розвиток візуального та просторового мислення.

Особливу увагу приділено трансформації ролі вчителя математики від традиційного транслятора знань до «педагога-оркестранта», який у реальному часі координує цифрові інструменти, візуальні моделі та когнітивну діяльність учнів. Зроблено висновок, що виокремлення та цілеспрямоване формування візуальної субкомпетентності в структурі інформаційної компетентності є стратегічним чинником підвищення якості математичної освіти та необхідною умовою професійного становлення сучасного вчителя математики в цифрову епоху.

Ключові слова: ТРАСК, візуалізація, візуальна субкомпетентність, вчитель математики, інформаційна компетентність, синергія, цифрові інструменти.

Актуальність дослідження. Сутність проблеми можна описати як парадокс сучасної школи, ми маємо доступ до фантастичних технологій, але часто використовуємо їх як «електронну крейду». Сучасна освіта переживає період фундаментальних трансформацій, які виходять далеко за межі простої цифровізації навчальних

матеріалів. Ми живемо в епоху, яку дослідники влучно називають «алгоритмічними часами» [18], де величезні обсяги даних та складність алгоритмів роблять різні техніки візуалізації не просто допоміжним засобом, а життєво необхідним інструментом для обробки інформації. В умовах стрімкого розвитку технологій змінюються самі кордони того, що ми вважаємо знанням. Для вчителя математики це означає перехід від традиційного способу передачі інформації до необхідності формування у здобувачів освіти навичок мультимодального сприйняття інформації, де дані, логіка та візуальні образи об'єднуються в єдину когнітивну структуру.

Сьогодні математична наука традиційно апелює до абстракцій, символів та моделей, проте ефективне навчання у XXI столітті вимагає не лише відтворення теоретичного змісту, а й володіння інструментами роботи з різними форматами подання інформації, особливо візуальними. Візуалізація перестає бути простою ілюстрацією до теореми, вона стає незамінним способом обробки даних та інструментом мислення.

Сучасний вчитель математики має у своєму розпорядженні досить потужний технічний арсенал, такий як наприклад системи динамічної геометрії (GeoGebra чи Desmos), системи доповненої реальності, віртуальні лабораторії, електронні дошки з сенсорними панелями та багатою бібліотекою математичних додатків. Здавалося б, це мало здійснити революцію в навчанні. Проте на практиці ці інструменти часто залишаються лише яскравою «картинкою» на екрані. Вони використовуються епізодично, переважно для демонстрації готових фактів, а не для того, щоб учень міг самостійно дослідити математичне явище.

Як зазначають В. Таточенко та І. Гаран, існує розбіжність, яка полягає у тому, що попри суспільний запит на інновації, вчителі часто виявляються не готовими реалізувати їх системно [14]. Проблема не в тому, що педагоги не вміють користуватися програмними засобами. Проблема в тому, що вони не завжди розуміють, як перетворити «цифрову іграшку» на серйозний інструмент для розвитку мислення.

Це підтверджується тривожною статистикою, згідно з дослідженням М. Abisheva et al., майже третина (28 %) майбутніх педагогів демонструє низький рівень професійної компетентності саме у питанні поєднання методики з технологіями [16]. Вони вивчали інформатику та математику як два різні світи, які в їхній свідомості існують окремо. Саме тому виникає нагальна потреба у пошуку нових методичних рішень, які б базувалися не на сумі, а на синергії цих компетентностей. На нашу думку, необхідно здійснити перехід від механічного накопичення окремих навичок (адитивна модель «предметні знання + технічні вміння») до досягнення синергії – якісно нового стану, за якого цифрові інструменти стають органічним продовженням математичного мислення вчителя.

Згідно з рамковими документами ЄС (DigCompEdu) [19] та українськими освітніми стандартами, інформаційна (інформаційно-цифрова) компетентність визначається як динамічна комбінація знань, умінь та ціннісних орієнтацій, що забезпечує здатність особистості впевнено, критично і відповідально використовувати цифрові технології для навчання та професійної діяльності [8]. Водночас візуальна компетентність трактується дослідниками (зокрема М. Друшляк) як здатність, що базується на сукупності знань і навичок у сфері візуалізації інформації та готовності застосовувати їх у професійній діяльності, на відміну від графічної компетентності, яка фокусується на технічних аспектах представлення даних [3].

Ми дотримуємося позиції, згідно з якою в умовах цифровізації візуальна компетентність розглядається як субкомпетентність інформаційної компетентності [4]. Це зумовлено тим, що сучасні моделі візуалізації нерозривно пов'язані з інформаційними технологіями, і їх ефективне використання неможливе без сформованого цифрового підґрунтя.

Мета статті полягає в теоретичному обґрунтуванні того, що візуальна субкомпетентність є визначальною складовою інформаційної компетентності, яка через

механізм синергії забезпечує зростання ефективності професійної діяльності майбутнього вчителя математики, та визначити шляхи її формування цифровими засобами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема професійної підготовки вчителя математики в умовах цифрової трансформації є предметом наукових пошуків багатьох вітчизняних та зарубіжних учених. Аналіз джерельної бази дозволяє виокремити декілька напрямів досліджень.

Загальні питання професійної підготовки вчителів математики досліджували І. Акуленко, В. Ачкан, В. Бевз, М. Бурда, Т. Годованюк, С. Гончаренко, Н. Кугай, В. Ключок, О. Матяш, В. Моторіна, Н. Тарасенкова, О. Чашечнікова, В. Швець та інші. У їхніх працях розглядаються різні аспекти формування фахової компетентності майбутніх педагогів.

Питання інформаційно-цифрової підготовки та цифровізації освіти стали предметом ґрунтовних досліджень Т. Вакалюк, М. Жалдака, Н. Морзе, Ю. Рамського, О. Спіріна. Внесок у розробку теоретико-методологічних засад формування інформаційно-цифрової компетентності також зробили Н. Лосєва, О. Семеніхіна, Ю. Триус, В. Мошинський.

Термінологічний апарат «візуальної» освіти проаналізовано М. Друшляк, яка розмежує поняття графічної та візуальної компетентностей [3]. Питання інтеграції цифрових інструментів знайшли відображення в працях Н. Пономарьової, яка запропонувала систему інформатичних компетентностей учителя математики [7], та І. Тягай, що досліджувала використання засобів динамічної математики для візуалізації абстракцій [15].

Феномен синергії як нелінійного ефекту самоорганізації в освіті (з акцентом на творчі інтенції розвитку) визначено В. Г. Кременем [10]. Сучасний погляд на взаємодію математичних та цифрових навичок через матричний підхід представлено у дослідженні Momcheva G та Glushkova T. [18].

Міжнародний досвід представлений стандартами Асоціації викладачів математики США (AMTE), де визначено показник С.1.6 «Застосування математичних засобів і технологій» [20]. Цей стандарт підкреслює важливість володіння цифровими засобами саме для покращення висвітлення (візуалізації) математичних понять.

Проте, незважаючи на значний обсяг досліджень, питання синергії візуальної та інформаційної компетентностей у професійній підготовці майбутнього вчителя математики залишається недостатньо висвітленим. Більшість науковців розглядають ці компетентності ізольовано або адитивно, без урахування їхнього мультиплікативного ефекту, що зумовлює необхідність подальших досліджень у цьому напрямку.

Виклад основного матеріалу. В умовах цифрової трансформації та переходу до «алгоритмічних часів» [18], коли технології перевизначають межі знання, інформаційна компетентність (ІК) вчителя математики трансформується з інструментальної навички у складний поліструктурний феномен що об'єднує технологічні інструменти та когнітивні процеси, де візуалізація є не просто ілюстрацією, а способом конструювання «математичного знання». Цілком логічно визнати, що інформаційна компетентність не є монолітним утворенням. Вона являє собою складну структуру, в якій візуальна складова розглядається як її невід'ємна субкомпетентність.

Спираючись на дослідження Н. С. Пономарьової [7], ми розглядаємо структуру ІК як динамічну систему, що розвивається від базового до дослідницького рівня. У цій структурі дослідниця виокремлює специфічні кластери, які мають критичне значення для вчителя математики. Базові компетентності становлять фундамент професійної підготовки і включають, зокрема, компетентності у цифрових медіа, необхідні для створення мультимедійних компонентів. Компетентності у моделюванні та системному аналізі передбачають здатність до аналізу об'єкта, постановки задачі та вибору математичного апарату для створення адекватної інформаційної моделі. Своєю чергою, компетентності у веб-технологіях та хмарних сервісах виявляються у

здатності розгортати та використовувати хмарну інфраструктуру для організації навчального процесу, що забезпечує перехід педагога від ролі користувача до організатора віртуального простору.

Враховуючи вищевикладене, ми приходимо до власного бачення ролі візуальної складової. На нашу думку, саме така деталізація дозволяє ідентифікувати місце візуальної субкомпетентності, адже вона не існує автономно, а є іманентно присутньою на кожному з вищезазначених рівнів, виступаючи невід'ємним інструментом їх реалізації. А саме:

- на базовому рівні візуальна складова реалізується через створення цифрових медіа та візуальних презентацій;
- на рівні моделювання візуальна компетентність виступає основою для побудови графічних та динамічних інформаційних моделей;
- на рівні веб-технологій візуалізація забезпечує ефективну комунікацію та організацію віртуального навчального середовища.

Підкреслимо, що візуальна компетентність є не додатковою навичкою, а невід'ємною складовою інформаційної компетентності, що пронизує всі її структурні рівні [2].

Ми постулюємо, що візуальна компетентність є субкомпетентністю інформаційної, оскільки в цифровому середовищі процес візуалізації залежить від володіння відповідними технологіями. Це твердження ґрунтується на тому факті, що створення, обробка та презентація візуальних математичних моделей сьогодні неможлива без застосування цифрових технологій. Аргументація також базується на аналізі наукових розвідок, де дослідження показують, що візуалізація математичних абстракцій перестала бути статичним процесом і перетворилася на динамічну діяльність, що вимагає володіння цифровими інструментами. Як зазначають І. Тягай та Т. Махомета, використання сучасних сервісів (наприклад, Desmos) дозволяє не лише забезпечити наочність, а й створювати динамічні моделі математичних абстракцій [5]. Здатність вчителя оперувати такими інструментами є прямим показником його інформаційної компетентності, а створений візуальний продукт виступає результатом цієї компетентності. Ця ж думка знаходить підтвердження в аналізі цифрових компетентностей. Так, у матриці, запропонованій Момчева та Glushkova, «застосування візуальних методів для аналізу» окреслюється як невід'ємна складова компетентності «Problem Solving digital competence» [18]. Це вказує на визнання науковою спільнотою того, що візуальна грамотність є ключовим інструментом для структурування даних та пошуку рішень у цифровому просторі, що закріплює її статус субкомпетентності в рамках інформаційної компетентності.

Значний вплив має розвиток імерсивних технологій, що створюють ефект занурення у цифровий простір. Якщо VR (віртуальна реальність) ізолює користувача у штучному середовищі, то AR (доповнена реальність) лише доповнює реальний світ цифровими шарами. Найвищим рівнем є MR (змішана реальність), де віртуальні та реальні об'єкти взаємодіють безперервно, що стирає межу між інформаційним та візуальним. Як підкреслює Я. Ангелов, створення імерсивного контенту вимагає володіння складним спеціалізованим програмним забезпеченням [1].

Сучасні дослідження українських учених значною мірою розширили теоретичні межі проблеми формування професійної компетентності вчителя математики в умовах цифровізації. Зокрема, праці В. Г. Моторіної щодо професійної компетентності вчителя профільної школи [6], С. О. Скворцової у контексті розбудови сучасної методичної системи [11], Н. А. Тарасенкової з питань реалізації компетентнісного підходу [13] та О. М. Спіріна в царині інформатичної підготовки [12], стверджують, що методична компетентність педагога сьогодні не може розглядатися ізольовано від вміння створювати та використовувати динамічні цифрові моделі для пояснення математичних понять. Таким чином, професійна компетентність вчителя математики має багаторівневу структуру, де візуальна складова органічно інтегрована в інформаційну. На рівні базових навичок це проявляється у створенні цифрових медіа, на

рівні моделювання – у використанні динамічних середовищ, а на рівні програмування – у створенні інтерактивних навчальних застосунків.

Визначення місця візуальної субкомпетентності як складової інформаційної компетентності закономірно порушує питання про характер їх взаємодії. У педагогічній практиці термін «синергія» часто зводять до звичайної співпраці різних компонентів. Однак у контексті професійної підготовки вчителя математики це поняття набуває глибшого сенсу, що відображає комплексну взаємозалежність між цифровими та візуальними вміннями.

Згідно з дослідженнями В. Г. Кременя, освіта в синергетичній парадигмі розглядається як «відкрита, нелінійна система, основним механізмом функціонування та розвитку якої є процеси самоорганізації» [10]. Це визначення є принциповим для сучасної педагогіки, оскільки воно зміщує фокус із «навчання» (як передачі готового знання) на створення умов, за яких стають можливими процеси самостійного породження знань тими, хто навчається.

У цифровому середовищі цей процес реалізується через специфічні механізми, які В. Г. Кремень визначає як пріоритетні для синергетичної освіти:

1. *Візуалізація знань*. Нові підходи потребують розробки засобів візуалізації, оскільки найбільш ефективними способами передачі інформації є формати «текст + образ» або «формула + візуалізація опису». Це дозволяє поєднати логіко-понятійне та науково-образне мислення, подолати фрагментарність знання та сформулювати цілісний образ абстрактних понять.

2. *Нелінійний діалог*. Навчання перетворюється на інтерактивну «освітню пригоду» та відкритий діалог, де вчитель і учень функціонують в одному узгодженому темпі. Такий підхід реалізує ідею «пробуджуючого навчання», коли знання не передаються, а «пробуджуються» через активну взаємодію.

Традиційний компетентнісний підхід часто розглядає навички адитивно (як суму доданків) – *Компетентність = Знання + Уміння*

Натомість, спираючись на ідеї нелінійності розвитку систем, цілком логічним виглядає доцільність розгляду взаємодії інформаційної та візуальної компетентностей. Лише при взаємодії обох компонентів народжується якісно нова властивість – цілісна якість системи, яка не притаманна її частинам окремо. Результатом такої синергії стає перехід вчителя на вищі рівні професійної компетентності. Як зазначають дослідники, формування компетентності вчителя є нелінійним процесом, де інтеграція різних видів діяльності дозволяє досягти творчого (креативного) рівня. На цьому рівні педагог здатний не лише відтворювати стандартні алгоритми, а й:

- вирішувати нестандартні завдання в умовах невизначеності;
- генерувати нові візуальні доведення;
- адаптуватися до швидкозмінних умов сучасного освітнього простору;
- реалізовувати власні шляхи особистісної і професійної самореалізації.

Синергетика в цьому контексті виступає методологією, відкидаючи старі лінійні методи на користь гнучких моделей, здатних реагувати на непередбачувані виклики сучасного світу.

Отже, коли візуальна субкомпетентність є важливою складовою інформаційної компетентності і вони не просто сумуються, а вступають у синергетичну взаємодію, це забезпечує вихід на якісно новий рівень педагогічної майстерності. Результатом такої синергії стає перехід вчителя на вищі рівні професійної компетентності. Як зазначають вчені, структура компетентності включає мотиваційний, когнітивний, операційний, творчий та рефлексивний компоненти [16]. Синергія ІК та ВК є рушійною силою для досягнення творчого рівня. На цьому рівні педагог здатний не лише відтворювати стандартні алгоритми, а саме:

- вирішувати нестандартні завдання та приймати обґрунтовані рішення в умовах невизначеності;

- генерувати нові візуальні доведення та інтерактивні моделі, що стимулюють когнітивну активність учнів;

- проявляти професійну гнучкість, швидко адаптуючи складний математичний матеріал під когнітивні потреби конкретного класу за допомогою варіативних візуальних моделей.

Синергетика в цьому контексті виступає методологією, що дозволяє відмовитися від старих лінійних методів на користь гнучких моделей та виступає каталізатором, трансформуючи рутинну викладацьку діяльність у творчий процес, де технологія ІК забезпечує форму, а візуалізація ВК – доступність змісту.

Розуміння теоретичних засад синергії звичайно потребує конкретизації механізмів її реалізації. Ми пропонуємо розглядати цей механізм через два взаємопов'язані компоненти – структурний (матрицю перетину компетентностей [18]) та функціональний (модель ТРАСК [16]). Базуючись на зазначених дослідженнях, ми розглядаємо візуалізацію не як окрему навичку, а як результат взаємодії двох напрямів, продукт перетину двох осей:

1. вертикальна вісь – математичні компетентності, сюди входять символізм, формалізм, математичні міркування та моделювання;

2. горизонтальна вісь – цифрові компетентності, такі як інформаційна грамотність, створення цифрового контенту та пошук ІТ рішень.

Точкою перетину цих координат виступає когнітивна візуалізація – здатність перетворювати математичний зміст на зрозумілі, динамічні та дослідницькі візуальні моделі.

Наведемо приклади того, як проявляється синергія візуальної та інформаційної компетентностей у реальних педагогічних ситуаціях.

1. Поєднання математичного моделювання та цифрового розв'язування задач.

Традиційний підхід – побудова графіка квадратичної функції вручну, за заздалегідь обчисленими значеннями. Синергетичний результат – створення динамічної цифрової моделі.

У цифровому середовищі вчитель демонструє, як зміна параметрів рівняння одразу змінює форму графіка. Учні мають можливість експериментувати з різними значеннями, спостерігаючи закономірності та досліджуючи ситуації типу «що буде, якщо...». Це перетворює абстрактну формулу на керований, інтуїтивно зрозумілий об'єкт.

2. Поєднання математичних міркувань і цифрових інструментів для спільної роботи.

Традиційний підхід – індивідуальне доведення теореми на дошці. Синергетичний результат – спільне побудування візуальних схем міркування.

За допомогою хмарних сервісів студенти можуть разом створювати візуальні схеми доведення, ментальні карти, логічні діаграми або «дерева рішень», одночасно відстежуючи помилки або неточності. У цьому випадку візуалізація стає інструментом кооперації, а цифрове середовище – платформою для колективного мислення.

3. Поєднання символічного подання математичних об'єктів та створення цифрового освітнього контенту.

Традиційний підхід – запис формул у зошиті. Синергетичний результат – створення інтерактивних візуальних об'єктів.

Учитель або студент може розробити аплет, засіб чи інтерактивну модель, у якій математична формула пов'язана з відповідною геометричною фігурою. Зміна параметрів у формулі автоматично змінює візуальне зображення, що дає можливість глибше зрозуміти структуру математичного виразу та його просторову інтерпретацію.

Запропонована матриця показує, що синергія це перехід від статичного споглядання до динамічної взаємодії, де математичний зміст «оживає» завдяки цифровим інструментам.

З точки зору методологічного підходу, можемо сказати, що якщо матриця показує «що» ми отримуємо, то модель ТРАСК пояснює, «як саме» вчитель має мислити/діяти для досягнення потрібного результату. Інтерпретуємо ТРАСК як методологічний міст, що з'єднує технологію, педагогіку та математику. Згідно з Abisheva M., Stukalenko N., Yermekova Zh та ін. [16] модель ТРАСК базується на інтеграції трьох компонентів:

1. Змістові знання (*Content Knowledge*) – глибоке розуміння математики (фундаментальні поняття, теореми, доведення).

2. Педагогічні знання (*Pedagogical Knowledge*) – володіння методиками навчання, знання вікових особливостей учнів.

3. Технологічні знання (*Technological Knowledge*) – уміння працювати з цифровими інструментами (GeoGebra, Desmos та інші додатки).

Роль візуальної субкомпетентності в моделі ТРАСК в тому, що вона знаходиться в самому центрі перетину цих трьох кіл. Вона виступає інтегратором, що трансформує «сухе» знання інструменту в ефективний навчальний засіб. Важливим аспектом тут є розуміння шляхів покращення навчальних досягнень учнів та надання їм дієвої підтримки у процесі опанування математики [9,17]

- *Без візуальної компетентності* – вчитель знає математику і вміє натискати кнопки в програмі, але створює перевантажені, незрозумілі або методично помилкові ілюстрації.

- *Із сформованою синергією* – вчитель розуміє, як за допомогою конкретного цифрового інструменту створити таку візуальну модель, яка найкращим чином пояснить складну концепцію учням.

Наприклад, при вивченні стереометрії вчитель, володіючи ТРАСК, не просто показує малюнок піраміди (що було б просто), а використовує AR-технології, дозволяючи учням «обійти» фігуру з усіх боків, зрозуміти її об'ємну структуру та виконати віртуальний переріз, забезпечуючи більш глибоке розуміння питання.

Таким чином, модель ТРАСК у поєднанні з матрицею компетентностей створює цілісний механізм, де матриця визначає зміст діяльності, а ТРАСК забезпечує методичну готовність вчителя до цієї діяльності.

Звичайно, теоретичні моделі набувають реального змісту лише у процесі активної діяльності суб'єктів навчання. Найбільш сприятливим середовищем для виникнення синергетичного ефекту є проектно-дослідницька діяльність, яка дозволяє інтегрувати інформаційну (технологічну) та візуальну (когнітивну) складові у єдиний творчий процес. Синергія не виникає сама по собі в теорії, вона проявляється в дії. Спираючись на дослідження В. Таточенка та І. Гаран [1], ми розглядаємо формування проектно-дослідницької компетентності крізь призму системно-синергетичної парадигми. У цьому контексті освітній процес трактується як відкрита нелінійна система, де «малі впливи» (наприклад, вдало обраний цифровий інструмент візуалізації) можуть привести до значних якісних зрушень у професійному розвитку майбутнього вчителя (ефект резонансу).

Проектно-дослідницька діяльність слугує тим полігоном, де студент, майбутній вчитель математики, проходить шлях від адаптивного рівня (відтворення знань) до творчого. Взаємодія при цьому процесі відбувається за наступною логікою:

- Інформаційна компетентність забезпечує інструментарій для збору даних, їх обробки та технічної реалізації проекту (наприклад, написання коду чи налаштування параметрів).

- Візуальна компетентність відповідає за інтерпретацію отриманих результатів, генерацію гіпотез через візуальні образи та презентацію фінального продукту.

Реалізація моделі синергії вимагає від вчителя володіння конкретним технологічним інструментарієм. Ми поділяємо цей інструментарій на три групи – середовища динамічної математики, платформи для гейміфікації та апаратно-програмні комплекси (наприклад, інтерактивні дошки).

Інструментом формування візуальної субкомпетентності є системи динамічної математики (Dynamic Mathematics Software – DMS). На відміну від статичних креслень, DMS дозволяють створювати «живі» моделі, де зміна алгебраїчних параметрів миттєво приводить до трансформації геометричних об'єктів.

Найбільш поширеними інструментами є:

- Безкоштовний онлайн-сервіс Desmos, що працює у веб-браузері та дозволяє створювати якісні візуальні моделі для унаочнення теоретичного матеріалу. Його особливістю є інтуїтивно зрозумілий інтерфейс для побудови графіків функцій та роботи з параметрами.

- Середовище GeoGebra, що поєднує геометрію, алгебру, таблиці, статистику та арифметику. Дослідники відзначають її ефективність у формуванні компетентностей завдяки можливості динамічної зміни геометричних побудов.

- Спеціалізовані математичні пакети (MathCad, MATLAB, Autograph та інші), які забезпечують підтримку навчання математики через візуальне моделювання складних процесів. Вони дозволяють реалізувати обчислювальні експерименти.

Яскравим прикладом синергетичного підходу є використання гейміфікованих активностей у середовищі Desmos. І. Тягай та Т. Махомета наводять приклад гри «Посади літак на смугу» [15], яка використовується для вивчення властивостей лінійної функції.

- Суть завдання – учні мають змінити параметри лінійної функції (кутовий коефіцієнт та вільний член), щоб траєкторія руху літака на екрані збіглася зі злітною смугою.

- Синергетичний ефект – у цьому процесі абстрактні математичні поняття (параметри функції) набувають конкретного візуального та прикладного змісту (траєкторія польоту). Це спрощує вивчення математики та підвищує до неї інтерес.

Інформаційна компетентність вчителя проявляється не лише у використанні готових ігор, а й у створенні власного контенту. Функціонал Desmos дозволяє вчителю розробляти послідовні слайди із завданнями, проєктуючи компетентнісні задачі під потреби конкретного класу. Використання режиму вчителя (Desmos Classroom) перетворює педагога на «оркестранта», при цьому вчитель може переглядати екрани всіх учнів у реальному часі, для подальшого аналізу, що дозволяє своєчасно корегувати їх діяльність. Це демонструє здобувачам освіти, як за допомогою цифрових сервісів можна підтримувати управління навчанням та організовувати групову роботу.

Важливою складовою технічної компетентності вчителя є вміння працювати з інтерактивними дошками, такими як SMART Board, Promethean тощо, та відповідним програмним забезпеченням (SMART Notebook, ActivInspire). При цьому інтерактивні дошки забезпечують *тактильно-візуальну* взаємодію. Вчитель або учень можуть переміщувати геометричні фігури, обертати їх та змінювати розмір безпосередньо на поверхні дошки. Це дозволяє реалізувати методику «візуального мислення» у колективному форматі, коли весь клас спостерігає за трансформацією об'єкта. Наприклад, використання інструменту «Шторка» для поетапного відкриття доведення теореми або інструменту «Магічне перо» для акцентування уваги на деталях графіка. Такі засоби дозволяють ефективно вибирати технічні засоби навчання для розв'язання конкретних завдань.

Ми вважаємо, що поєднання програмних засобів динамічної математики з можливостями інтерактивного обладнання створює технологічне підґрунтя для реалізації синергії у навчальному процесі.

Еволюція цифрових інструментів зумовила появу технологій розширеної реальності, які включають доповнену, віртуальну та змішану реальності. У контексті нашого дослідження ми розглядаємо здатність вчителя працювати з цими технологіями як «вищий пілотаж» синергії інформаційної та візуальної компетентностей, оскільки це вимагає поєднання складних технічних навичок із розвиненим просторовим мисленням.

Якщо для роботи з динамічною математикою достатньо опанувати інтерфейс готових програм, то створення імерсивного контенту наближає вчителя до професії розробника. Як зазначає Я. Ангелов, для реалізації навчального контенту з AR/VR елементами використовуються потужні платформи, а саме:

- багатоплатформний інструмент Unity 3D для розробки інтерактивних 3D-додатків, що дозволяє створювати віртуальні лабораторні роботи та симуляції;
- платформа Vuforia для розробки доповненої реальності, яка дозволяє розпізнавати зображення-маркери та накладати на них віртуальні об'єкти;
- інструментарій для створення мобільних AR-додатків ARKit та ARCore, що підтримують відстеження руху та оцінку освітлення для реалістичної інтеграції віртуальних об'єктів у фізичний світ.

Володіння цими інструментами дозволяє вчителю створювати унікальні візуальні продукти, які неможливо відтворити іншими засобами.

Вершиною практичної реалізації синергії є створення власних навчальних ресурсів. Показовим прикладом такої діяльності виступає розробка електронних підручників з інтерактивними AR-об'єктами. Технологія передбачає, що користувачу достатньо навести мобільний пристрій на спеціальний маркер, розміщений у підручнику, щоб програма ідентифікувала його та візуалізувала на екрані віртуальний 3D-об'єкт або динамічну модель. Така технологія дозволяє інтегрувати цифровий світ у реальне освітнє середовище, перетворюючи статичний текст на динамічний об'єкт дослідження. Це особливо актуально для стереометрії, де учні часто мають труднощі з уявленням просторових фігур.

Розвиток імерсивних технологій відкриває шлях до створення «Освітніх метавсесвітів» – стійких віртуальних світів, де групи користувачів можуть взаємодіяти в режимі реального часу. У такому середовищі вчитель математики може проводити віртуальні екскурсії «всередині» геометричних тіл або моделювати математичні закономірності всесвіту. Це створює повністю імерсивне середовище, яке забезпечує не лише високий рівень візуалізації, а й сприяє активній взаємодії та персоналізації освітньої траєкторії. На нашу думку, впровадження таких технологій підвищує рівень мотивації та креативності майбутніх вчителів, сприяючи глибшому засвоєнню ними як математичних знань так і розвитку цифрової компетентності.

Інтеграція складних цифрових інструментів (систем динамічної математики) та методик візуалізації докорінно змінює професійний профіль педагога. В умовах синергії інформаційної та візуальної компетентностей вчитель перестає бути лише транслятором знань або пасивним користувачем програмного забезпечення. Відбувається якісна трансформація його ролі у «педагога-оркестранта».

Термін «оркестрація», запропонований у дослідженнях G. Momcheva та T. Glushkova [18], запозичено з теорії управління складними системами та адаптовано до освітнього контексту. У педагогічному вимірі це поняття означає координацію різномірних навчальних активностей, цифрових інструментів та когнітивних процесів учнів у єдиний, гармонійний навчальний потік вищого порядку.

На відміну від традиційного управління класом, оркестрація передбачає багаторівневу координацію, де вчитель одночасно керує трьома вимірами синергії: діями учнів, роботою цифрової системи та власною педагогічною стратегією. Вчитель повинен вміти інтерпретувати візуальні дані про успішність учнів у реальному часі (через дашборди навчальних платформ) і миттєво коригувати хід уроку, не чекаючи перевірки контрольних робіт. Практична реалізація цієї ролі вимагає від вчителя володіння специфічними інструментами управління і на прикладі сервісу Desmos можна продемонструвати, як технічна функція переростає у педагогічну оркестрацію. В. Таточенко та І. Гаран доповнюють це бачення, характеризуючи сучасного вчителя як педагога-новатора та дослідника, який вільно мислить і моделює освітній процес, виходячи за межі традиційних інструкцій [14]. Вчитель-оркестрант не слідує

жорсткому сценарію, а адаптує його, використовуючи інноваційні технології як гнучкий інструмент для вирішення конкретних методичних завдань.

Роль оркестранта реалізується у кількох вимірах взаємодії, де вчитель:

- визначає правила, привілеї та обмеження у цифровому середовищі (наприклад, відкриває доступ до певних інструментів AR на конкретному етапі уроку);
- фасилітує співпрацю, де учні разом створюють візуальні моделі, обмінюються ними та коментують роботи одне одного;
- створює умови для «мозкового штурму» та учнівських ініціатив, дозволяючи їм пропонувати власні, альтернативні способи візуалізації математичної задачі.

Ефективна оркестрація неможлива без високого рівня професійної компетентності і обов'язково включає рефлексивну складову [16]. Це розуміння своєї ролі в системі, здатність аналізувати ефективність обраних візуальних засобів та готовність до постійного саморозвитку. Вчитель має критично оцінювати чи допомагає обрана візуалізація зрозуміти суть явища, чи є вона лише «цифровим шумом».

Таким чином, перехід до ролі «оркестранта» є фінальним етапом реалізації синергії інформаційної та візуальної компетентностей. На цьому етапі технологічна майстерність (володіння інструментом) та візуальне мислення (розуміння образу) зливаються з педагогічним талантом для створення гармонійного, адаптивного та ефективного освітнього середовища.

Висновки. Феномен синергії в математичній освіті, за визначенням багатьох учених, є нелінійним ефектом самоорганізації знань, де взаємодія технологічного інструментарію та візуального мислення створює мультиплікативний ефект, трансформуючи адаптивний рівень підготовки вчителя у творчий. Отже, проблема формування синергії візуальної та інформаційної компетентностей є критично важливою у професійній підготовці майбутнього вчителя математики. Доведено, що в умовах цифрової трансформації візуальна компетентність не є автономною, а виступає невід'ємною складовою інформаційної компетентності – субкомпетентністю, яка є передумовою ефективного подання навчального матеріалу.

Обґрунтовано доцільність використання підходу, що ґрунтується на перетині математичних компетентностей (моделювання, міркування) та цифрових навичок (вирішення проблем, спільна робота), результатом якого є породження нової якості навчання — динамічної когнітивної візуалізації. Модель TRACK у цьому контексті визначено як методологічний міст, що дозволяє вчителю свідомо обирати цифрові інструменти для візуалізації конкретного математичного змісту.

З'ясовано, що сучасний технологічний інструментарій дозволяє реалізувати перехід від феноменологічного споглядання до генетичного моделювання математичних об'єктів. Використання гейміфікації та інтерактивних середовищ сприяє підвищенню мотивації учнів та глибшому розумінню абстрактних понять. Впровадження синергетичного підходу змінює професійний профіль педагога від транслятора знань до «оркестранта» освітнього процесу. Вчитель-оркестрант координує складні потоки цифрових даних, візуальних моделей та когнітивної діяльності учнів, забезпечуючи гармонійну взаємодію в класі.

Перспективи подальших досліджень ми вбачаємо у розробці сценаріїв застосування мультимедійних технологій при викладанні математичних дисциплін, а також у дослідженні впливу цифрових освітніх екосистем («метавсесвітів») на ефективність педагогічної діяльності та професійну самореалізацію вчителя.

Література

1. Ангелов Я. С. Застосування імерсивних технологій у підготовці вчителів у закладах вищої освіти: синергія доповненої, віртуальної та змішаної реальності. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. 2025. Вип. 76. С. 55–65.

2. Горошко О. Л. Моделі візуалізації у викладанні математики. *Наукові записки. Серія: Психолого-педагогічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*. 2025. Вип. 2. С. 70–80. DOI: 10.31654/2663-4902-2025-PP-2-70-80.
3. Друшляк М. Г. Словник «візуальної» освіти: графічна компетентність і візуальна компетентність. *Фізико-математична освіта*. 2019. Вип. 3(21). С. 59–65.
4. Лосева Н. М., Горошко О. Л. Педагогічна діяльність викладачів університетів у контексті формування та оцінювання візуальної субкомпетентності майбутніх учителів математики. *Наукові записки. Серія: Психолого-педагогічні науки (Ніжинський державний університет імені Миколи Гоголя)*. 2025. Вип. 1. С. 178–187. DOI: 10.31654/2663-4902-2025-PP-1-178-187.
5. Махомета Т. М., Тягай І. М. Особливості використання сервісу Desmos у процесі фахової підготовки майбутніх учителів математики. *Перспективи та інновації науки*. 2024. № 2(36). С. 301–308.
6. Моторіна В. Г. Професійна компетентність вчителя математики в умовах профільного навчання. *Педагогічні науки*. 2021. Вип. 74. С. 112–118.
7. Пономарева Н. С. Система інформатичних компетентностей учителя математики. *Освітній дискурс: збірник наукових праць*. 2020. Вип. 25(7–8). С. 57–71
8. Про затвердження Типової програми підвищення кваліфікації педагогічних працівників з розвитку цифрової компетентності : наказ МОН України від 10.12.2021 № 1340. URL: <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-programi-pidvishennya-kvalifikatsiyi-pedagogichnih-pracivnikiv-z-rozvitku-cifrovoyi-kompetentnosti> (дата звернення: 15.11.2025).
9. Пузирьов В. Є., Лосева Н. М. Реалізація принципу наочності при вивченні вищої математики. *Світ дидактики: дидактика в сучасному світі* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 21–22 верес. 2021 р. Київ : Ін-т педагогіки НАПН України, 2021. С. 25–27.
10. Синергетика і освіта: монографія за ред. В. Г. Кременя. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2014. 348 с.
11. Скворцова С. О. Методична система навчання математики з використанням цифрових технологій. Київ : Педагогічна думка, 2020. 320 с.
12. Спирін О. М. Інформатична підготовка майбутніх учителів у контексті цифровізації освіти. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2022. № 3(145). С. 10–15.
13. Тарасенкова Н. А. Компетентнісний підхід у навчанні математики: теорія і практика. Харків : Основа, 2019. 304 с.
14. Таточенко В. І., Гаран І. О. Формування проєктно-дослідницької компетентності майбутніх учителів математики як складової їх професійної підготовки. *International Science Journal of Education & Linguistics*. 2024. Т. 3, № 6. С. 25–33.
15. Тягай І. М., Махомета Т. М. Формування фахової компетентності майбутніх учителів під час вивчення дисципліни «Інноваційні технології навчання математики та інформатики». *Modern Engineering and Innovative Technologies*. 2024. Issue 31, part 4. С. 36–40.
16. Abisheva, M., Stukalenko, N., Yermekova, Zh. et al. Development of professional competence of future mathematics teachers in the HEI educational process. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series Physics*, 2024, issue 56, pp. 21–31.
17. Losyeva N., Gubar D., Puzyrov V. Helping child to learn mathematics. *FAMA—Family Math for Adult Learners/Family and communities in and out of classroom: Ways to improve mathematics' achievement*. Barcelona, 2011. P. 98–105.
18. Momcheva G. Visualizations: the synergy of digital and mathematical competencies. *In: Anniversary International Scientific Conference «Synergetics and Reflection in Mathematics Education»*, October 22–24, 2025, Pamporovo, Bulgaria. [S. l.], 2025. P. 95–100.
19. Punie Y. (ed.), Redecker C. European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 102 p.
20. Standards for Preparing Teachers of Mathematics. Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE). 2017. 196 p. URL: <https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf> (дата звернення: 12.08.2025).

References

1. Anhelov, Ya. S. (2025). Zastosuvannia imersyivnykh tekhnolohii u pidhotovtsi vchyteliv u zakladakh vyshchoi osvity: synerhiia dopovnenoi, virtualnoi ta zmishanoi realnosti [Application of immersive technologies in teacher training in higher education institutions: synergy of augmented, virtual and mixed reality]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy – Modern Information Technologies and Innovative Teaching Methods in Professional Training: Methodology, Theory, Experience, Problems*, 76, 55–65 [in Ukrainian].
2. Horoshko, O. L. (2025). Modeli vizualizatsii u vykladanni matematyky [Visualization models in teaching mathematics]. *Naukovi zapysky. Serii: Psykholoho-pedahohichni nauky (Nizhynskiy derzhavnyi universytet imeni Mykoly Hoholia) – Scientific Notes. Series: Psychological and Pedagogical Sciences (Nizhyn Mykola Gogol State University)*, 2, 70–80 [in Ukrainian]. DOI: 10.31654/2663-4902-2025-PP-2-70-80
3. Drushliak, M. H. (2019). Slovnyk «vizualnoi» osvity: hrafichna kompetentnist i vizualna kompetentnist [Dictionary of "visual" education: graphic competence and visual competence]. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and Mathematical Education*, 3(21), 59–65 [in Ukrainian].
4. Losieva, N. M., & Horoshko O. L. (2025). Pedahohichna diialnist vykladachiv universytetiv u konteksti formuvannia ta otsiniuvannia vizualnoi subkompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky [Pedagogical activity of university teachers in the context of formation and assessment of visual subcompetence of future mathematics teachers]. *Naukovi zapysky. Serii: Psykholoho-pedahohichni nauky (Nizhynskiy derzhavnyi universytet imeni Mykoly Hoholia) – Scientific Notes. Series: Psychological and Pedagogical Sciences (Nizhyn Mykola Gogol State University)*, 1, 178–187 [in Ukrainian]. DOI: 10.31654/2663-4902-2025-PP-1-178-187
5. Makhometa, T. M., & Tiahai, I. M. (2024). Osoblyvosti vykorystannia servisu Desmos u protsesi fakhovoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv matematyky [Features of using the Desmos service in the process of professional training of future mathematics teachers]. *Perspektyvy ta innovatsii nauky – Perspectives and Innovations of Science*, 2(36), 301–308 [in Ukrainian].
6. Motorina, V. H. (2021). Profesiina kompetentnist vchytelia matematyky v umovakh profilnoho navchannia [Professional competence of a mathematics teacher in the conditions of profile learning]. *Pedahohichni nauky – Pedagogical Sciences*, 74, 112–118 [in Ukrainian].
7. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2021). *Pro zatverdzhennia Typovoi prohramy pidvyshchennia kvalifikatsii pedahohichnykh pratsivnykiv z rozvytku tsyfrovoyi kompetentnosti: nakaz MON Ukrainy vid 10.12.2021 No 1340 [On approval of the Standard program for advanced training of pedagogical workers on the development of digital competence: Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 10.12.2021 No. 1340]*. Retrieved from <https://mon.gov.ua/npa/pro-zatverdzhennya-tipovoyi-programi-pidvishennya-kvalifikatsiyi-pedahogichnih-pracivnykiv-z-rozvitku-cifrovoyi-kompetentnosti> [in Ukrainian].
8. Ponomareva, N. S. (2020). Systema informatychnykh kompetentnostei uchytelia matematyky [System of informatics competencies of a mathematics teacher]. *Osvitnii dyskurs: zbirnyk naukovykh prats – Educational Discourse: Collection of Scientific Papers*, 25(7–8), 57–71 [in Ukrainian].
9. Puzyrov, V. Ye., & Losieva, N. M. (2021). Realizatsiia pryntsyphu naochnosti pry vyvchenni vyshchoi matematyky [Implementation of the principle of visualization in the study of higher mathematics]. In *Svit dydaktyky: dydaktyka v suchasnomu sviti: materialy Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. [World of Didactics: Didactics in the Modern World: Proceedings of the International Scientific and Practical Internet Conference]* (pp. 25–27). Kyiv: Institute of Pedagogy of the NAES of Ukraine [in Ukrainian].
10. Kremen, V. H. (Ed.). (2014). *Synerhetyka i osvita [Synergetics and education]* (Monograph). Kyiv: Institute of the Gifted Child of the NAES of Ukraine [in Ukrainian].
11. Skvortsova, S. O. (2020). *Metodychna systema navchannia matematyky z vykorystanniam tsyfrovyykh tekhnolohii [Methodical system of teaching mathematics using digital technologies]*. Kyiv: Pedahohichna dumka [in Ukrainian].
12. Spirin, O. M. (2022). Informatychna pidhotovka maibutnikh uchyteliv u konteksti tsyfrovizatsii osvity [Informatics training of future teachers in the context of digitalization of education]. *Kompiuter u shkoli ta simi – Computer at School and Family*, 3(145), 10–15 [in Ukrainian].

13. Tarasenkova, N. A. (2019). *Kompetentnisnyi pidkhid u navchanni matematyky: teoriia i praktyka* [Competence-based approach in teaching mathematics: theory and practice]. Kharkiv: Osnova [in Ukrainian].
14. Tatochenko, V. I., & Haran, I. O. (2024). Formuvannia proiektno-doslidnytskoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv matematyky yak skladovoi yikh profesiinoi pidhotovky [Formation of project-research competence of future mathematics teachers as a component of their professional training]. *International Science Journal of Education & Linguistics*, 3(6), 25–33 [in Ukrainian].
15. Tiahai, I. M., & Makhometa, T. M. (2024). Formuvannia fakhovoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv pid chas vyvchennia dystsypliny «Innovatsiini tekhnologii navchannia matematyky ta informatyky» [Formation of professional competence of future teachers during the study of the discipline "Innovative technologies of teaching mathematics and informatics"]. *Modern Engineering and Innovative Technologies*, 31(4), 36–40 [in Ukrainian].
16. Abisheva, M., Stukalenko, N., Yermekova, Zh., et al. (2024). Development of professional competence of future mathematics teachers in the HEI educational process. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series Physics*, 56, 21–31 [in English].
17. Losyeva, N., Gubar, D., & Puzyrov, V. (2011). Helping child to learn mathematics. In *FAMA – Family Math for Adult Learners / Family and communities in and out of classroom: Ways to improve mathematics' achievement* (pp. 98–105). Barcelona [in English].
18. Momcheva, G. (2025). Visualizations: the synergy of digital and mathematical competencies. In *Anniversary International Scientific Conference «Synergetics and Reflection in Mathematics Education»*, October 22–24, 2025, Pamporovo, Bulgaria (pp. 95–100). [S. I.] [in English].
19. Punie, Y. (Ed.), & Redecker, C. (2017). *European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu*. Luxembourg: Publications Office of the European Union [in English].
20. Association of Mathematics Teacher Educators (AMTE). (2017). *Standards for Preparing Teachers of Mathematics*. Retrieved from <https://amte.net/sites/default/files/SPTM.pdf> [in English].

Horoshko O.

PhD student (third-level educational and scientific degree),
Nizhyn Mykola Gogol State University
unix.server@ukr.net
orcid.org/0009-0003-6518-4832

SYNERGY OF VISUAL AND INFORMATION COMPETENCIES IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE MATHEMATICS TEACHERS

The article investigates the phenomenon of synergy between visual and information competencies as one of the key prerequisites for effective professional training of future mathematics teachers in the context of intensive digital transformation of education. The relevance of the study stems from the paradox of the modern school: despite the availability of a powerful technological arsenal (GeoGebra, Desmos, AR/VR technologies, multimedia projectors, interactive whiteboards), it is frequently used superficially and episodically – merely as «electronic chalk». It is emphasized that in the era of «algorithmic times», a teacher can no longer be limited to basic mastery of digital tools; he or she must be able to present mathematical content multimodally through dynamic visual models, interactive environments, and digital simulations.

The theoretical foundation comprises the systemic-synergetic approach and the TPACK model (Technological Pedagogical Content Knowledge). It has been proven that visual sub-competence is not an autonomous skill but an integral structural component of professionally oriented information competence of a mathematics teacher. It is shown that

the synergetic interaction of these competencies gives rise to a qualitatively new pedagogical reality, significantly enhancing cognitive effectiveness, student motivation, and the depth of assimilation of mathematical concepts.

The mechanism of intersection of mathematical competencies is revealed: mathematical ones (modelling, formalism, reasoning) and digital ones (information literacy, content creation, problem solving). Their intersection produces cognitive visualization in the form of research-oriented dynamic models. The pedagogical conditions for realizing this synergy are analysed in detail: widespread use of project-research methods, gamification, dynamic mathematics systems, interactive equipment, and immersive technologies (augmented, virtual, and mixed reality), as well as targeted development of visual and spatial thinking.

Particular attention is paid to the transformation of the mathematics teacher's role – from a traditional transmitter of knowledge to a «teacher-orchestrator» who coordinates digital tools, visual models, and students' cognitive activity in real time. It is concluded that the identification and purposeful development of visual sub-competence within the structure of information competence is a strategic factor in improving the quality of mathematics education and an essential condition for the professional formation of the modern mathematics teacher in the digital era.

Key words: TPACK, visualisation, visual sub-competence, mathematics teacher, information competence, synergy, digital tools.