



” Друшляк М. Теорія і практика формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2021. Том 9, № 2. С. 15-22. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol9i2-002>

Drushliak M. Teoriia i praktyka formuvannia vizualno-informatsiinoi kultury maibutnikh uchyteliv matematyky ta informatyky u zakladykh vyshchoi osvity [Theory and practice of formation the visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers in institutions of higher education]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka – Education. Innovation. Practice*, 2021. Vol. 9, № 2. S. 15-22. DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol9i2-002>

УДК 378.147:[37.011.3-051:51+004]:[008:004.9-028.22]

DOI: <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol9i2-002>

Марина ДРУШЛЯК

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

ORCID: 000-0002-9648-2248

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. У статті здійснено теоретичне узагальнення та наукове розв'язання проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти, що полягає в обґрунтуванні та експериментальній перевірці педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Обґрунтовано теоретичні (нейрофізіологічні основи теорії зорового сприймання, теоретико-практичні аспекти візуального мислення, теоретико-методичні засади когнітивної візуалізації в навчанні математики та інформатики, фундаментальні ідеї та оцінки тенденцій і перспектив сучасної інформатико-математичної освіти, застосування ІТ у професійній освіті, теорія підготовки вчителів в умовах інформатизації освіти, теоретичні засади формування професійної та інформаційної культури вчителів, концептуальні дослідження в галузі теорії і методики навчання математики та інформатики) та практичні (раціональне та виважене використання спеціалізованого програмного забезпечення у галузі математики та інформатики; активне використання візуалізованих завдань; цілеспрямоване формування умінь моделювати навчальний матеріал, критично оцінити та раціонально обрати комп'ютерний інструментарій) засади формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Статистичний аналіз емпіричних даних підтвердив вірогідність гіпотези дослідження про ефективність розробленої педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти на рівні значущості 0,05.

Ключові слова: візуально-інформаційна культура, візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики, процес формування візуально-інформаційної культури, педагогічна система, професійна підготовка.

Maryna DRUSHLIAK

Makarenko Sumy State Pedagogical University

ORCID: 000-0002-9648-2248

THEORY AND PRACTICE OF FORMATION THE VISUAL AND INFORMATION CULTURE OF PRE-SERVICE MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE TEACHERS IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION

Abstract. Theoretically substantiated and developed pedagogical system of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers in higher education institutions, which is aimed at forming integrative quality of personality – visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers in higher education institutions, provides for three stages of formation (propaedeutic-motivational, cognitive-procedural, reflexive-corrective), which use traditional and innovative forms (lectures-demonstrations, problem lectures, training and test laboratory works, individual homework, pedagogical practice, master classes, consultations, scientific conferences, research work), methods (problem, project, task, brainstorming, netnography) and teaching means (educational resources, specialized software, cloud-oriented services, interactive applets, visualized tasks, augmented reality, cognitive-visual models), improving the content of computer science, mathematics and psychology; describes diagnostic tools (criteria and indicators) for determining the levels (low, medium, high) of the formation of visual and information culture. Scientific provisions of the theory and practice of formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers in higher education institutions; scientific ideas about the essence, structure, criteria and level features of the formation of visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers are got further development. Statistical analysis of empirical data confirmed the probability of the research hypothesis on the effectiveness of the developed pedagogical system for the formation of visual information culture of pre-service teachers of mathematics and computer science in higher education institutions at a significance level of 0.05.

Keywords: visual and information culture, visual and information culture of pre-service mathematics and computer science teachers, the process of formation of visual and information culture, pedagogical system, professional training.

Постановка проблеми. Розвиток України як самостійної та самодостатньої держави передбачає її інтеграцію у світовий освітній простір та урахування глобалізаційних процесів, що в ньому відбуваються. Серед таких відзначимо активний розвиток інформаційних технологій, повсюдне

використання інтернет-контенту, поширеність соціальних мереж і сервісів, де візуальні матеріали є більш популярними й затребуваними на відміну від текстових. Зазначені тренди призвели до невідворотних змін у механізмах психологічного сприймання інформації молоддю, а навички роботи з візуальними матеріалами (пошук, розпізнавання, аналіз, інтерпретація, оцінка, представлення, створення власних візуальних образів) стали необхідною складовою освіти XXI століття. Саме це обумовило запит суспільства на підготовку такого вчителя, який, оперуючи візуальними образами, був би готовий сформувати в молодого покоління навички критично оцінювати, інтерпретувати та узагальнювати інформацію з метою вирішення життєвих завдань.

Діяльність учителів математики та інформатики покликана сформувати в учнів адекватну процесам сьогодення інформаційну картину світу, а тому важливими для них є здатність на основі візуальних моделей знань зрозуміти, науково грамотно й швидко в умовах інтенсифікації освітнього процесу донести основні ідеї та сформувати фундаментальні уявлення про навколишній світ та його закони. При цьому, якщо навчання інформатики апіорі спирається більшою мірою на наочність для розвитку знань, умінь та навичок працювати з різними формами інформаційного контенту, то навчання математики покликане сформувати вміння оперувати абстрактними об'єктами (число, функція, похідна, первісна тощо), які не завжди швидко сприймаються молоддю без додаткового наочного супроводу. Це обумовлює потребу особливого подання навчального матеріалу, де більшою мірою має використовуватися наочність та комп'ютерні технології, які разом забезпечать інформаційну насиченість змісту навчання.

Таке подання має бути наочним і водночас не може бути поверхневим, формальним та неінформативним, а тому вимагає від учителя особливих знань та вмінь з різних галузей знань (математики, інформатики, інформаційних технологій, психології, педагогіки, фізіології), які в комплексі характеризують нову особистісну якість учителя математики та інформатики – його візуально-інформаційну культуру. Формування останньої потребує модернізації теоретико-практичних засад професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

Аналіз наукових розвідок з проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики виявив результати за такими напрямками:

- психолого-педагогічний – нейрофізіологічні основи теорії зорового сприймання [1], теоретико-практичні аспекти візуального мислення [2-3], особливості формування і розвитку візуальної, інформаційної, цифрової компетентностей [4-11], теоретико-методичні засади когнітивної візуалізації в навчанні математики [12-16];
- інформатико-математичний – фундаментальні ідеї та оцінки тенденцій і перспектив сучасної інформатико-математичної освіти [17-22], застосування ІТ у професійній освіті [18], у т.ч. використання доповненої та віртуальної реальності [19-21];
- теоретико-методичний – теорія підготовки вчителів в умовах інформатизації освіти [22], теоретичні засади формування професійної та інформаційної культури вчителів [23-24], концептуальні дослідження в галузі теорії і методики навчання [25].

За результатами аналізу наукових досліджень встановлено, що дотепер феномен „візуальна культура” розглядалися без орієнтації на підготовку майбутніх учителів математики та інформатики, „інформаційна культура” – без урахування об'єктивної потреби використання технологій візуалізації у процесі унаочнення вчителем навчального матеріалу. Водночас попри належне розроблення вченими різних аспектів проблеми професійної підготовки вчителів математики та інформатики не виявлено праць, в яких було б цілісно розкрито теоретико-методичні засади формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, про що свідчить низка наявних *суперечностей*:

- між запитами суспільства на вчителів, здатних працювати з інформацією у візуальній формі, та відсутністю освітніх практик, зорієнтованих на формування візуально-інформаційної культури такого фахівця;
- між появою феномену „візуально-інформаційна культура” та обмеженістю теоретичних і практичних напрацювань про його сутність і структуру;
- між запитом суспільства на високий рівень візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики та реальним рівнем сформованості у них відповідних інформатико-математичних, психолого-педагогічних та технологічних знань, умінь і навичок для візуального супроводу професійної діяльності;
- між необхідністю формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики та відсутністю цілісної обґрунтованої педагогічної системи, яка забезпечує таке формування;
- між необхідністю упровадження ефективних систем формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики та нерозробленістю практичних засад такого формування і відповідного теоретико-методичного супроводу.

Актуальність, наукова і практична значущість окресленої проблеми, її недостатня теоретична й методична розробленість, необхідність розв'язання виявлених суперечностей зумовили вибір теми „Теорія і практика формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти”.

Мета дослідження полягає у науково-теоретичному обґрунтуванні, розробці та експериментальній перевірці педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Методи дослідження. Досягнення мети зумовило використання низки наукових методів, серед яких:

– *теоретичні*: термінологічний та структурний аналіз для визначення поняттєво-категоріального апарату дослідження; аналіз і систематизація філософської, педагогічної та психологічної літератури, праць зарубіжних та вітчизняних авторів, нормативно-правових документів, ретроспективний аналіз науково-методичних матеріалів з метою порівняння, узагальнення та зіставлення різних поглядів на впровадження ІТ та технологій візуалізації у професійну підготовку вчителів математики та інформатики, на основі яких визначено сучасні підходи до формування у них візуально-інформаційної культури, розроблено методологічні засади формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики; методи міжгалузевого синтезу для виявлення взаємного впливу математики, інформатики та педагогіки на рівень сформованості візуально-інформаційної культури учителів математики та інформатики; систематизація і узагальнення для розробки й наукового обґрунтування педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики і моделі її реалізації; абстрагування, системне структурування та теоретичне моделювання цілісного процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики; структурно-логічний аналіз для розробки діагностичного апарату дослідження;

– *емпіричні*: узагальнення вітчизняного й зарубіжного педагогічного досвіду, аналіз методик для діагностування рівнів сформованості компонентів візуально-інформаційної культури та встановлення динаміки відповідних змін; діагностичні (анкетування, опитування, тестування, бесіди, експертні оцінки) та обсерваційні (спостереження, самоспостереження, метод рейтингу, самооцінка) методи, педагогічний експеримент (констатувальний та формувальний) для перевірки ефективності педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики;

– *статистичні*: критерій Стьюдента і хі-квадрат Пірсона для підтвердження вірогідності отриманих результатів.

Результати. На основі аналізу та систематизації філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури визначено стан розробленості проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти за двома напрямками: на теоретичному рівні (досліджено стан проблеми у педагогічній теорії, у нормативно-правових документах та законодавчих актах), на практичному рівні (з'ясовано стан формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти України).

За результатами ретроспективного аналізу і теоретичного осмислення напрацьованого досвіду й підходів сучасних дослідників встановлено, що виникнення терміну „інформаційна культура” у 70-х рр. XX ст. пов'язане з дослідженнями бібліотекознавців. Починаючи з 90-х рр. XX ст. феномен „інформаційна культура” досліджується на міждисциплінарному рівні, зокрема, у межах теорії і методики навчання, теорії і методики професійної освіти, про що свідчать наукові розвідки Н. Гендіної, Л. Макарової, В. Виноградова, Н. Джинчарадзе та ін. Науковці тлумачать термін „інформаційна культура” як особистісне утворення, яке інтегрує в собі ціннісні орієнтації, знання інформаційних технологій, уміння і навички здійснення пошуку необхідної інформації з усієї сукупності інформаційних ресурсів, відбору, критичного оцінювання, збереження, інтеграції, структурування, створення та презентації нової інформації.

Студіювання спеціальної літератури дало змогу констатувати, що більшість дисертаційних досліджень з проблеми формування візуальної культури пов'язана із професійною художньою сферою, більшою мірою використовується в педагогіці мистецтва або стосується підготовки студентів художніх спеціальностей. Узагальнення дослідницьких напрацювань дозволило тлумачити *візуальну культуру* як художньо-комунікативну систему, яку характеризують два рівні: соціально-естетичний – сукупність цінностей, що моделюють у візуальних образах картину світу, та особистісний – система естетичної взаємодії людини з візуальними образами, їх сприймання, проєкцію на особистісний досвід, оцінку, пробудження асоціацій, здібність до створення візуальних образів.

Аналітичний огляд наукових студій у галузі професійної освіти та з формування інформаційної і візуальної культури вчителів підтвердив системне висвітлення проблеми з позицій культурологічного підходу і фрагментарність наукових розвідок з позицій інтеграції візуального та

інформаційного підходів, що підтвердило не лише актуальність теми обраного дослідження, а й потребу переосмислити поняття „візуально-інформаційна культура” у векторі підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

Узагальнення результатів контекстного аналізу наукових позицій щодо своєрідності структурно-компонентного складу, змісту й специфіки понять „візуальна культура”, „інформаційна культура”, врахування дуалістичної природи феномену „візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики” дали підстави для власної дослідницької позиції: візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики – це інтегративна якість особистості, яка поєднує: ціннісні установки, прагнення до розвитку в галузі візуалізації та інформатизації освіти; інформатико-математичні, психолого-педагогічні та технологічні знання; уміння сприймати, аналізувати, порівнювати, зіставляти, інтерпретувати, продукувати з використанням інформаційних технологій, структурувати, інтегрувати, оцінювати поданий наочно навчальний матеріал; здатність до аналізу, прогнозування і рефлексії власної професійної діяльності з візуалізації навчального матеріалу з використанням засобів комп’ютерної візуалізації, яка забезпечує професійний саморозвиток і самовдосконалення.

За результатами аналізу освітніх програм спеціальності 014 Середня освіта, зокрема предметної спеціальності 014.04 „Середня освіта (Математика)” та 014.09 „Середня освіта (Інформатика)” для першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти встановлено, що визначені в них програмні результати навчання лише частково охоплюють компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики і не забезпечують їх формування.

За результатами абстрагування, системного структурування та теоретичного моделювання процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики спроектовано в межах педагогічної системи, яка є відкритою (взаємодіє з іншими системами) і динамічною (її змістове та організаційно-технологічне наповнення постійно удосконалюється) системою та яка реалізується в єдності загального (формування візуально-інформаційної культури є частиною фахової підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики), особливого (притаманні специфічні особливості математичної освіти, інформатичної освіти, наявність спеціалізованого програмного забезпечення), індивідуального (враховуються індивідуальні особливості студентів та особливості освітнього процесу конкретного закладу вищої освіти). На основі теоретичного методу моделювання педагогічну систему формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти подано як цілісну, певним чином організовану й упорядковану за певними ознаками сукупність взаємопов’язаних структурних компонентів (методологічно-цільова, змістово-процесуальна, діагностично-результативна підсистеми), яка має результатом позитивну динаміку рівнів сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики в умовах закладу вищої освіти (рис. 1).

Експериментальне впровадження педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти відбувалося у декілька етапів:

теоретико-пошуковий (здійснено термінологічний аналіз базових понять з метою визначення тезаурусу дослідження; уведено до розгляду нову категорію „візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики”, розкрито її сутність та визначено компоненти; визначено нормативно-правову базу дослідження; описано концептуальні основи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти; досліджено сучасний стан проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти);

проектувальний (визначено критерії сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики та їх показники, які було градуировано за рівнями, дібрано та розроблено засоби діагностики рівнів сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, визначено базу експерименту, проведено констатувальний етап педагогічного експерименту з метою визначення початкового рівня сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, розроблено педагогічну систему формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти);

експериментально-дослідний (упровадження педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти, програма якого складається з трьох етапів (пропедевтично-мотиваційний, когнітивно-процесуальний, рефлексивно-коригувальний), перевірка ефективності обґрунтованої та впровадженої педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти);

аналітико-підсумковий (опрацьовано та узагальнено результати формуального експерименту, засвідчено ефективність впровадженної педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, визначено перспективи подальших досліджень).

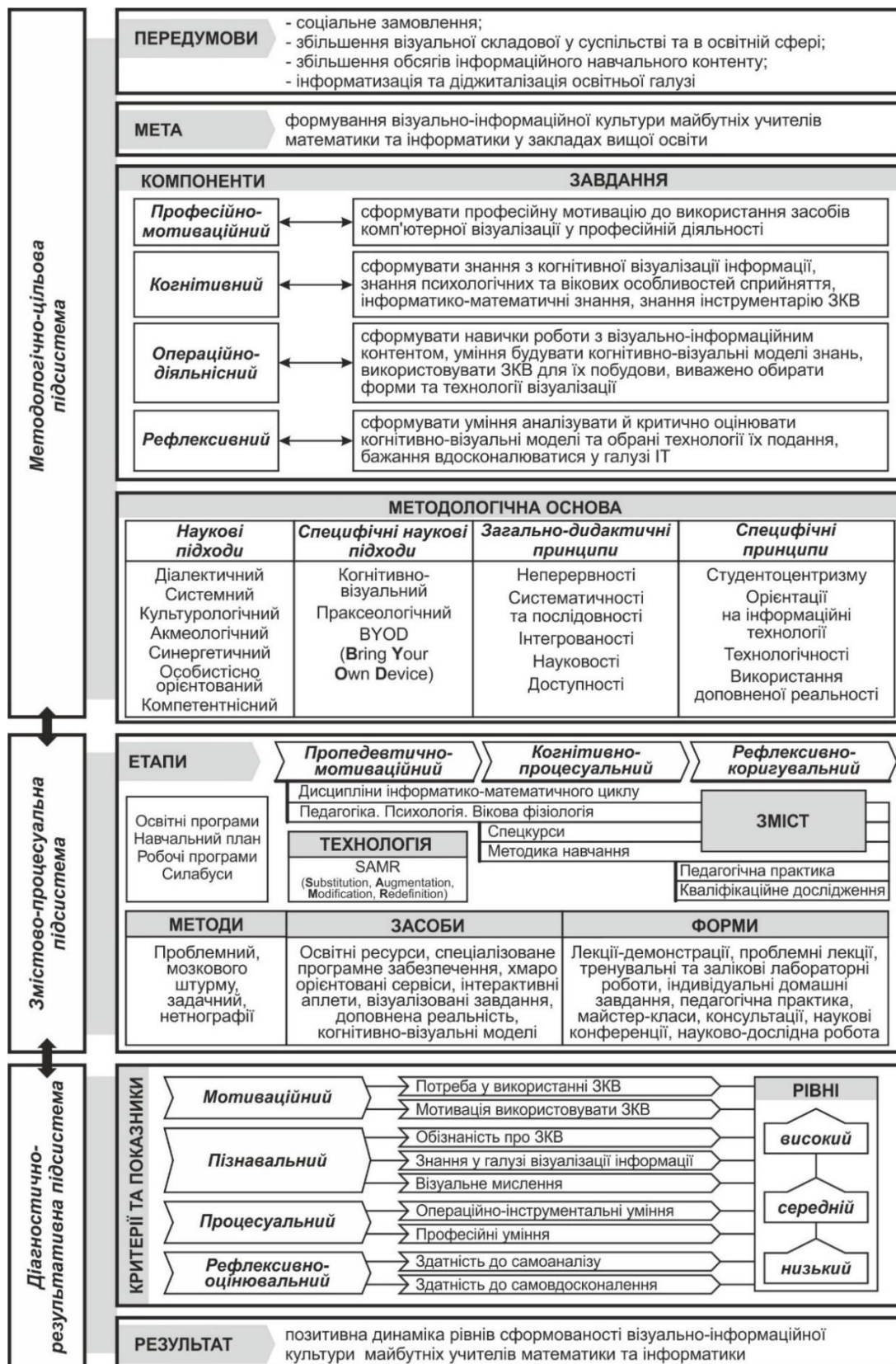


Рис. 1. Педагогічна система формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти

На початку констатувального етапу педагогічного експерименту було обрано вибірку сукупність із 431 студента спеціальностей 014.04 „Середня освіта (Математика)” та 014.09 „Середня освіта (Інформатика)”, з яких 151 особа увійшла до першої експериментальної групи (ЕГ1) (студенти спеціальності 014.04 „Середня освіта (Математика)”), 122 особи увійшли у другу експериментальну групу (ЕГ2) (студенти спеціальності 014.09 „Середня освіта (Інформатика)”), а 158 осіб – у контрольну групу (КГ).

Поділ студентів на дві експериментальні групи зумовлений: 1) різним рівнем підготовки абітурієнтів, що вступають на спеціальності 014.04 „Середня освіта (Математика)” та 014.09 „Середня освіта (Інформатика)”, про що свідчать результати ЗНО; 2) різним рівнем навчальних досягнень в процесі підготовки за результатами вивчення однакових дисциплін; 3) різними програмами підготовки, про що свідчать навчальні плани спеціальностей, різні дисципліни, вивчення яких впливає на рівень сформованості візуально-інформаційної культури.

Аналіз результатів діагностичних зрізів констатувального етапу педагогічного експерименту засвідчив, що на початку експерименту переважали низький та середній рівні візуально-інформаційної культури за усіма показниками. Статистичні розрахунки середніх із використанням t-критерію Стьюдента підтвердили, що за всіма показниками сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики обрані сукупності експериментальних і контрольної групи є статистично однаковими.

Після формульовального етапу експерименту були досліджені ті ж показники, узагальнені результати контрольних зрізів та динаміка за кожним показником (у відсотках) наведені у таблиці 1.

Аналіз результатів впровадження педагогічної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики засвідчив статистичну відмінність обраних сукупностей за кожною парою груп ЕГ1 – КГ і ЕГ2 – КГ та позитивну динаміку за кожним показником.

Висновки. За результатами проведеного дослідження розроблено науково-методичні рекомендації для учасників освітнього процесу щодо формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

- виважено впроваджувати технології SAMR, поглиблювати зміст навчальних дисциплін „Педагогіка”, „Психологія”, „Вікова психологія”, „Вікова фізіологія”, що є причиною усвідомлення потреби використовувати технології візуалізації з урахуванням психологічних та вікових особливостей сприймання навчального контенту, нейрофізіологічними основами сприймання інформації, нормативно-правових основ використання вже готових візуальних дидактичних матеріалів;

- використовувати візуалізовані завдання при вивченні дисциплін інформатико-математичного циклу в процесі проведення лекцій-демонстрацій, організації автоматизованого контролю знань, в ході яких демонструються шляхи використання комп’ютерного інструментарію засобів комп’ютерної візуалізації у професійній діяльності вчителя, методу нетнографії;

- удосконалювати зміст професійної підготовки майбутніх учителів (впровадження спецкурсів, поглиблення змісту професійно-орієнтованих дисциплін), активно залучати студентів до науково-дослідної роботи (збільшення кількості кваліфікаційних робіт з проблем когнітивної візуалізації, участь у студентських наукових конференціях), використоавувати неформальну освіту (участь у тренінгах, майстер-класах, вебінарах);

- впроваджувати спецкурси „Застосування комп’ютера при вивченні математики”, „Комп’ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики”, „Інфографіка”, „Візуалізація даних”, „Комп’ютерна інфографіка в роботі вчителя”, „Шкільний курс алгебри з комп’ютерною підтримкою”, пов’язані з візуальною підтримкою майбутньої професійної діяльності; сформованістю вмінь сприймати і розуміти візуальну інформацію, структурувати її, перекладати з вербальної на візуальну мову і навпаки;

- раціонально обирати види й форми педагогічного впливу (написання конспектів фрагментів уроку з обов’язковим проведенням та обговоренням у межах виконання залікових лабораторних робіт, проведення домашнього комп’ютерного експерименту у межах виконання індивідуальних завдань);

- впроваджувати педагогічну систему формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики на рефлексивно-коригувальному етапі у ході написання конспектів фрагментів уроку з обов’язковим проведенням та обговоренням у межах виконання залікових лабораторних робіт, під час проходження педагогічної практики, виконання кваліфікаційного дослідження, виконання науково-дослідної роботи.

Перспективи подальших наукових пошуків вбачаємо у дослідженні теоретико-методологічних засад формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики в умовах впровадження дистанційної форми навчання; формуванні візуально-інформаційної культури майбутніх учителів інших спеціальностей; розробці електронних освітніх ресурсів, спрямованих на

формування візуально-інформаційної культури; дослідженні особливостей формування візуально-інформаційної культури у процесі неформального та інформального навчання; розробці й запровадженні відкритих освітніх курсів з формування візуально-інформаційної культури учнів закладів загальної середньої освіти; підготовці вчителів до формування візуально-інформаційної культури учнів закладів загальної середньої освіти.

Список використаних джерел

1. Арнхейм Р. В защиту визуального мышления: Новые очерки по психологии искусства: пер. с англ. Москва : Прометей, 1994. С. 153-173.
2. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. Исследование деятельности зрительной системы. Москва : Изд-во МГУ, 1969. 207 с.
3. Ausburn L. J., Ausburn F. G. Visual Literacy – Background, Theory and Practice. *Programmed Learning and Educational Technology*, 1978, No 15, P. 292-297.
4. Braden R. A., Hortin J. A. Identifying the Theoretical Foundations of Visual Literacy. *Journal of Visual*, 1982, No 2, P. 37-42.
5. Considine D. M. Visual Literacy and Children's Books – An Integrated Approach. *School Library Journal*, 1986, P. 38-42.
6. Debes J. The Loom of Visual Literacy. *Audiovisual Instruction*, 1969, No 14(8), P. 25-27.
7. Lacy L. An Interdisciplinary Approach for Students K–12 Using Visuals of All Kinds. (Hrsg.): Visible and Viable – The Role of Images in Instruction and Communication. Wolfe City, International Visual Literacy Association, TX. 1987. P. 45-59.
8. Paul B. Visual Culture Art Education: Why, What and How, Copyright NSEAD, 2002.
9. Seels B. A. Visual Literacy: The Definition Problem. In D. M. Moore, M. Dwyer (Eds.), *Visual literacy: A spectrum of visual learning*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1994. P. 97-112.
10. Trafi-Prats L. Art Historical Appropriation in Visual Culture-Based Education. *Studies in Art Education*, 2009, V.50, Is. 2, P.152-167.
11. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Використання принципу когнітивної візуалізації в навчанні математики // Фізико-математична освіта : науковий журнал. – 2017. – Вип. 3(13). – С.134-138
12. Далингер В.А. Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике: монография. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. 143с.
13. Clenents D. H., McMillen S. Rethinking Concrete Manipulatives. *Teaching Children Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics*, 1996, Vol. 2 (5), P. 270-279.
14. Lin H., Dwyer F. M. The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency. *Education Tech. Research Dev.*, 2010, Vol. 58, P. 155-174.
15. Ware C. Information visualization. *Perception for Design*. Morgan Kaufmann Publishers. 2001. 486 p.
16. Zimmermann W., Cunningham S. Visualization in Teaching and Learning Mathematics. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1991. 230 p.
17. Розвиток теоретичних основ інформатизації освіти та практична реалізація інформаційно-комунікаційних технологій в освітній сфері України / В. Ю. Биков, О. Ю. Буров, А. М. Гуржій, М. І. Жалдак, М. П. Лещенко, С. Г. Литвинова, В. І. Луговий, В. В. Олійник, О. М. Спірін, М. П. Шишкіна / наук. ред. В. Ю. Биков, С. Г. Литвинова, В. І. Луговий. Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 214 с.
18. Kesim M., Ozarslan Y. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 47, P. 297-302.
19. Kiryakova G., Angelova N., Yordanova L. The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education. *TEM Journal*, 2018, V. 7, Is. 3, P. 556-565.
20. Lee J. Leitner, John W. Cane. A virtual laboratory environment for online IT education. *Proceeding SIGITE '05 Proceedings of the 6th conference on Information technology education*. (Newark, NJ, USA, October 20 – 22, 2005), 2005, P. 283-289.
21. Lee K. Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 2012, 56(2), P.13-21.
22. Жалдак М.І. Математика з комп'ютером. Посібник для вчителів / Жалдак М.І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. – К.: РННУ "ДІНІТ", 2004. – 252с.
23. Рамський Ю.С. Формування інформаційної культури особи – пріоритетне завдання сучасної освітньої діяльності. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2004, Вип. 8, С. 19-42.
24. Гаврілова Л. Г., Топольник Я. В. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2017, Т. 61, №5, С. 1-14.
25. Михалін Г.О. Формування основ професійної культури вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу : дис...докт. пед.наук : 13.00.04 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, 2004. 413с.

References

1. Arnkheim R. V zashchyty vyuzualnoho myshleniya: Novye ocherky po psykholohyy yskusstva: per. s anhl. Moskva : Prometei, 1994. S. 153-173.
2. Zynchenko V. P., Verhyles N. Yu. Formyrovanye zrytelnoho obraza. Yssledovanye deiatelnosty zrytelnoi systemy. Moskva : Yzd-vo MHU, 1969. 207 s.
3. Ausburn L. J., Ausburn F. G. Visual Literacy – Background, Theory and Practice. *Programmed Learning and Educational Technology*, 1978, No 15, P. 292-297.

4. Braden R. A., Hortin J. A. Identifying the Theoretical Foundations of Visual Literacy. *Journal of Visual*, 1982, No 2, P. 37-42.
5. Considine D. M. Visual Literacy and Childrens Books – An Integrated Approach. *School Library Journal*, 1986, P. 38-42.
6. Debes J. The Loom of Visual Literacy. *Audiovisual Instruction*, 1969, No 14(8), P. 25-27.
7. Lacy L. An Interdisciplinary Approach for Students K–12 Using Visuals of All Kinds. (Hrsg.): *Visible and Viable – The Role of Images in Instruction and Communication*. Wolfe City, International Visual Literacy Association, TX. 1987. P. 45-59.
8. Paul B. *Visual Culture Art Education: Why, What and How*, Copyright NSEAD, 2002.
9. Seels B. A. Visual Literacy: The Definition Problem. In D. M. Moore, M. Dwyer (Eds.), *Visual literacy: A spectrum of visual learning*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1994. P. 97-112.
10. Trafi-Prats L. Art Historical Appropriation in Visual Culture-Based Education. *Studies in Art Education*, 2009, V.50, Is. 2, R.152-167.
11. Semenikhina O.V., Drushliak M.H. Vykorystannia pryntsyphu kohnityvnoi vizualizatsii v navchanni matematyky // *Fizyko-matematychna osvita : naukovi zhurnal*. – 2017. – Vyp. 3(13). – S.134-138
12. Dalynher V.A. *Teoretycheskye osnovi kohnityvno-vyzualnoho pokhoda k obucheniu matematyke: monohrafiia*. Omsk : Yzd-vo OmHPU, 2006. 143s.
13. Clenents D. H., McMillen S. Rethinking Concrete Manipulatives. *Teaching Children Mathematics*. National Council of Teachers of Mathematics, 1996, Vol. 2 (5), P. 270-279.
14. Lin H., Dwyer F. M. The effect of static and animated visualization: a perspective of instructional effectiveness and efficiency. *Education Tech. Research Dev.*, 2010, Vol. 58, R. 155-174.
15. Ware C. *Information visualization. Perception for Design*. Morgan Kaufmann Publishers. 2001. 486 p.
16. Zimmermann W., Cunningham S. *Visualization in Teaching and Learning Mathematics*. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1991. 230 p.
17. Rozvytok teoretychnykh osnov informatyzatsii osvity ta praktychna realizatsiia informatsiino-komunikatsiynykh tekhnolohii v osvitnii sferi Ukrainy / V. Yu. Bykov, O. Yu. Burov, A. M. Hurzhii, M. I. Zhaldak, M. P. Leshchenko, S. H. Lytvynova, V. I. Luhovyi, V. V. Oliinyk, O. M. Spirin, M. P. Shyshkina / *nauk. red. V. Yu. Bykov, S. H. Lytvynova, V. I. Luhovyi*. Zhytomyr : ZhDU im. I. Franka, 2019. 214 s.
18. Kesim M., Ozarslan Y. Augmented reality in education: current technologies and the potential for education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2012, 47, R. 297-302.
19. Kiryakova G., Angelova N., Yordanova L. The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education. *TEM Journal*, 2018, V. 7, Is. 3, P. 556-565.
20. Lee J. Leitner, John W. Cane. A virtual laboratory environment for online IT education. *Proceeding SIGITE 05 Proceedings of the 6th conference on Information technology education*. (Newark, NJ, USA, October 20 – 22, 2005), 2005, P. 283-289.
21. Lee K. Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 2012, 56(2), R.13-21.
22. Zhaldak M.I. *Matematyka z kompiuterom. Posibnyk dlia vchyteliv* / Zhaldak M.I., Horoshko Yu. V., Vinnychenko Ye. F. – K.: RNNU "DINIT", 2004. – 252s.
23. Ramskyi Yu.S. *Formuvannia informatsiinoi kultury osoby – priorytetne zavdannia suchasnoi osvitnoi diialnosti. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia*, 2004, Vyp. 8, C. 19-42.
24. Havrilova L. H., Topolnyk Ya. V. *Tsyfrova kultura, tsyfrova hramotnist, tsyfrova kompetentnist yak suchasni osvitni fenomeny. Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, 2017, T. 61, №5, S. 1-14.
25. Mykhalin H. O. *Formuvannia osnov profesiinoi kultury vchytelia matematyky u protsesi navchannia matematychnoho analizu : dys...dokt. ped.nauk : 13.00.04 / Natsionalnyi pedahohichnyi universytet imeni M. P. Drahomanova*, Kyiv, 2004. 413s.