

**Друшляк М. Г.**

**ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ  
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ  
У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**МОНОГРАФІЯ**

УДК 378.147:371:134:371.124:51:004.853(043.5)

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради  
ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет»  
(протокол № 10 від 20.06.2019 р.)*

### **Рецензенти**

*Набока О. Г.*, доктор педагогічних наук, професор, перший проректор Державного вищого навчального закладу "Донбаський державний педагогічний університет"

*Петрук В. А.*, доктор педагогічних наук, професор кафедри вищої математики Вінницького національного технічного університету

*Стрельніков В. Ю.*, доктор педагогічних наук, завідувач кафедри педагогіки та суспільних наук ВНЗ Укооспілки "Полтавський університет економіки і торгівлі"

### **Науковий редактор:**

О. В. Семеніхіна, доктор педагогічних наук, професор

### **Друшляк М. Г.**

Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти : монографія / М. Г. Друшляк. – Суми: ФОП Цьома, 2019. – 288 с.

ISBN 978-617-7487-59-2

У монографії розглянуто проблему формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Визначено теоретичні та практичні засади формування такої культури. Запропоновано структурно-функціональну модель, описано змістово-процесуальні особливості її реалізації в закладах вищої освіти.

Розрахована на фахівців у галузі теорії та методики професійної освіти, науковців, викладачів, аспірантів, учителів математики та інформатики та широкого кола читачів, які цікавляться питаннями візуалізації в освіті та впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес.

УДК 378.147:371:134:371.124:51:004.853(043.5)

© Друшляк М. Г., 2020

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	12
РОЗДІЛ 1. ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНА КУЛЬТУРА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ КРІЗЬ ПРИЗМУ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	13
1.1. Візуалізація як психолого-педагогічна потреба подання навчального матеріалу .....	13
1.2. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики як педагогічна проблема .....	23
1.3. Сутність і структура візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики .....	49
Висновки до розділу 1 .....	69
РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ .....	71
МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ .....	71
2.1. Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики .....	71
2.2. Методологічні засади формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики.....	78
2.3. Законодавчий базис обґрунтування концепції формування візуально- інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики .....	104
Висновки до розділу 2 .....	112
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО- ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ.....	114
3.1. Аналіз шляхів формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.....	114
3.2. Модель формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти .....	128
Висновки до розділу 3 .....	144

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ.....	147
4.1. Спецкурси з формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики .....	147
4.2. Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики .....	165
4.3. Технологія впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес .....	215
4.4. Ефективні форми організації навчання для формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики .....	220
Висновки до розділу 4.....	232
ВИСНОВКИ .....	233
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	237
ДОДАТКИ.....	277

## ВСТУП

Сучасна молодь живе у візуально наповненому світі, в якому постійно зустрічається з утворенням нових сенсів і знань візуальними засобами. Збільшується візуальна складова всіх сфер життя людини, що призводить до зміни способу сприйняття інформації. У сучасному світі відбувається «візуальний поворот» (R. Rorty), що прийшов на зміну «лінгвістичному повороту» і який проявляється у зростанні ролі образності в повсякденному житті людини. Повсюдне використання інформаційних технологій та візуалізованого контенту так вплинуло на підростаюче покоління, що наразі більш затребуваними стають візуальні образи, а технології візуалізації стають провідними у освітньому процесі.

Навички роботи з візуальними матеріалами (пошук, сприйняття, розпізнавання, аналіз, інтерпретація, оцінка, представлення, створення власних візуальних образів) стають необхідною складовою освіти ХХІ століття. З іншого боку, це обумовлює запит суспільства на таку підготовку вчителя, який би оперуючи візуальними образами, створеними на основі сучасних інформаційних засобів, був готовий сформувати адекватну інформаційну картину світу в молодого покоління, яке в розвиненому інформаційному суспільстві має орієнтуватися не лише у комп'ютерних засобах соціального спрямування, а й критично оцінювати інформаційний контент, бути спроможним знайти, інтерпретувати та узагальнювати інформацію, за потреби представляти її суб'єктивний і об'єктивний аналіз, створювати нову для подальшого її застосування чи вирішення професійних завдань. Іншими словами, затребуваними для сучасного вчителя стають навички візуалізації та якісного візуального та одночасно інформаційного наповнення освітньої діяльності.

Водночас освітяни часто стикаються з проблемами відсутності готової якісної візуальної підтримки навчального матеріалу, несформованістю у майбутніх учителів умінь якісно візуалізувати поняття та їх властивості для забезпечення інтенсифікації навчального процесу, обумовленої скороченням навчальних годин і постійними змінами у вимогах до навчальних досягнень учнів. У 2015 році Американською федерацією вчителів (American Federation of Teacher, AFT) було проведено дослідження, присвячене стресовим факторам серед учителів ('Why Are Teachers So Stressed?'), у якому прийняло участь більше ніж 30 000 викладачів [488]. З'ясувалося, що серед найбільш гнітючих чинників першу позицію займає брак належної професійної підготовки (71%), що є результатом упровадження нових ініціатив у освіті.

За результатами бесід з учителями математики та інформатики під час

проведення майстер-класів, науково-практичних конференцій «Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ», «Наукова діяльність як шлях формування професійних компетентностей майбутнього фахівця (НПК)», фізико-математичного фестивалю, які щорічно проводяться на базі фізико-математичного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка, нами встановлено наступне:

- більшість вчителів не використовують у своїй професійній діяльності засоби комп'ютерної візуалізації через недостатню обізнаність з наявним програмним забезпеченням, через нерозуміння доцільності впровадження таких засобів у освітній процес, оскільки вбачають їх використання лише на рівні простої підміни традиційних засобів навчання;

- вчителі, які використовують когнітивно-візуальні моделі у освітньому процесі, користуються або готовими шаблонами, знайденими в мережі Інтернет, або орієнтуються на готові приклади, частково модифікуючи їх та адаптуючи під власні педагогічні цілі;

- лише одиниці з опитаних вчителів створюють власні когнітивно-візуальні моделі та використовують широкий функціонал засобів комп'ютерної візуалізації.

Це змусило нас зробити висновок про неналежний рівень сформованості візуально-інформаційної культури у основного контингенту вчителів математики та інформатики, в той час як потреба у високому рівні такої культури нагальна.

Аналіз шкільних програм показує, що значна частина навчального часу відводиться на вивчення математики. При цьому одночасно зростає роль інформаційних технологій, вивчення інформатики передбачається з другого класу. А тому у відповідь на запити суспільства (економічний розвиток країни, діджиталізацію усіх сфер суспільства, потреби в інтелектуальних навичках опрацювання даних тощо) особливої уваги потребує підготовка вчителів математики та інформатики.

В той же час, аналізуючи результати професійної підготовки вчителів математики та інформатики, можна відзначити зниження показників у результатах навчання фундаментальних дисциплін предметної підготовки, таких як «Лінійна алгебра», «Теорія чисел», «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Проективна геометрія», «Дискретна математика» тощо. Пояснюємо це наступними причинами:

- 1) непрестижність професії учителя обумовлює недостатню кількість заяв абітурієнтів і низький поріг вступу у балах ЗНО;

2) слабкий рівень підготовки основної маси вступників на спеціальності «Середня освіта. Математика» та «Середня освіта. Інформатика» веде до витрати часу на «підтягування» абітурієнтів, а інколи й до зниження вимог до рівня їхньої підготовки в університеті;

3) високий ступінь формалізації і абстрактності фундаментальних математичних дисциплін.

На підтвердження перших двох причин наведемо результати зовнішнього незалежного оцінювання з математики за 2017-2019 роки (таблиця) [293, с. 213].

Таблиця

**Показники ЗНО з математики по Україні (2016-2019 р.р.)**

Роки	2016	2017	2018	2019
Кількість зареєстрованих на ЗНО з математики	132 165 (57,71%)	113 133 (47%)	112 023 (33,37%)	174 640 (49,32%)
Відсоток учнів, що набрали більше 190 балів	7,82%	8,98%	9,08%	9,11%
Відсоток учнів, що не подолали поріг	12,69%	14,09%	15,02%	17,7%
Середній бал за шкалою 100-200 балів	140,87	142,88	143,58	144,38

Результати свідчать, що рівень математичної підготовки майбутніх студентів не високий, відсоток учнів, які не подолали поріг «склав – не склав», зростає. Кількість учнів, які вибирають ЗНО з математики зростає, але на цьому фоні у процентному відношенні спадає якість.

«Процеси інформатизації освіти супроводжуватимуться посиленням вимог до відбору для педагогічної та науково-педагогічної діяльності кращих представників суспільства, конкурентоспроможної якості їх підготовки, фахової мотивації та кар'єрного утримання. Це потребуватиме створення відповідних умов фахової діяльності, соціальної захищеності і престижності, публічної підтримки, конкурентоспроможної оплати праці» [344, с.170].

Усвідомлення цього на державному рівні підтримується відповідними нормативними документами та державними програмами, які регламентують: питання освіти (Закон України «Про освіту»; Закон України «Про вищу освіту»; Державна національна програма «Освіта» («Україна XXI століття»); Національна доктрина розвитку освіти; Концептуальні засади розвитку педагогічної освіти України та її інтеграції в Європейський освітній простір; Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року»; Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної

середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року; Концепція розвитку неперервної педагогічної освіти; Проект «Дорожня карта освітньої реформи (2015-2025)»; Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA); питання підвищення якості математичної освіти (Державна програма «Забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних та технологічних дисциплін», Європейська стратегія «Цифровий порядок денний для Європи» до 2020 року; Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та план заходів щодо її реалізації).

Аналіз наукових напрацювань у контексті візуалізації навчання математики та інформатики й відповідній підготовці вчителя математики та інформатики виявив такі напрями досліджень:

- психолого-педагогічний – нейрофізіологічні основи теорії зорового сприйняття (Р. Арнхейм, П. Гальперін, В. Крутецький), теоретико-практичні аспекти візуального мислення (Л. Занков, В. Зінченко, Н. Манько, О. Набока, О. Пескова, С. Сергєєв, В. Шаталов), теоретико-методичні засади когнітивної візуалізації в навчанні математики (В. Резник, В. Далінгер та ін.);

- інформатико-математичний – фундаментальні ідеї та оцінки тенденцій і перспектив сучасної інформатико-математичної освіти (В. Биков, Л. Гризун, М. Жалдак, М. Ковтонюк, М. Лапчик, Н. Морзе, М. Працьовитий, Ю. Триус, С. Семеріков), застосування ІТ у професійній освіті (М. Жалдак, І. Роберт, О. Самойленко та ін.);

- теоретико-методичний – теорія підготовки вчителя в умовах інформатизації освіти (Ю. Горошко, С. Раков, Ю. Рамський, С. Сапожніков, М. Солдатенко, О. В. Співаковський, С. Харченко та ін.), теоретичні засади формування професійної та інформаційної культури вчителів (Л. Гаврілова, В. Монахов, В. Прошкін, Ю. Рамський, В. Стрельников), концептуальні дослідження в галузі теорії і методики навчання математики (В. Далінгер, Г. Дорофєєв, Т. Коростіянець, Г. Михалін, В. Моторіна, С. Семенець, С. Скворцова, Н. А. Тарасенкова та ін.), фундаментальні дослідження щодо підготовки учителів інформатики (Б. Ю. Биков, Т. А. Вакалюк, Н. В. Морзе, С. О. Семеріков, О. М. Спирін та ін.).

Поряд з істотними теоретико-методичними напрацюваннями в галузі підготовки вчителів математики та інформатики, нами зафіксована фрагментарність напрацювань щодо питань формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, а тому вважаємо її актуальною.

Нами зафіксовано низку наявних *суперечностей*:

– між появою феномену «візуальна культура» особистості в умовах «візуального повороту» суспільства та обмеженістю теоретичних і практичних напрацювань про його сутність і структуру;

– між запитом суспільства на високваліфікованих фахівців, здатних працювати з інформацією у візуальній і графічній формі, та відсутністю освітніх практик, зорієнтованих на формування візуально-інформаційної культури такого фахівця, які б нівелювали зазначену розбіжність;

– між рівнем культури сприйняття інформації студентами, майбутніми вчителями математики та інформатики (представниками покоління Z), та рівнем культури подання інформації викладачами, представниками іншого покоління;

– між доступністю і надлишком інформації в інформаційному суспільстві та недостатньо високим рівнем візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики, яка відбивається у його уміннях критично оцінювати, піддавати аналізу та подавати у візуальній формі навчальний матеріал;

– запитом суспільства на високий рівень візуальної культури вчителів математики та інформатики і реальним рівнем сформованості у них візуальних, графічних та інформаційних знань, умінь і навичок після опанування професії вчителя математики та інформатики;

– між необхідністю формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики і відсутністю відповідної організаційно-педагогічної моделі такого формування;

– необхідністю впровадження ефективних систем формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики і недостатнім їх методичним супроводом;

– між переважно візуальним способом сприйняття молоддю інформації та недостатньою зорієнтованістю професійної підготовки вчителя математики використовувати візуальні способи подання навчального матеріалу;

– між візуальним нелінійним, кліповим стилем мислення сучасної молоді і загальноприйнятим декларативним, часто лінійним стилем подання навчальної інформації викладачами;

– між постійним розвитком інформаційних засобів і технологій та недостатньою підготовкою вчителя математики до професійної діяльності у високоавтоматизованому інформаційному суспільстві.

Теоретична і практична значущість зафіксованих суперечностей і необхідність їх вирішення зумовили вибір проблеми дослідження, яка

полягає у пошуку теоретичних і практичних засад формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Робота складається зі вступу, чотирьох розділів та висновків.

У першому розділі монографії обґрунтовано теоретичні засади візуалізації як психолого-педагогічної потреби подання навчального матеріалу, обґрунтовано психолого-педагогічні засади візуального сприйняття навчальної інформації; уточнено зміст понять «візуалізація», «візуальне мислення», «візуальна грамотність», «графічна грамотність», «інформаційна грамотність»; «візуальна компетентність», «графічна компетентність», «інформаційна компетентність»; «візуальна культура», «графічна культура», «інформаційна культура»; уточнено сутність і структуру візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

У другому розділі обґрунтовано концептуальні та нормативно-правові засади формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики; позицію, що формування такої культури буде ефективним, якщо воно базуватиметься на системному, компетентнісному, акмеологічному, синергетичному, інтегрованому, когнітивно-візуальному, праксеологічному та BYOD підходах і визначатиметься специфічними принципами технологічності, орієнтації на інформаційні технології, використання міжпредметних зв'язків, студентоцентризму та виваженим поєднанням інформатико-математичної, педагогічної й інформаційної підготовки.

У третьому розділі на основі аналізу філософської, психолого-педагогічної, науково-методичної літератури визначено стан розробленості проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти; теоретично обґрунтовано та розроблено структурно-функціональну модель формування такої культури.

У четвертому розділі обґрунтовано, що досягти високого рівня сформованості візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики можливо, якщо забезпечити цілісність і системність зазначеного процесу, практичними засадами якого будуть опора на індивідуальні освітні траєкторії, раціональне та виважене використання спеціалізованого програмного забезпечення у галузі математики. Детально описано засоби, форми та технології формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти, серед яких провідне місце посідають авторські спецкурси,

використання інтерактивних аплетів, доповненої реальності, когнітивно-візуальної графіки та ін.

Автор висловлює подяку науковому редактору монографії – доктору педагогічних наук, професору Семеніхіній Олені Володимирівні за конструктивні зауваження та пропозиції щодо структурування і змісту роботи; рецензентам: доктору педагогічних наук, професору Набоці О. Г., доктору педагогічних наук, професору Петрук В. А., доктору педагогічних наук, професору Стрельникову В. Ю. за виявлений інтерес, критичний аналіз та доречні поради і пропозиції, урахування яких сприяло вдосконаленню змісту роботи.

Напрацьований матеріал може бути використаний у науково-методичному супроводі окремих інформатико-математичних курсів і спецкурсів, зокрема, при складанні навчальних програм, силабусів, матеріалів лекцій, лабораторних занять, матеріалів для контролю знань, завдань для самостійної роботи та виконання індивідуально-дослідницьких завдань.

Зазначені матеріали можуть бути використані в системі професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики, системи неперервної післядипломної освіти педагогічних працівників, у навчанні нормативних і варіативних дисциплін та спецкурсів інформатико-математичного спрямування, удосконаленні тематики кваліфікаційних (бакалаврських, магістерських) робіт.

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ**

- ЕП – електронні підручники
- ЗВО – заклади вищої освіти
- ЗКВ – засоби комп'ютерної візуалізації
- ЗЗСО – заклади загальної середньої освіти
- ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології
- ІТ – інформаційні технології
- КОСНМ – комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики
- ПДМ – програми динамічної математики
- ПЗ – програмне забезпечення
- ПЗПС – програмне забезпечення предметного спрямування
- СКМ – системи комп'ютерної математики
- ЦТ – цифрові технології

# РОЗДІЛ 1

## ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНА КУЛЬТУРА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ КРІЗЬ ПРИЗМУ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

### *1.1. Візуалізація як психолого-педагогічна потреба подання навчального матеріалу*

Сучасні учні та студенти живуть у візуально наповненому світі, вони постійно зустрічаються з утворенням нових сенсів і знань візуальними засобами. Збільшується візуальна складова всіх сфер життя людини: побутової, соціальної, естетичної та інших, що призводить до зміни способу сприйняття інформації. У сучасному світі відбувається «візуальний поворот», що прийшов на зміну «лінгвістичному повороту» і який проявляється у зростанні ролі візуальних образів у повсякденному житті людини і в загостренні теоретичного інтересу науковців до візуальної складової соціальної реальності [490]. В. В. Савчук вважає, що «ми оніміли перед образом, ми спілкуємося образами, ми, нарешті, мислимо образами, втрачається лінгвістичний характер реальності» [351].

Потреба у формуванні навичок роботи з візуальними матеріалами (пошук, інтерпретація, оцінка, створення тощо) стає необхідною складовою освіти ХХІ ст. С. В. Аранова наголошує, що у зв'язку з тим, що останнім часом візуалізація стає однією з найпопулярніших форм представлення інформації, виникає понятійний дисонанс. «В різних варіаціях та значеннях при представленні навчальної інформації використовуються терміни «наочність», «візуалізація» для опису досить схожих явищ чи навчальних дій, в результаті такого «різнобою» втрачається цілісність навчального процесу» [13]. Тому важливо розібратися із термінологічним полем, із змістом кожної з цих категорій та їх співвідношеннями.

*Наочність.* Зміст поняття наочності змінився з часів його виникнення. В. Д. Шадріков вважає, що «зараз наочність розглядається не тільки на конкретному, але і на абстрактному рівні, і в процесі діяльності, але єдиного підходу до поняття наочність немає, означення наочного навчання не дається, немає характеристики складових його компонентів, недостатньо досліджена специфіка наочного навчання математики» [302, с. 213].

Автор вважає, що у науковій та методичній літературі наочність розглядається як деякий об'єкт (засіб наочності), деяка властивість (наочність предметів, явищ, мислення), певна діяльність людини (сприйняття засобів наочності, їх використання).

У педагогіці наочність розуміють як один з основних принципів

дидактики, відповідно до якого навчання базується на конкретних образах, що безпосередньо сприймаються суб'єктами навчання [99].

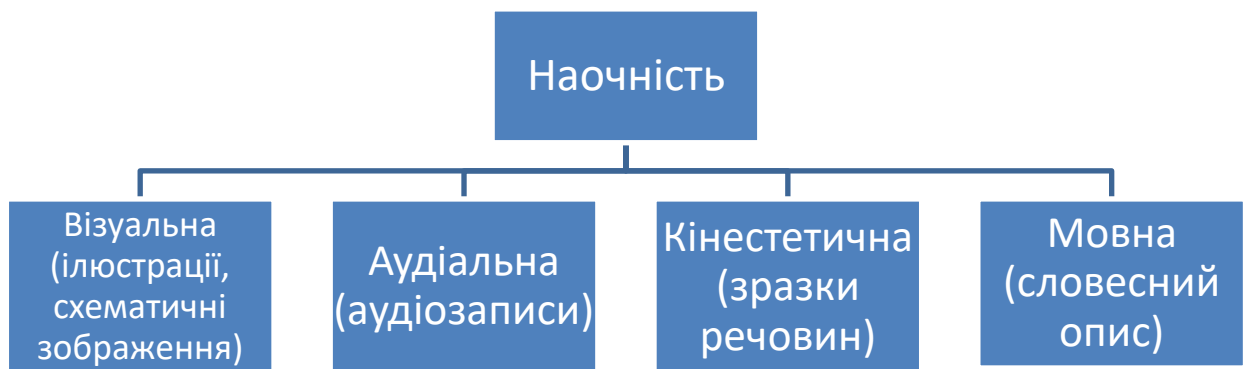
Е. Г. Мінгазов відмічає, що наочність не є вузько дидактичною категорією, а має загально гносеологічне значення. Він розрізняє два ступені наочності: конкретну – це наочність на рівні явища, вона полягає у живому спогляданні реальних об'єктів; абстрактну – наочність, притаманна не реальному об'єкту, а логічному знанню, і характеризує його форму через його визначальні особливості [239].

С. І. Архангельський розглядає наочність як «перехід у навчанні від конкретного до абстрактного, від реального до уявного, від ознак і уявлень до понять і визначень» [17].

Л. М. Фрідман вважає, що «наочність – це особлива властивість психічних образів, які створюються у процесах сприйняття, пам'яті, мислення й уяви при пізнанні об'єктів навколишнього світу. Самі ж по собі об'єкти (предмети або явища) не мають властивості наочності. Але коли психічний образ якогось предмета або явища є для нас наочним, то ми вважаємо, що й відповідний цьому образу предмет або явище стає наочним. Тому можна говорити, що той або інший предмет, явище, подія наочні, маючи на увазі, що для нас є наочними образи цих об'єктів» [412, с. 59]. Зовнішньою умовою створення наочного образу є пізнавальна діяльність, спрямована на створення наочного образу об'єкта. За Л. М. Фрідманом наочність – це розуміння і активність [там само, с.66].

В. Г. Болтянский пропонує наступне трактування поняття наочності. «Формула наочності – ізоморфізм плюс простота». Невід'ємними ознаками наочності він вважає правильне ізоморфне відображення істотних рис явища і простоту сприйняття. Автор пояснює, що поняття простоти не є постійним, воно залежить від індивідуальних і вікових особливостей людини, від рівня його знань і умінь, від його життєвого досвіду: для однієї людини дана модель може бути наочною, а для іншої – ні. Це залежить від простоти моделі [50].

Наочність не обов'язково пов'язувати з візуальним сприйняттям об'єкту. Ян Амос Коменський розумів принцип наочності як відображення необхідності залучення всіх органів чуття людини для сприйняття предмету навчання, тобто у процесі утворення психічного образу беруть участь усі органи чуттів людини. Цієї ж думки дотримується і Ю. К. Бабанський [22, с. 172], а тому розрізняють візуальну (ілюстрації, схематичні зображення), аудіальну (аудіозаписи), кінестетичну (зразки речовин) і мовну (словесний опис) наочності (рис.1.1).



**Рис. 1.1. Види наочності**

Наочність класифікують залежно від функцій чи способу сприйняття:

- натуральна, образотворча, символна [82];
- за градацією прийомів діяльності, що відображає способи моделювання – оперативна, формалізована, структурна, фоновна, дистрибутивна, спадкоєва (Т. П. Карпова, Я. І. Смірнов) [163];
- по відношенню до тексту підручника – провідна, рівнозначна, обслуговуюча (В. О. Далингер, С. Д. Симонженков) [106, с.30] (рис.1.2).



**Рис.1.2. Види наочності**

А. П. Усольцев та Т. М. Шамало [407] пропонують уточнити функції наочності та суть принципу наочності в умовах інтенсивного розвитку інформаційних технологій. Однією з найголовніших функцій наочності автори відзначають формування компонентів розумової діяльності на основі образів, розвиток вмінь оперувати образами і залучати їх у більш складні

структури мислення. Особливість образів у тому, що вони динамічні, тобто можуть трансформуватись у образи різного ступеня схематичності, синтезуватися у складні образи, що супроводжується «ущільненням» інформації, і це є необхідним для продуктивного мислення.

Отже, *наочність ототожнюють з будь-яким образом навчального об'єкта у свідомості суб'єкта навчання*. Це може бути не лише деяке зображення, яке характеризує навчальний об'єкт, а і деяке психічне утворення, яке виникає у свідомості індивіда при згадці про навчальний об'єкт.

*Візуалізація*. Теоретичними основами візуалізації навчальної інформації займалися С. В. Аранова, В. Давидов, П. Ерднієв, Л. В. Занков [137], В. Зінченко, Г. Лаврентьєв, Н. Н. Манько [229], Н. Пескова та інші.

У словнику сучасної української мови візуалізація трактується як процес «одержання видимого зображення яких-небудь предметів, явищ, процесів, недоступних для безпосереднього спостереження» [66].

Більшість дослідників трактує візуалізацію як будь-який спосіб забезпечення унаочнення реальності, оскільки термін «візуалізація» походить від латинського *visualis* – той, що сприймається очима, наочний.

У таких педагогічних концепціях як теорія схем (Р. Андерсон, Ф. Бартлетт), теорія фреймів (Ч. Фолкер, М. Мінський) під візуалізацією розуміють винесення у процесі пізнавальної діяльності з внутрішнього плану на зовнішній мислеобразів, форма яких стихійно визначається механізмом асоціативної проекції [229].

Стівен Фью вказує, що візуалізація даних – це графічне відображення абстрактної інформації, яке має за мету аналіз даних та комунікацію. Він наголошує на тому, що «важливі історії живуть в наших даних, і візуалізація даних є потужним засобом, щоб виявити і зрозуміти ці історії, а потім представити їх іншим» [466].

Колін Во, цитуючи «Оксфордський словник англійської мови», наголошує, що до недавнього часу термін візуалізації означав побудову у свідомості візуального образу. У даний час цей термін означає дещо більше – графічне представлення даних і концепцій. Колін Во стверджує, що «від внутрішньої конструкції розуму візуалізація стала зовнішнім артефактом для підтримки прийняття рішень» [502].

О. В. Семеніхіна вважає, що означення, які зустрічаються у науковій літературі різняться родовим поняттям. Одні автори вважають, що візуалізація – це готове представлення числової та текстової інформації у вигляді графіків, діаграм, структурних схем, таблиць тощо. Інші автори вважають, що візуалізація – це процес представлення даних через

зображення з метою максимальної зручності їх розуміння, надання видимої форми об'єкту, процесу тощо [358].

Н. В. Бровка зазначає, що «візуалізація має розумітися ширше, ніж просто можливість зорового сприйняття, оскільки, впливаючи на органи чуття учня, вона забезпечує формування більш цілісного уявлення про поняття, що сприяє більш міцному засвоєнню навчального матеріалу і одночасно розвиває емоційно-ціннісне відношення до отриманих знань» [54].

А. А. Вербицький дотримується іншого підходу до означення візуалізації. Дослідник описує процес візуалізації як «згортання розумових змістів у наочний образ; будучи сприйнятим, образ може бути розгорнутий і служити опорою адекватних розумових і практичних дій» [67].

У своєму дослідженні ми відходимо від позиції визначення візуалізації через наочність, де візуалізація виконує лише ілюстративну функцію, і розглядаємо візуалізацію, як вплив на психолого-фізіологічні процеси, які відбуваються при наочному сприйнятті: при візуалізації у людини виникають асоціативні проєкції та зв'язки, які обумовлюють краще сприйняття та засвоєння навчального матеріалу.

Наочність припускає значну довільність у встановленні зв'язків між навчальним матеріалом і образом, який може бути надлишковим або незрозумілим, тоді як основою візуалізації є свідоме і цілеспрямоване використання навчальних «гештальтів», спеціально розроблених і організованих для стимулювання сприйняття навчального матеріалу і роботи мислення з ним [330].

Порівнюючи принципи наочності і візуалізації, В. М. Маслов відзначає, що словосполучення «читати креслення» пов'язане з принципом наочності. З опорою на принцип візуалізації креслення потрібно не «читати», а «бачити» [233].

Наочність – це демонстрація вже готового образу предметів, процесів чи явищ, а візуалізація – це активна діяльність суб'єкта у процесі створення і відчуження мислеобраза, що залучає психологічні процеси відображення [403]. Тому візуалізацію не слід ототожнювати із наочністю, вона має більш складну структуру, оскільки включає в себе і систему дій із створення (конструювання) образу предметів чи явищ, які вивчаються.

С. В. Аранова під графічною візуалізацією інформації розуміє перетворення наукового чи навчального тексту у наочний ряд, найбільш зручний для зорового сприйняття [12].

Деякі дослідники розрізняють «візуалізацію інформації» та «візуалізацію знань». Так, В. В. Магалашвілі та В. Н. Бодров під візуалізацією інформації розуміють використання комп'ютерних засобів для

графічного представлення абстрактних даних, а під візуалізацію знань – набір графічних елементів і зв'язків між ними, що використовується для передачі знань від експерта до людини і розкриває причини і мету цих зв'язків у контексті знання, що передається [225]. З приводу розведення понять «візуалізація інформації» та «візуалізація знань» А. В. Філер наголошує, що «знання можна трактувати як осмислену інформацію, яка готова до продуктивного застосування» і в своєму дисертаційному дослідженні використовує термін «візуалізація навчальної інформації» [410].

У статті [508] акцентується увага на тому, що візуалізація – це не стільки кінцевий результат, скільки засіб, який веде до розуміння. На прикладі візуалізації в математиці автори наголошують на тому, що це процес формування образу (чи в уяві, чи за допомогою олівця та паперу, чи за допомогою інформаційних технологій) і ефективно його використання для математичного відкриття та розуміння.

Подібної думки дотримується О. В. Семеніхіна, яка вважає, що «у тлумаченні терміну «візуалізація» можна говорити про однаковість думок у сприйнятті деякого об'єкту через зір, тобто через наочний образ. Але разом з тим походження терміну від англійського visualization як похідної від дії вимагає дії. Тому візуалізацію варто сприймати як процес унаочнення навчального матеріалу, що вимагає не тільки відтворення зорового образу, а й процес його конструювання» [358].

Л. Трафі-Прац вважає, що першочерговим педагогічним завданням є корекція взаємодії з візуальними образами, а саме, вихід суб'єкта навчання з позицій „візуального користувача” в позицію „творця візуальності” [500].

*Отже, під візуалізацією будемо розуміти процес унаочнення навчального матеріалу, що вимагає не тільки відтворення зорового образу, а й процес його конструювання.*

Сьогодні активно використовується термін «когнітивна візуалізація», який підкреслює пізнавальну властивість візуалізації [392; 183; 168]. Когнітивний (від лат. *cognitio* – сприйняття, пізнання) – той, що відноситься до пізнання, до функцій мозку, які забезпечують формування понять, оперування ними і отримання вивідних знань.

Л. А. Колмакова когнітивну візуалізацію трактує як створення графічних навчальних елементів (моделей, схем), які сприяють вдосконаленню навчальнопізнавальної діяльності [179].

Н. В. Житеньова під поняттям «когнітивна візуалізація» розуміє подання навчальної інформації, яке враховує відповідну технологію щодо її створення або обробки з метою активізації та інтенсифікації когнітивних процесів та підтримки продуктивної діяльності особистості [132].

Тому *когнітивна візуалізація* – це візуалізація, яка поряд з ілюстративною функцією сприяє інтелектуальному процесу отримання нових знань [71], тобто це візуалізація, яка породжує знання.

Поряд з візуалізацією науковці досліджують феномен візуального мислення.

*Візуальне мислення.* Вивченню особливостей візуального мислення присвячені роботи Р. Арнхейма, В. О. Далінгера [105], В. П. Зінченко [142], Н. А. Резнік [331; 330]. Дослідження проблеми візуального мислення потрібно обов'язково розглядати у контексті когнітивної психології (Дж. Андерсон, Д. Мецлер, Р. Шепард, С. Чіпман, У. Чейз, Х. Саймон, В. Андельсон, А. Пайвіо, М. Фарах, К. Хаймонд, А. Джосен, С. Рід та інші).

Р. Арнхейм під візуальним мисленням розуміє мислення за допомогою візуальних операцій [15].

В. П. Зінченко трактує візуальне мислення як діяльність, яка продукує нові образи, нові візуальні форми з певним змістовим навантаженням [142]. Але при такому тлумаченні терміну прослідковується певна тотожність образного і візуального мислення. Ми стоїмо на позиції, що більш істинною є позиція авторів, які вважають, що візуальне мислення є видом образного, яке не збігається з ним (Н. В. Бровка, Н. О. Резнік, В. О. Далінгер, О. О. Князева, А. Н. Чінін, М. А. Чошанов та інші). Говорячи про візуальне мислення, мається на увазі лише зоровий канал надходження інформації.

С. М. Симоненко зазначає, що візуальне мислення – це найвищий рівень розвитку наочних видів мисленнєвої діяльності, її продуктивний вид, що має складну інтегровану структуру і відображає зв'язки й відношення об'єктивної реальності за допомогою різних форм візуального кодування на метавербальному рівні. Змістом цього рівня наочно-мисленнєвої діяльності є трансформація різних проблемних ситуацій у структурі нових знань, створення образів-концептів. Образ-концепт – це пізнавальна структура, організація якої є результатом інтеграції двох різноякісних форм відтворення інформації – візуальної та вербальної через візуальну, в якій інформація подається шляхом створення моделей, схем тощо. Їх матеріальними носіями можуть бути моделі, графіки, схеми, які є «результатом візуального метамоделювання на різних рівнях відображення реальності: від конкретних речей до вищих рівнів абстрагування дійсності» [373].

О. В. Іванюта характеризує візуальне мислення як самостійний вид продуктивної мисленнєвої діяльності, що відображає зв'язки й відношення об'єктивної реальності засобами візуального кодування й відповідає найвищому рівню розвитку наочних форм мисленнєвої діяльності [151].

Дослідники зазначають і про когнітивну властивість візуалізації

навчального матеріалу, тому дослідження проблеми візуального мислення потрібно обов'язково розглядати у контексті когнітивної психології (Дж. Андерсон, Д. Мецлер, Р. Шепард, С. Чіпман, У. Чейз, Х. Саймон, В. Андельсон, А. Пайвіо, С. Кослін, М. Фарах, К. Хаймонд, А. Джосен, С. Рід та інші). Виявляється, що при залученні у освітній процес візуалізація не лише сприяє в організації аналітико-розумової діяльності, особливо на етапі сприйняття і опрацювання інформації, але дає змістовні знання, здійснюючи значний вплив на глибину усвідомлення сприйняття і розуміння певного матеріалу.

Основною функцією візуального мислення, на думку психологів (Р. Арнхейм, С. М. Симоненко, О. В. Іванюта, О. М. Грек), є його здатність впорядковувати значення образів. Р. Арнхейм вважає, що одну інформацію про предмет не вдасться безпосередньо передати, аж доки цей предмет не буде представлений у структурно зрозумілій формі. С. М. Симоненко наголошує, що завдяки візуально-мисленнєвій діяльності стає можливим здійснити переклад з однієї мови представлення інформації на іншу, осмислити зв'язки й відносини між її об'єктами. Д. Роем підкреслює, що головна мета візуального мислення – зробити складне зрозумілим, перетворивши його на візуальний образ [349].

С. М. Симоненко виділяє наступні візуально-мисленнєві операції: «візуальне порівняння; спроможність до візуального диференціювання та інтегрування елементів структури; здатність до виділення значимих елементів візуальної структури; встановлення візуальних аналогій; візуальне перегрупування; візуальний синтез; візуальний аналіз; здатність до узагальненого «бачення» одразу всієї трансформованої структури – наочне узагальнення; візуальне абстрагування» [374].

Дослідження психологів підтверджують, що «сприйняття не є результатом простої поточної передачі зображення з рецепторів у мозок». При сприйнятті деякої картини людина групує одні її частини з іншими так, що вся картина загалом сприймається як щось певним чином організоване. Аналогічно цьому, будь-яка навчальна інформація, що містить наочність, komponує у свідомості учнів знайомі навчальні елементи і ті, що підлягають засвоєнню, в єдиний візуальний образ. Як зазначав Р. Арнхейм, «сприйняття і мислення потребують одне одного, їх функції взаємно доповнюються: сприйняття без мислення було б даремне, мисленню без сприйняття не було б над чим міркувати» [15].

Сприймаючи існування візуального мислення як незаперечний факт, автор погоджується із думкою, що візуалізації притаманна когнітивність. Так, О. В. Семеніхіна підкреслює, що включена у пізнавальний процес

візуалізація не тільки «допомагає» тому, хто навчається в організації аналітико-розумової діяльності, особливо на етапі сприйняття і переробки інформації, що вивчається, а й пропонує змістовні знання, здійснюючи значний вплив на глибину усвідомлення сприйняття і розуміння у спеціальний спосіб поданого математичного об'єкта [358].

Отже, наочність – це демонстрація вже готового образу предметів, процесів чи явищ, а візуалізація – це процес унаочнення навчального матеріалу, що вимагає не тільки відтворення зорового образу, а й процес його конструювання.

Визначимо ключові поняття нашого дослідження, які містять терміноелемент «візуалізація» чи «візуальний».

*Засоби комп'ютерної візуалізації.* Н. М. Білошапка під засобами комп'ютерної візуалізації розуміє «комп'ютерні програми, в яких розробниками передбачені можливості візуального представлення на екрані комп'ютера абстрактних математичних об'єктів або процесів, їх моделей в компактній формі (при необхідності в різних ракурсах), в деталях (з можливістю демонстрації внутрішніх взаємозв'язків складових частин, в тому числі прихованих в реальному світі) і, що особливо важливо, в розвитку (в тимчасовому і просторовому русі)» [45].

Д. С. Безуглий, А. О. Юрченко, О. М. Удовиченко означають засоби комп'ютерної візуалізації як «програмні засоби, технічні можливості і функціонал яких спрямовані на створення зображень, анімацій, презентацій або відеофайлів, які несуть у собі смислове візуальне навантаження, з подальшою можливістю демонстрації, перенесення на інші носії, розповсюдження у мережі та хмарних сховищах». Іншими словами, це такі комп'ютерні програми, які дозволяють створювати різного роду візуалізований контент [29].

У цьому контексті Л. І. Білоусова та Н. В. Житеньова вводять термін «інструменти візуалізації». Під інструментами візуалізації вони розуміють інструменти створення цифрових дидактичних візуальних засобів, які можуть бути програмними або хмарними. Дослідниці пропонують класифікацію онлайн-інструментів візуалізації за педагогічною метою їх застосування у навчальному процесі, виділяючи шість категорій зазначених інструментів за характером педагогічних завдань, для вирішення яких вони застосовуються: інструменти для створення візуального супроводу викладу навчального матеріалу; інструменти для стиснення, систематизації та структурування навчального матеріалу; інструменти для створення дидактичних ігор; інструменти для моделювання; інструменти для створення спільного діяльнісного простору для учнів і вчителя; інструменти для

реалізації оперативного зворотного зв'язку. У рамках зазначених категорій інструменти згруповано за видами кінцевого продукту – дидактичного засобу, розробленого на засадах використання технологій візуалізації [43].

О. В. Семеніхіна звертає увагу на засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань, під якими розуміє «віртуальні середовища, де розробниками передбачено інструменти створення й візуального подання математичних об'єктів та можливість їх інтерактивного перетворення для унаочнення певних характеристик, вивчення властивостей, установлення співвідношень тощо». [358]

*У нашому дослідженні засоби комп'ютерної візуалізації означаємо як віртуальні середовища, де розробниками передбачено інструменти візуального представлення об'єктів, створення їх моделей, які несуть у собі смислове візуальне навантаження, та можливість їх інтерактивного перетворення для унаочнення певних характеристик, вивчення властивостей, установлення співвідношень тощо.*

*Когнітивно-візуальна модель.* Під моделлю (від лат. *modulus* – міра, зразок, норма) варто розуміти такий матеріальний або уявний об'єкт, який у процесі пізнання (вивчення) заміщує об'єкт-оригінал, зберігаючи деякі важливі для даного дослідження його типові риси [64].

З. С. Белова під візуальною моделлю розуміє теоретично подану або матеріальну конструкцію, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна заміщувати його так, що її вивчення дає суб'єкту нову інформацію про досліджуваний об'єкт. Візуальна модель унаочнює будову, впорядкованість, структуру теоретичного знання, показує причинно-наслідкові зв'язки, залежності, протиріччя [30].

С. В. Аранова вводить поняття візуально-інформаційної моделі і вважає, що це не просто схематичний виклад матеріалу, це елемент комунікації, це текст, поданий зрозумілою для всіх мовою з дотриманням критеріїв, які встановлені залежно від педагогічної мети та можливостей реципієнта [12].

*Ми розуміємо когнітивно-візуальну модель як пізнавальну структуру (конструкцію), яка несе у собі смислове візуальне навантаження, здатна заміщувати об'єкт, зберігаючи його характеристики, властивості, співвідношення, та набуває статусу повноцінної інформаційної одиниці.*

*Когнітивно-візуальні технології.* Термін «технологія візуалізації» вперше був запропонований Г. В. Лаврентьєвим, Н. Б. Лаврентьєвою, Н. А. Неудахіною. Дослідники тлумачать технологію візуалізації як систему, що складається з комплексу навчальних знань; візуальних способів їх подання; візуально-технічних засобів передачі інформації; набору психологічних прийомів використання і розвитку візуального мислення в

процесі навчання [206].

О. А. Кондратенко вважає, що когнітивно-візуальна технологія – це система візуальних засобів, форм, методів зорового перетворення навчального змісту, спрямованих на підвищення ефективності роботи з навчальною інформацією шляхом активізації візуального каналу сприйняття [184].

На думку С. П. Терещенко та І. В. Гафіатуліна технологія візуалізації складається з методичних прийомів включення у навчальний процес візуальних моделей; систематичного використання у навчальному процесі візуальних моделей одного виду або їх поєднань; навчання слухачів прийомам раціональної обробки інформації та її когнітивно-графічного уявлення [397].

Н. В. Житеньова наводить власне визначення поняття «технологія візуалізації», під якою розуміє створення авторських цифрових дидактичних візуальних засобів засобами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та їх використання в освітньому процесі [132].

Найбільш точно поняттю технології як способу взаємодії суб'єктів освітньої діяльності, яка передбачає чітку алгоритмічну послідовність дій і гарантує одержання кінцевого результату, відповідає тлумачення, запропоноване Т. В. Шоріною, яка під технологією візуалізації розуміє цілеспрямований процес і гарантований результат упорядкування специфічної для вищої школи навчальної інформації в наочне, образне уявлення на базі інформаційних освітніх ресурсів [441].

*Уточнимо дане означення і у нашому дослідженні когнітивно-візуальну технологію будемо тлумачити як цілеспрямований процес взаємодії суб'єктів освітньої діяльності, яка передбачає чітку послідовність дій і гарантований результат представлення навчального контенту у вигляді когнітивно-візуальних моделей, створених засобами комп'ютерної візуалізації, та впровадження їх у освітній процес.*

## ***1.2. Формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики як педагогічна проблема***

В умовах розвитку інформаційного суспільства і поширення візуальних форм подання різного роду інформації формується нова культура сприйняття як реакція на розширення і різнобарв'я інформаційних потоків [31]. На зміну «лінгвістичному повороту» приходять «візуальний поворот», що характеризується посиленням візуальної комунікації [490, с. 5]. Збільшення візуальної складової у всіх сферах життя людини призводить до зміни

сприйняття інформації. Така зміна характеризується здатністю швидко реагувати на різні змістові фрагменти, формати даних, їх обсяг, тяжінням до образних (візуальних) каналів подання інформації, і поряд з цим, непристосованістю молоді до сприйняття лінійного та однорідного інформаційного контенту. Іконічні знаки набувають статусу самостійного існування, а їх візуальна оболонка не потребує вербального пояснення. Такий процес призводить до відторгнення людиною вербального, людина у суспільстві перебуває у стані окуляроцентризму (Мартін Джей [478], де візуальній інформації надається перевага. Сучасна культура є візуальноцентрованою. Вона тою чи іншою мірою витісняє текстову і призводить до того, що людина починає мислити інакше.

З іншого боку, інформатизація стає необхідною складовою освіти ХХІ століття. Сучасні здобувачі освіти постійно знаходяться у світі, сповненому суперечностей:

- між експоненційним зростанням обсягів інформації та обмеженістю можливостей у опануванні необхідних їм професійних знань;
- між доступністю і надлишком інформації та необхідністю вміння орієнтуватися в ній і критично її оцінювати;
- між накопиченим значним інформаційним потенціалом та неможливістю ним скористатися через фізичні й технічні обмеження;
- між зростаючим потенціалом інформаційної техніки і технологій та недостатньою підготовкою до нових умов життя і професійної діяльності у високоавтоматизованому інформаційному суспільстві.

Це впливає і на освітні процеси, де інтенсивно оновлюється поняттєво-термінологічний апарат. Багато новоутворених термінів ще не отримали загальноживаних дефініцій, не мають сталої типології, однак уводяться до активного обігу у педагогіці. Науковці майже завжди у своїх дослідженнях пропонують авторські варіанти формулювань як фундаментальних понять, так і новоутворених термінів. У зв'язку з тим, що візуалізація стає однією з найпопулярніших форм представлення навчальної інформації, починає формуватися словник «візуальної» освіти, який містить такі категорії як «графічна грамотність», «візуальна грамотність», «графічна компетентність», «візуальна компетентність», «графічна культура», «інтелектуально-графічна культура», «візуальна культура». До того ж терміни групи «грамотність», «компетентність», «культура» також розглядають і в акцентах характеристики «інформаційна».

У науковій та методичній літературі спостерігається понятійний дисонанс: науковці майже завжди у своїх дослідженнях пропонують авторські варіанти формулювання понять, які не завжди аргументовані й

узгоджуються, та дотримуються їх різного ієрархічного впорядкування. Саме такою є ситуація, яка склалася стосовно понять «грамотність», «компетентність» та «культура». Так, наприклад, В. А. Ребриня, досліджуючи поняття, які використовуються у сфері цифрових технологій, стверджує, що «цифрова культура» – це синонім «цифрової грамотності» [329]. Л. Г. Гаврілова та Я. В. Топольник вважають, що поняття «цифрова компетентність» порівняно з дефініціями «цифрової культури» та «цифрової грамотності» є значно ширшим і більш загальним [78]. О. М. Джеджула, аналізуючи співвідношення між поняттями «графічна компетентність» і «графічна культура», наголошує на тому, що «графічна культура» є більш широким поняттям, ніж «графічна компетентність» [111].

Ю. В. Антонова вважає поняття «інформаційна культура» ширшим за поняття «інформаційна компетенція», однак стверджує, що на відміну від багатозначного поняття «грамотність» термін «компетентність» має більш вузький зміст [10]. Н. А. Бабієва однією із сходинок досягнення високого рівня інформаційної культури називає інформаційну компетентність [23]. М. І. Царьова, хоча і відзначає, що концепція інформаційної культури особистості значно ширше, ніж концепція інформаційної грамотності, проте інформаційну культуру особистості називає головним, провідним показником інформаційної компетентності фахівця [421]. О. С. Пшенична наголошує на аналогічності понять «інформаційна культура» та «інформативна компетентність» [317].

І це лише поодинокі приклади понятійного дисонансу, який спостерігається у науковій та методичній літературі. Однією з перших на неузгодженість понять у галузі інформатизації освіти звернула увагу Н. І. Гендина ще у 20013 році [88].

Зазначимо, що поняття «грамотність», «компетентність» та «культура» – це поняття різних рівнів. У своєму дослідженні будемо дотримуватись структурного ланцюга результативності освіти, запропонованого Б. С. Гершунським: «грамотність» – «компетентність» – «культура» – «менталітет» [89]. У Гершунського це етапи деякого неперервного процесу становлення особистості і компоненти результативності освіти. Це ієрархічні етапи сходження людини до все більш високих освітніх результатів. Культура мислиться як вищий ступінь прояву людської освіченості, як вищий прояв грамотності та компетентності, як ціннісно-змістовий рівень освіти.

*Графічна і візуальна грамотність.* Родовим поняттям понять «графічна грамотність» та «візуальна грамотність» є поняття «грамотність», яке стало предметом дослідження філологів, філософів, психологів, педагогів тощо. Розпочнемо термінологічний аналіз саме з нього.

Аналіз науково-методичної літератури показав, що поняття «грамотність» може розглядатися в різних ракурсах. По-перше, в низці досліджень «грамотність» мислиться як «певний ступінь володіння навичками читання і письма» [51]. Можна зустріти трактування поняття «грамотність» як сукупності знань про закони і правила рідної мови в поєднанні з твердими навичками користування ними в усній і письмовій мові [295] або як вміння викладати свої думки відповідно до норм літературної мови (граматичних, стилістичних, орфоепічних тощо) [222].

Грамотність поліструктурна і у сучасному розумінні – це вже не просто вміння читати, писати та рахувати. Грамотна людина – це, перш за все людина, підготовлена до подальшого збагачення і розвитку свого освітнього потенціалу [89]. Отже, більш ширше «грамотність» розуміється як системна здатність людини виконувати нескладні предметні дії або як рівень знань, освоєння яких дозволяє людині вести повноцінну діяльність в даному суспільстві [252]. Подібним чином, С. І. Ожегов визначає людину грамотною, якщо вона володіє необхідними знаннями, відомостями в деякій галузі [265].

У 60-х роках ХХ століття починається поступовий перегляд і переосмислення поняття «грамотність» у міжнародній освітній практиці. Зміни в суспільному житті змушують відійти від традиційного елементарного розуміння грамотності і призводять до значного розширення досліджуваного поняття «грамотність» [413]. З'являється поняття «функціональна грамотність». Вперше дане поняття зустрічається в документах ЮНЕСКО в кінці 60-х років ХХ століття. Функціональна грамотність – це здатність людини вступати в стосунки із зовнішнім середовищем і максимально швидко адаптуватися і функціонувати в ній. Функціональна грамотність є атомарний рівень знань, умінь і навичок, що забезпечує нормальне функціонування особистості в системі соціальних відносин, який вважається мінімально необхідним для здійснення життєдіяльності особистості в конкретному культурному середовищі [386].

А. А. Леонтьєв в одній зі своїх робіт дав наступне визначення функціональної грамотності: «Якщо формальна грамотність – це володіння навичками і вміннями техніки читання, то функціональна грамотність – це здатність людини вільно використовувати ці навички для добування інформації з реального тексту – для його розуміння, стиснення, трансформації» [214].

Н. К. Дюшеева мислить функціональну грамотність як сукупність професійних і комунікативних знань, умінь, навичок самоосвітньої діяльності, здібностей володіння інформаційними технологіями і особистісних якостей фахівця, які дозволять йому досягти професійних

результатів у професійній діяльності [122].

С. А. Тангян конкретизує окремі аспекти і пропонує вважати функціональною грамотністю рівень знань і умінь, який підвищується в міру розвитку суспільства, зокрема, вміння читати і писати, необхідне для повноправної і ефективної участі в економічному, політичному, цивільному, громадському та культурному житті свого суспільства і своєї країни, для сприяння її прогресу і для власного розвитку [394].

Підсумувавши різні трактування поняття «грамотність», сформулюємо наше бачення цієї категорії. *Грамотність – повноцінне володіння людиною знаннями, вміннями в деякій галузі і використання їх для досягнення результатів у професійній діяльності.* Зауважимо, що вид грамотності визначається відповідним видом діяльності.

*Графічна грамотність.* С. М. Ганєєв трактує графічну грамотність суб'єктів навчання через сукупність умінь створювати і читати різні графічні зображення, переходити від об'єктів і процесів різного роду до їх графічних зображень і від графічних зображень до об'єктів і процесів [81].

Подібної думки дотримується і А. Амірбекова, яка стверджує, що графічна грамотність може бути представлена як вміння читати різні графічні зображення (креслення, схеми, малюнки, графіки, таблиці тощо), вміння їх будувати за допомогою різних креслярських інструментів, а також від руки і на око, вміння акуратно, раціонально оформляти записи, моделювати і конструювати графічні ситуації [5].

Для М. В. Лагунової графічна грамотність є первинною сходинкою формування графічної культури і представляє сукупність знань елементарних закономірностей теорії зображень та способів їх пізнання, заснованих на загальній геометричній освіті, практичних навичок оформлення зображень і роботи з необхідним креслярським інструментом [208].

Визначаючи сутність поняття як «автоматизований спосіб диференціювання і перекодування звуків (фонем) мови у відповідні букви, накреслення їх на папері і в той же час усвідомлення відтворювальних буквених комплексів (слів)», Н. Г. Агаркова обмежується лише вузьким його розумінням [2].

П. І. Совертков пов'язує поняття графічної грамотності із візуалізацією інформації. Дослідник вбачає в графічній грамотності здатність оперувати поняттями, пов'язаними з візуалізацією інформації, вміння точно і швидко передавати інформацію за допомогою графічних засобів [382].

Узагальнюючи зазначені трактування поняття «графічна грамотність», ми будемо дотримуватися наступного. *Графічна грамотність у вузькому розумінні – показник сформованості навичок письма, автоматизований*

*спосіб перекодування звукової форми слова в графічну при безпосередньому відтворенні її на папері. Графічна грамотність у широкому розумінні – це інтегративне особистісне утворення, що включає взаємопов'язані елементарні знання теорії зображень та вміння читати та створювати різні графічні зображення за допомогою певних графічних засобів.*

Що ж стосується предметного спрямування науково-педагогічних досліджень, пов'язаних із формуванням графічної грамотності, то це здебільшого дослідження в галузі навчання молодших школярів (у вузькому розумінні), учнів середньої та старшої школи на уроках геометрії та креслення, студентів технічних закладів вищої освіти (у широкому розумінні).

*Візуальна грамотність.* Візуальна грамотність (англ. visual literacy) – це категорія, яка характеризує здатність до розвитку навичок користування візуальною інформацією [41]. Концепція «візуальної грамотності» виникла наприкінці 60-х років ХХ століття у США. В її основу було покладено положення про важливість для людини візуального сприйняття у процесі пізнання світу. Поняття «візуальна грамотність» розглядається разом з процесом комунікації між об'єктом та суб'єктом сприйняття, як взаємодія елементів зорового образу з суб'єктами сприйняття і як вміння суб'єкта адекватно сприймати і продукувати зорові образи.

Комунікація – це процес обміну інформацією, але цей процес двосторонній, чим він і відрізняється від процесу інформування. Ключовим завданням процесу комунікації є не тільки формулювання чіткого візуального повідомлення, а й переконання у тому, яке саме повідомлення дійшло до реципієнта і що саме він зрозумів.

Дж. Дебес у 1969 році відніс візуальну грамотність до числа здібностей, які людина може розвивати за допомогою зору одночасно з іншими почуттями. В процесі навчання у суб'єктів формуються базові візуальні уміння: від формування елементарних актів зорового сприйняття до досягнення розуміння і вміння реалізувати візуальне вираження ідеї [462]. Дж. Дебес розглядав зорове сприйняття як чуттєвий досвід. Подібної точки зору притримувався і Л. С. Виготський.

Наразі термін «візуальна грамотність» є багатозначним. На сайті Асоціації візуальної грамотності (International Visual Literacy Association (IVLA)) зазначено: «Майже кожен дослідник пропонує власне розуміння цього явища». М. Варлигіна вважає, що «об'єднує різноманіття поглядів така базисна засада: зустріч із візуальним контентом відбувається на двох рівнях: перший – безпосереднє сприйняття зображення, воно сприймається миттєво й цілісно, на відміну від тексту, який розгортається лінійно, задає темп і

напрямок думці; другий рівень – це сприйняття контексту зображення і інтерпретація побаченого залежить від того, який контекст суб'єкт здатний створити навколо» [63]. Тобто візуальний образ і те, який зміст буде донесено до суб'єкта навчання через цей образ, залежить від багатьох факторів: від рівня знань суб'єкта навчання, від його досвіду та навичок роботи з візуальними моделями, від його особистісних характеристик, включаючи спосіб сприйняття інформації, тип мислення тощо, і врешті решт від рівня сформованості візуально-інформаційної культури.

Надалі у рамках досліджень, що проводили американські вчені, були запропоновані інші означення, в яких ключовими є навички розуміння візуальних об'єктів, за допомогою яких відбувається спілкування з іншими. Л. Аусбен визначає візуальну грамотність як набір навичок, які дозволяють індивідууму зрозуміти візуальні продукти і використовувати їх для спілкування з іншими [455]. Б. Сіле вважає, що візуальна грамотність – це здібність точно інтерпретувати та створювати візуальні повідомлення [492]. Подібні означення дають Р. Браден та Дж. Хортін [458], Д. Консідін [461]. Л. Лесі визначає візуальну грамотність як здібність розпізнавати візуальну інформацію, аналізувати, оцінювати і структурувати її [475]. Отже, у дослідженнях американських вчених червоною ниткою проступає комунікативна складова візуальної грамотності.

В дослідженнях європейських науковців (К. Лобінгер, М. Мюллер, Ст. Гайзе, К.Хеке) у центрі уваги знаходяться певні аспекти візуальної комунікації, яка включає процес передачі інформації зоровими каналами і визначається як вид міжособистісної невербальної комунікації. Візуальну грамотність вони трактують як здібність і готовність свідомо сприймати візуальні образи і візуальну інформацію, здійснювати критичну її оцінку, усвідомлено і раціонально її використовувати і творчо опрацьовувати з метою міжособистісної комунікації.

Сучасна молодь належить до так званого покоління Z. Представники покоління Z мають переважно візуальний тип сприйняття інформації та мислення. Вони з ранніх років постійно перебувають у візуальному середовищі. На думку М. Мініган, у представників покоління Z рано формується візуальна грамотність, що дозволяє молодому поколінню з легкістю дешифрувати зміст графічної інформації, символічних виразів навіть за відсутності текстового супроводу [481]. Для порівняння, попередні покоління традиційно орієнтуються на текст як на первинне джерело інформації, а візуальні дані сприймають як супровід.

У вітчизняній практиці дослідження візуальної грамотності виділяють її морально-естетичну складову і завдання, пов'язані з формуванням

індивідуального естетичного досвіду як форми самовираження особистості. Н. І. Гендіна закликає відходити від вузького розуміння візуальної грамотності як основи образотворчого мистецтва і розглядати її в якості «здатності людини розуміти, аналізувати, створювати і використовувати різні зображення, зорові образи з метою розвитку критичного мислення, навичок ефективної комунікації та прийняття рішень» [86]. Цього ж визначення дотримуються і С. Федоренко [408]. та Г. В. Ільїна [154].

Г. В. Ільїна наголошує на тому, що в наш час бути «візуально грамотним» недостатньо, оскільки наслідки впливу «візуального» та наша некритична віра у все, що ми бачимо, занадто вагомі. Недостатньо просто розуміти зміст інформації, поданої візуально, конвертувати цю інформацію у мислення за допомогою мови. Сучасній людині потрібен «візуальний інтелект». Якщо, за Г. В. Ільїною, візуальна грамотність – це вірне розуміння смислів візуальної інформації, то візуальний інтелект – це високий рівень оперування візуальною логікою у процесі роботи із образами та зображеннями, а візуальне мислення – це мислення за допомогою візуальних операцій [155].

На думку Д. Н. Монахова візуальна грамотність – це вміння інтерпретувати, використовувати, виокремлювати зміст з інформації, яка представлена графічно [246]. Дослідник детально описує, що повинна вміти візуально грамотна людина: розуміти основні елементи графічного дизайну, техніки і медіа; розуміти абстрактні і символічні образи; передавати і трансформувати інформацію, що знаходиться в графічному зображенні; володіти сучасним інструментарієм візуалізації; використовувати методи обробки та інтерпретації комплексної соціальної інформації для вирішення завдань, в тому числі тих, що знаходяться за межами сфери професійної діяльності; креативно візуально мислити [247].

Ю. А. Аверкін стверджує, що візуальна грамотність має у своїй основі три процеси: 1) вивчення психологічних процесів, що приймають участь у процесі візуального сприйняття; 2) використання технологій створення візуальних повідомлень; 3) вивчення інтелектуальних методів, що дозволяють інтерпретувати та розуміти візуальну інформацію [1].

Н. І. Кальницька впевнена, що візуальна грамотність – це сукупність знань, умінь та особистісних якостей, необхідних для активної, самостійної діяльності, пов'язаної з процесом сприйняття, перетворення і передачі інформації засобами графіки [161].

В. С. Безрукова вважає, що візуальна грамотність – це зорова грамотність або грамотність спостерігача [28].

Що ж стосується предметного спрямування досліджень, пов'язаних із

візуальною грамотністю, то це дослідження в області фотографії, мистецтва, графічного дизайну, медіасфері.

Узагальнюючи інтерпретації і підходи різних науковців, будемо дотримуватися наступного тлумачення візуальної грамотності. *Візуальна грамотність – це вміння розпізнавати, аналізувати, інтерпретувати, створювати і використовувати візуальну інформацію в процесі комунікації.*

З метою експлікації різниці між поняттями графічної та візуальної грамотності «спустимосся» до експлікації різниці між поняттями графічної та візуальної інформації, оскільки в обох випадках йдеться про вміння виконувати певні дії з інформацією, графічною чи візуальною. За такої класифікації поняття «інформація» в основу покладено різні ознаки: візуальна інформація (за способом сприйняття) – це та, що сприймається органами зору, а графічна інформація (за формою представлення) – це інформація у вигляді зображень, таблиць, схем, графіків тощо. До того ж поняття візуальної грамотності містить певні аспекти комунікації між об'єктом та суб'єктом сприйняття.

*Графічна та візуальна компетентність.* В українській освіті набирає обертів компетентнісна парадигма, у тому числі завдяки психологічним особливостям молодого покоління, що живе в умовах цифрового, комп'ютерно-орієнтованого, віртуального середовища і відрізняється від інших поколінь активним візуальним сприйняттям світу. Із переходом на нову парадигму відбувається оновлення поняттєво-термінологічного апарату освіти. З'являються такі терміни як «компетенція» та «компетентність», а також більш вузькі терміни конкретних професійних компетентностей, зокрема, «графічна компетентність» і «візуальна компетентність».

Спільною основою понять «графічна компетентність», «візуальна компетентність» є поняття «компетентність». Тому почнемо термінологічний аналіз саме з нього.

За [99] компетентність – володіння знаннями, що дають змогу розмірковувати про що-небудь компетентно, висловлювати вагоме, авторитетне судження.

Компетентність – це володіння знаннями, здатність приймати рішення й нести відповідальність за їх реалізацію у різних галузях людської діяльності. Поняття компетентності передбачає сукупність якостей людини (фізичних та інтелектуальних), а також властивостей, необхідних людині для самостійного й ефективного виходу з різних життєвих ситуацій, для того щоб створити комфортні умови для себе у взаємодії з іншими [190].

У [141] поняття «компетентність» розуміється як набута характеристика особистості, зокрема, як здатність приймати самостійні рішення та діяти,

спираючись на отримані нею знання і досвід; поняття, що є ближчим до «знаю, як», аніж «знаю, що».

У своїх працях М. Головань [96] наводить таке тлумачення цього поняття: компетентність – це оцінка досягнення (або не досягнення) певної норми. Компетенція – це певна норма, досягнення якої може свідчити про можливість правильного вирішення якого-небудь завдання.

Характерною рисою компетентності вважається контекстуальність, тобто неможливість її відриву від контексту діяльності, оскільки вона пов'язана із останньою [495].

Дж. Равен визначає компетентність, як спеціальну здатність, необхідну для виконання конкретної дії в конкретній предметній галузі, що містить вузькоспеціальні знання, особливого роду предметні навички, способи мислення, а також розуміння відповідальності за власні дії [319, с. 152].

Компетентність – еталон досвіду дій, знань, умінь і навичок, творчості, на яких встановлюється суспільство [164]. С. Е Шишов поняття компетентність визначає через поняття здатності: «Компетентність – це загальна здатність, яка ґрунтується на знаннях, досвіді, цінностях, нахилах, які набуваються завдяки навчанню» [439, с.20]. С. Е. Шишов та І. Г. Агапов під компетентністю розуміють «здатність і готовність особистості до діяльності, що ґрунтується на знаннях і досвіді, набутих завдяки навчанню, орієнтованих на самостійну участь особистості в навчально-пізнавальному процесі, а також спрямованих на успішне використання в майбутній трудовій діяльності» [440, с. 60].

Ми погоджуємось, що в освіті поняття компетентності виникло як розуміння того, що компетентність випускника закладу освіти слід поставити як задачу і як обов'язок освіти. Компетентність повинна забезпечити йому можливість самореалізації у суспільстві, а також сприяти розвитку гуманізму, демократії, становлення та поглиблення громадського суспільства. Тому А. В. Хуторской [420, с.60] пропонує компетентність визначати як сукупність взаємопов'язаних якостей особистості (знань, умінь, навичок, способів діяльності), що задаються по відношенню до певного кола предметів і процесів, і необхідних для якісної продуктивної діяльності по відношенню до них. Поняття «компетентність» ширше за поняття «знання, уміння, навички», воно включає їх.

Відповідно до [136] компетентність – динамічна комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність суб'єкта успішно соціалізуватися і здійснювати навчальну діяльність.

Поняття компетентності не зводиться тільки до знань і навичок, а

належить до сфери складних умінь і якостей особистості. Компетентність включає не тільки знання і особистісні якості суб'єкта навчання, а і готовність їх застосовувати на практиці. Іншими словами, основна відмінність грамотності від компетентності в тому, що грамотна людина знає і розуміє, а компетентна може ефективно використовувати знання при вирішенні проблем.

*Отже, компетентність тлумачимо як здатність особистості до деякої діяльності, що базується на знаннях, уміннях та навичках, набутих у процесі навчання, та готовність застосовувати їх на практиці.*

На жаль, в деяких публікаціях автори ототожнюють поняття «грамотність», зокрема, «функціональну грамотність» та «компетентність». Дійсно, поняття «функціональна грамотність» розглядається в проблемному полі компетентнісного підходу [413]. Рівень функціональної грамотності в рамках компетентнісного підходу відображає сформованість умінь діяти за усталеними в суспільстві нормами, правилами, інструкціями, характеризується здатністю вирішувати стандартні і нестандартні життєві завдання, пов'язані з реалізацією соціальних функцій людини. Але А. В. Хуторской зазначає, з чим ми погоджуємося, що поняття функціональної грамотності не збігається з поняттям компетентності. «Компетентність завжди орієнтована на отримання конкретного результату – продукту, потрібного людині та соціуму. А функціональна грамотність – на володіння інструментарієм універсальних видів діяльності людини незалежно від галузі їх застосувань [420].

*Графічна компетентність.* Визначимо як у єдину категорію пов'язуються поняття «графічний» і «компетентність».

Зазначимо, що «графічний» з давньогрецької «graphikos» перекладається як нарисний, той, що представлений кресленням, графіком чи рисунком.

В наукових дослідженнях графічна компетентність розглядається у контексті підготовки майбутніх технічних фахівців, майбутніх інженерів-педагогів, майбутніх вчителів технології, майбутніх фахівців з комп'ютерних наук тощо.

К. А. Вольхін та К. М. Лейбов розглядають графічну компетентність у контексті інженерно-графічної освіти. У їх розумінні графічна компетентність – це здатність представляти і сприймати графічну інформацію, вміння працювати з інструментами, які дозволяють формувати пакет креслярсько-конструкторських документів і правильно сприймати технічну інформацію [75]. Але така дефініція швидше визначає функціональну грамотність, ніж компетентність, оскільки у такому тлумаченні вона спрямована на оволодіння інструментарієм роботи з

графічною інформацією.

Наступні дослідники також формулюють означення «компетентності», що по суті збігається з означенням «грамотності».

Ю. Ю. Козак вважає, що графічна компетентність – це «сукупність базових графічних знань та умінь, а також емоційної інтелігентності, помножених на креативність у сукупності з самовдосконаленням (розвитком)» [173]. Авторка визначила структуру графічної компетентності: графічно-технічна складова (володіння фундаментальними практичними знаннями у визначеній сфері виробництва) та графічно-педагогічна складова (сприйняття та аналіз технічної інформації; узагальнення, структурування і систематизація педагогічної інформації; подання у графічній формі текстової інформації; організація всіх етапів навчальної діяльності за допомогою відповідних технологій).

Додатково роз'яснимо зміст понять «графічні знання, вміння та навички», як невід'ємної складової графічної культури. Графічне знання – це результат сприйняття, усвідомлення й узагальнення геометричних, креслярсько-графічних та інших понять, елементів графічної мови у процесі навчально-пізнавальної та виробничо-практичної діяльності людини, що є достатньою теоретичною основою для успішного розв'язання графічних задач [259]. На основі графічних знань формуються графічні вміння. Оскільки загалом вміння передбачає екстеріоризацію – втілення знань у фізичну дію, то графічні вміння – це свідоме володіння системою практичних дій, необхідних для цілеспрямованої графічної діяльності. При цьому система практичних дій передбачає відбір необхідних знань, виділення суттєвих властивостей, практичне перетворення (застосування) знань, контроль і коригування результатів діяльності та ін. Уміння, що передбачає усвідомлене виконання дії, може перерости у навичку, яка характеризується частковою «автоматизованістю» виконання і регуляції дії. Графічні навички – це вдосконалені вміння графічної діяльності, що реалізуються на рівні несвідомого контролю й забезпечують досягнення найкращого результату з найменшим розумовим напруженням.

Г. В. Ханов та Н. В. Федотова [415] дають означення графічної компетентності, яке орієнтоване на отримання конкретного результату і яке включає готовність застосовувати знання і вміння суб'єкта навчання на практиці. Так, до поняття «графічної компетентності» майбутнього технічного фахівця дослідники відносять сукупність кваліфікаційних та професійно-особистісних орієнтирів свідомості і поведінки, які забезпечують готовність застосовувати знання, вміння та особистісні якості для успішного геометричного й інтеграційного моделювання, а також графічного

представлення інженерних об'єктів.

Г. Ю. Чемерис та К. П. Осадча трактують графічну компетентність майбутніх бакалаврів комп'ютерних наук, як інтегративну властивість, що включає вміння здійснювати якісну організацію та проектування програмних засобів, професійно використовувати сучасні комп'ютерні графічні технології під час проектування інтерфейсу розроблюваного програмного засобу, знаходити оптимальні технології досягнення кращого результату з урахуванням ергономічних вимог кінцевої аудиторії, тобто користувачів засобу чи споживачів продукту.

Хоча графічна компетентність, на їх думку, не передбачає, що майбутній бакалавр з комп'ютерних наук володіє повним спектром знань в усіх аспектах художньо-мистецької діяльності, загальне розуміння їх застосування та осмислення базових концепцій, таких, як наприклад, композиція, є абсолютно необхідною умовою професіоналізму, адже проектування інтерфейсу розробленого програмного забезпечення є важливою складовою проектною діяльністю та відіграє важливу роль під час розробки програмного забезпечення [425].

Т. О. Оліференко та В. В. Шевченко вважають, що під графічною компетентністю слід розуміти здатність (зокрема учителя технологій) виконувати проектну діяльність у межах предметного поля освітньої галузі «Технології». Вона повинна також відображати здатність учителя прогнозувати, планувати і коригувати свої дії, будувати процес діяльності в образах, а потім вже втілювати його в реальні дії чи процеси проектною діяльності [267, с.183].

С. Коваленко, розглядаючи питання формування графічних компетентностей майбутніх інженерів-будівельників, зазначає, що це «властивість, яка входить до складу професійно важливих якостей особистості і детермінована глибокими і міцними знаннями та навичками в галузі графічних навчальних предметів; уміннями їх застосування у виробничих ситуаціях; позитивним практичним досвідом розв'язання професійно орієнтованих графічних задач» [170, с. 191].

Отже, всі зазначені тлумачення поняття «графічна компетентність» мають певні «нашарування», специфічні риси певної сфери діяльності чи підготовки фахівців конкретного профілю, в контексті якої розглядаються. Це вважається нам неприйнятним з огляду на загальність феномену «графічна грамотність» для людини. А тому нам найбільше імпонує означення, яке абстраговане від конкретної сфери діяльності і яке було запропоновано П. Г. Буяновим: «графічна компетентність – важлива властивість особистості, рівень усвідомленого використання графічних

знань, умінь і навичок, що спираються на знання функціональних і конструктивних особливостей технічних об'єктів, досвід графічної професійно-орієнтованої діяльності, вільну орієнтацію в середовищі графічних інформаційних технологій» [59, с. 174].

Узагальнюючи інтерпретації та підходи до визначення графічної компетентності, наведемо власне тлумачення цього терміну: *графічна компетентність – це здатність особистості до діяльності, що базується на графічних знаннях, уміннях та навичках, а також готовність застосовувати їх у професійній діяльності.*

*Візуальна компетентність.* Опишемо підходи до тлумачення поняття «візуальна компетентність». У перекладі з латинської «visualis» зоровий, видимий, той, який спостерігається безпосередньо оком.

У наукових дослідженнях візуальна компетентність розглядається у контексті конкретної підготовки в руслі таких напрямів як екологія, педагогіка, інформатика, дизайн.

Г. В. Ільїна вважає, що бути візуально компетентним означає розуміти та осмислювати інформацію, подану через зображення, в просторі яких формується нове знання і нове мислення [155]. Але таке означення більш характерне для візуальної грамотності.

Л. Г. Масімова в якості структурних елементів візуальної компетентності виділяє: уміння перевести візуальний образ на вербальну мову, уміння створити на основі зображення вербальний текст; розуміння символічної природи візуального образу; уміння трактувати змістове навантаження композиції; уміння розробляти комунікативні ідеї; уміння створювати власну візуальну інформацію; уміння мотивувати доцільність форми подання інформації [232].

За О. В. Тройніковою візуальна компетентність – це здатність і готовність усвідомлено сприймати візуальну інформацію в різних медіа джерелах, критично осмислювати і оцінювати, використовувати творчий підхід у створенні візуальних образів і усвідомлено використовувати їх в практиці міжкультурної взаємодії в якості медіатора культур [402].

О. А. Кондратенко під візуальною компетентністю вчителя технології та економіки розуміє різновид професійної компетентності, яка дозволяє на високому рівні відбирати, аналізувати навчальну інформацію, перетворювати її візуальними засобами, «переводити» вербальні сигнали у візуальну форму, ефективно передавати візуальні повідомлення і обмінюватися ними з іншими суб'єктами навчальної взаємодії [185].

Якщо в поданих означеннях фрази «створення власної візуальної інформації», «усвідомлено використовувати їх в практиці міжкультурної

взаємодії в якості медіатора культур», «ефективно передавати візуальні повідомлення і обмінюватися ними з іншими суб'єктами навчальної взаємодії» вважати як готовність використовувати набуті знання і вміння у своїй професійній діяльності, то дані означення повною мірою відображають зміст поняття «візуальна компетентність».

Нам найбільше імпонує означення, запропоноване А. Г. Рапуто, який під візуальною компетентністю розуміє інтегративну властивість особистості, в основі якої лежить сукупність теоретичних знань в області візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій, а також готовність застосовувати ці знання і технології в професійній діяльності [326].

*Отже, візуальна компетентність – це інтегративна здатність особистості, в основі якої лежить сукупність теоретичних знань, умінь та навичок у галузі візуалізації інформації, а також готовність застосовувати їх у професійній діяльності.*

*Графічна і візуальна культура.* Поняття «культура» в сучасній науковій літературі має надзвичайно велике число тлумачень. Вивчаючи різні сторони і прояви культури, дослідники часто по-різному визначають саме поняття, причому ці розбіжності існують не тільки у представників окремих наук, а й у філософів. А. І. Арнольдов [14] відзначає, що в даний час в науковий обіг введено понад 250 різних дефініцій поняття «культура».

Поняття «культура» (від латинського «cultura» – обробка) вживається, як правило, в значенні обробки, землеробства. Ще Цицерон говорить про те, що розум необхідно обробляти також, як селянин обробляє землю. «Обробка розуму», удосконалення власного духу є істинне покликання вільної людини [423]. За Цицероном культура – це ступінь досконалості, досягнутий в оволодінні тією або іншою галуззю знань або діяльності.

Філософське розуміння культури наступне: культура є все створене людиною, «штучне середовище», що служить задоволенню різноманітних потреб людини і його розвитку. У культурі виражається «міра оволодіння людиною силами природи, суспільними відносинами, своєю власною природою» [127]. У Новій філософській енциклопедії культура тлумачиться як «система надбіологічних програм людської життєдіяльності, що історично розвивається (діяльності, поведінки і спілкування) і забезпечує відтворення і зміни соціального життя в усіх його основних проявах» [262, с.341].

У словнику іноземних слів значення культури трактується як «ступінь суспільного і розумового розвитку, властивий будь-кому» [447]. У слов'янських мовах слово «освіта» широко вживалося як синонім «культури» [216].

У Тлумачному словнику В. Даля [107] культура трактується як «обробка

і догляд, обробка; утворення розумове і моральне».

У соціологічному енциклопедичному словнику культура (від лат. cultura – оброблення, виховання, освіта, розвиток, шанування) трактується, як: 1) сукупність матеріальних і духовних цінностей, що виражає певний рівень історичного розвитку даного суспільства та людини; 2) сфера духовної життєдіяльності суспільства, що охоплює систему освіти, виховання, духовної творчості; 3) рівень оволодіння тією або іншою галуззю знань або життєдіяльності; 4) форми соціальної поведінки людини, що зумовлені рівнем її виховання та освіти [385, с.151].

У словнику з культурології культура розуміється як «історично визначений рівень розвитку суспільства, творчих сил і здібностей людини, виражений у типах і формах організації життя та діяльності людей, в їхніх взаємовідносинах, а також у створюваних ними матеріальних і духовних цінностях» При цьому культура «включає в себе предметні результати діяльності людей, а також людські сили і здібності, реалізовані в діяльності (знання, уміння, навички, рівень інтелекту, морального й естетичного розвитку, світогляд, способи і форми спілкування людей)» [204, с. 450].

Психологічна енциклопедія розглядає культуру в широкому розумінні як «усе те, що створене, зроблене людиною, на що вона наклала відбиток своєї діяльності» [315, с.174].

В Українському педагогічному словнику культура (від лат. cultura – виховання, освіта, розвиток) – це сукупність практичних, матеріальних і духовних надбань суспільства, які відображають історично досягнутий рівень розвитку суспільства й людини і втілюються в результатах продуктивної діяльності» [99, с.182].

Але існують і інші трактування поняття «культура», наприклад, культура як сукупність досягнень суспільства в галузі освіти, мистецтва, науки та інших галузях духовного життя; вміння використовувати історично накопичені знання і практичний досвід для підкорення сил природи, для зростання виробництва.

Л. Н. Коган відзначає, що не будь-яка людська діяльність розвиває і збагачує культуру, а лише та, в результаті якої утворюються нові зразки й цінності матеріального і духовного життя, в результаті якої розвивається і змінюється сама людина [171].

Як вважає педагог В. О. Куріна, культура є процесом людської діяльності, що опредмечується в її результатах. При цьому мається на увазі не вся діяльність людей, а лише творча діяльність, спрямована на перетворення світу і природи, суспільних відносин і самої людини. Дійсно, будь-яка культура передбачає діяльність суспільну або індивідуальну, але не

всіляку діяльність можна трактувати як культурну, а лише той спосіб діяльності, що передбачає наявність позитивних перетворень в економічній, соціальній, духовній сферах суспільства [205, с. 25].

Отже, культура сприймається науковцями як особлива сфера і форма діяльності, що має свій зміст і свою структуру, а разом з тим впливає на різні сфери буття. Вона формує духовний світ суспільства і людини, забезпечує суспільство в цілому диференційованою системою знань та орієнтацій, необхідних для здійснення всіх видів діяльності, що існують в суспільстві, у тому числі педагогічної.

З антропологічної точки зору (Е. Тейлор) культуру розуміють як характеристику людської особистості, як якість, що насамперед властива індивіду, а потім суспільству. У працях грузинської філософсько-психологічної школи поняття «культура» взагалі й особистісної, зокрема, піднято до статусу категорії (З. Какабадзе, М. Мамардашвілі, М. Чавчавадзе). Л. М. Калініна вважає, що «важливе значення в цьому контексті мають наукові пошуки сучасної школи київських філософів, які розглядають культуру не тільки як форму пізнання, а й як спосіб побудови життя людини з урахуванням досвіду минулих поколінь, але передусім як спосіб людського буття через онтологічний підхід і стосунки однієї людини з іншими людьми (В. Андрущенко, Є. Бистрицький, М. Гордієнко, В. Іванов, А. Канарський, С. Кримський, Л. Левчук, І. Мазепа, В. Малахов)» [160]. Антропологічна школа вивчення культури висунула проблему співвідношення культури та психології особистості. Дослідниця стверджує, що «традиційне для 60-70-х років ХХ ст. уявлення про культуру як сукупність створених людиною матеріальних і духовних цінностей, як засіб ідейного збагачення людини (Ю. Лукін, О. Яковлев), змінювалося висуненням на перший план етичної (А. Швейцер), ціннісно-духовної (М. Чавчавадзе, М. Мамардашвілі), предметно-змістовної (В. Межуєв), життєтворчої (О. Лосєв), діяльнісної (Ю. Давидов, В. Давидович, Ю. Жданов, О. Загороднюк, М. Каган) функцій».

За різних трактувань поняття «культура» найбільш суттєвими рисами є: певний рівень досконалості в оволодінні діяльністю; глибоке, свідоме, поважне ставлення до спадщини минулого; володіння теоретичними знаннями, вміннями, навичками та готовність їх використання у практичній діяльності; здатність до творчого сприйняття та розуміння, творчого перетворення дійсності; готовність до саморозвитку.

Розмаїття дефініцій поняття «культура» в різні часи намагалися систематизувати. Так, одна з популярніших систематизацій визначень культури – це систематизація, запропонована американськими науковцями

А. Кребером і К. Клакхоном [198], які подали понад 150 відомих на той час визначень та концепцій культури. Вони пропонують наступні типи означень поняття «культура»: 1) описові визначення, в яких перераховується все те, що охоплює поняття культури; 2) історичні визначення, в яких акцентуються процеси соціального наслідування, традиції; 3) нормативні визначення, що підкреслюють роль цінностей і норм; 4) психологічні визначення, які роблять акцент на процеси адаптації до середовища, навчання; 5) структурні визначення, що акцентують увагу на структурі культури; 6) генетичні визначення, в яких культура визначається з позиції її походження.

Іншу типологію визначень культури запропонував Л. Кертман, який вважає, що вся багатоманітність дефінітивних пропозицій розподіляється між антропологічним, соціологічним і філософським підходами. На його думку, антропологічний підхід ґрунтується на визнанні унікальності, неповторності та рівноцінності всіх конкретно-історичних і національних форм культури (А. Бернад: А. Кребер, К. Даусон). Соціологічні визначення, за Л. Кертманом, зосереджують увагу на факторах організації й формування життя певного суспільства (В. Бекет, Б. Маліновський) [159, с.18]. Філософські ж визначення роблять наголос на аналізі певних рис, характеристик, закономірностей у житті суспільства, які складають фундамент культури й визначають причину й напрям її розвитку (Г. Беккер, Г. Зіммель). Проте кожен із виділених як А. Кребером і К. Клакхоном, так і Л. Кертманом типів визначень зосереджується, як правило, на одному певному аспекті культури, і, власне, вони не заперечують, а скоріше доповнюють один одного [97].

*Графічна культура.* Предметна спрямованість досліджень графічної культури зосереджена на підготовці вчителів трудового навчання, креслення, інженерів, конструкторів-модельєрів. Вважається, що основними графічними дисциплінами є нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, вони і забезпечують фундамент графічної професійної діяльності.

На думку П. Г. Буянова графічна культура – це здатність людини до створення і засвоєння графічних способів відображення, зберігання та передачі інформації про навколишню дійсність. Це вищий рівень результативності графічної підготовки, це не тільки початкові графічні знання, а і всебічне оволодіння та творче осмислення способів їх реалізації у професійній діяльності [60].

В. О. Потієнко та Ю. О. Дорошенко [310] стверджують, що графічна культура є сукупністю особистих досягнень людини в галузі засвоєння графічних методів, засобів і технологій перетворення і застосування інформації у процесі навчальної, виробничої та творчої діяльності.

Важливим показником сформованості графічної культури, на думку В. К. Сидоренка [84], має стати прагнення та здатність до використання графічної інформації в навчальних та практичних ситуаціях. При цьому важливе місце вчений відводить рівню сформованості графічних знань і умінь, які можуть виступати засобом нового пізнання. У більш широкому трактуванні графічна культура має відображати готовність людини до планування, коригування та прогнозування своїх дій, побудови процесу діяльності в образах з наступним його втіленням в реальні дії чи процеси.

М. В. Лагунова, Т. В. Чемоданова, І. Д. Нищак досліджували інженерно-графічну культуру. М. В. Лагунова [207] під графічною культурою інженера (інженерно-графічною культурою) розуміє вияв сформованості і розвитку якостей особистості, що реалізуються у професійній діяльності (графічний кругозір, спеціальний тезаурус графічних понять та ін.); високу продуктивність діяльності, що базується на системі графічних умінь і навичок; належний рівень просторового мислення, що уможливорює процес сприйняття, структурування й декодування графічної інформації професійного характеру.

На думку Т. В. Чемоданової [426] інженерно-графічна культура – це професійно важлива якість особистості, яка формується у процесі інженерно-графічної підготовки і розвивається протягом подальшого здійснення професійної діяльності, пов'язаної з постійним використанням знань, умінь, засобів і методів інженерної графіки і комп'ютерного проектування.

І. Д. Нищак інженерно-графічну культуру вчителя технологій окреслює як інтегральну характеристику професійно-особистісних якостей педагога, що відображає високий рівень знань, умінь і навичок та практичного досвіду, необхідних для успішного розв'язання професійних інженерно-графічних задач; здатність до рефлексії власної інженерно-графічної діяльності, самовдосконалення й підвищення фахового рівня [261]. О. М. Джеджула аналізує співвідношення між поняттями «графічна компетентність» і «графічна культура». Дослідник стверджує, що між цими поняттями існує безумовний зв'язок та певна ієрархічна підпорядкованість. «Графічна культура», на думку О. М. Джеджула, є більш широким поняттям, ніж «графічна компетентність». «Говорячи про професійну компетентність інженера, ми повинні орієнтуватись на графічну культуру як основу високоефективної професійної діяльності. Графічну культуру не правомірно ототожнювати з умінням відтворювати, зберігати та передавати графічними засобами різноманітну інформацію про предмети, процеси та явища, читати та виконувати конструкторсько-технологічну документацію. Це поняття ми вважаємо комплексним, яке дозволяє реалізувати такі способи діяльності та

світогляд, результатом яких буде не лише ефективна інженерна графічна діяльність, але й сформована мотивація до інновацій та «інженерна відповідальність», що відповідає концепції сталого розвитку суспільства» [111]. А. А. Ляміна, досліджуючи формування графічної культури у майбутніх конструкторів-модельєрів, наводить наступне означення. Графічна культура – це інтегративна якість, яка характеризується єдністю графічних знань, умінь та навиків, цінносного відношення до результатів графічної діяльності і забезпечує професійний творчий саморозвиток майбутнього спеціаліста [224].

Л. В. Брикова пропонує наступне уточнене визначення: графічна культура випускника технічного вузу – це базова, інтегральна якість особистості, що проявляється у високому рівні всіх видів і форм знань, у здатності до аналізу та прогнозування виробничого процесу, у використанні геометро-графічних знань для ефективного вирішення професійних завдань, а також в усвідомленні цінності графічної підготовки для професійного майбутнього [55].

Як ми бачимо, термін «графічна культура» зустрічається в педагогічній та науково-дослідницької літературі в різних контекстах. Термінологічний аналіз підходів до визначення феномена графічної культури дозволяє сформулювати наступне означення.

*Графічна культура – це інтегративна якість особистості, яка характеризується високим рівнем сформованості графічних знань, умінь та навичок, готовністю використовувати їх у професійній діяльності, здатності відтворювати, зберігати та передавати графічними засобами різноманітну інформацію, передбачає здатність до аналізу, прогнозування, рефлексії професійної діяльності та забезпечує професійний творчий саморозвиток, самовдосконалення й підвищення фахового рівня.*

*Інтелектуально-графічна культура.* С. В. Аранова вводить поняття інтелектуально-графічної культури як сукупності знань, умінь, цінностей та уявлень, що дозволяють не тільки засвоювати одиниці навчального матеріалу через наочно-образні (візуальні) моделі знань, а і самостійно їх проектувати, використовуючи рівною мірою як логічні, так і художні можливості [13]. Дослідниця наголошує, що інтелектуально-графічна культура формується тільки у результаті об'єднання художніх та логічних можливостей, що впливає на здатність суб'єкта переносити художньо-логічні прийоми на візуально-графічні методи розв'язування задач різних галузей знань. При цьому не останню роль відіграє шкільна дисципліна «образотворче мистецтво», оскільки в ході формування інтелектуально-графічної культури повинні використовуватися основи художньої грамоти,

вміння будувати композицію, встановлювати масштабні співвідношення та пропорції, використовуватися акцент, ритм, симетрія і асиметрію у зображенні тощо [13]. Модель інтеграції художнього та логічного утворює сферу інтелектуально-графічної культури.

Основним продуктом інтелектуально-графічної культури і результатом інтеграції раціонально-логічної та емоційно-художньої складових є побудова деякої візуально-інформаційної моделі, під якою С. В. Аранова розуміє систему взаємопов'язаних змістових елементів, що відновлює у наочній формі суттєві властивості навчального тексту. Візуально-інформаційна модель – це не просто схематичний виклад матеріалу, це елемент комунікації, це текст, поданий зрозумілою для всіх мовою з дотриманням критеріїв, які встановлені залежно від педагогічної мети та можливостей реципієнта.

Автор також наголошує на необхідності використання засобів комп'ютерної візуалізації знань. Але разом з цим відкидає думку про ототожнення візуалізації навчального матеріалу з комп'ютерними технологіями, наполягаючи на візуальному представленні інформації і в рукотворному графічному виконанні.

*Візуальна культура.* Оскільки поняття візуальна культура запозичене з інших галузей знань, то воно не завжди застосовується в їх первісному значенні (детальніше див. підрозділ 1.3), а отримує нові акценти смислового навантаження з орієнтацією на освітню галузь. Така орієнтація вимагає визначення *візуальної культури фахівців як інтегративної якості особистості, яка характеризується високим рівнем візуальних знань, умінь та навичок (здатність сприймати, розпізнавати, аналізувати, інтерпретувати, оцінювати, співставляти, представляти та створювати власні візуальні образи), готовністю використовувати їх у професійній діяльності та здатністю до рефлексії власної професійної діяльності, самодосконалення та підвищення фахового рівня.*

*Інформаційна грамотність, інформаційна компетентність, інформаційна культура.* Структурного ланцюга результативності освіти: «грамотність» – «освіченість» – «компетентність» – «культура» – «менталітет», у галузі інформатизації освіти дотримуються і Л. В. Вороніна, В. В. Артемева, В. Г. Воробйова [76], С. В. Петрякова [299], І. А. Вдовіна [65]. Автори розташовують поняття у порядку звуження змісту: інформаційна культура – інформаційна компетентність – інформаційна грамотність.

Але навіть якщо дослідники і дотримуються структурного ланцюга результативності освіти, все ж зміст, який вони вкладають в те чи інше поняття різняться. Причину цього вбачаємо в тому, що дані категорії

аналізуються у різних авторів з позиції конкретних наук – це створює методологічну базу для вивчення проблеми, але обмежує бачення самого феномену «інформаційна грамотність», «інформаційна компетентність» чи «інформаційна культура».

Відсутність же чіткого розуміння змісту цих категорій, наприклад, категорії «інформаційна культура», впливає на різне бачення предмета дослідження, різне представлення структури, функцій інформаційної культури, що відображається на методах її формування у особистості, а отже, і на рівні її сформованості.

Однією з причин «нечіткості» у розкритті змісту понять «інформаційна грамотність», «інформаційна компетентність», «інформаційна культура» ми вважаємо є те, що її ключовою складовою є поняття «інформація», яке саме по собі не має чіткого визначення. До того ж зміст понять залежить також від пріоритету, який лежить в їх основі. Що є первинним – поняття «інформація» чи поняття з групи «грамотність», «компетентність», «культура»?

Для поняття “інформація” наразі не існує його єдиного загальновизнаного визначення, оскільки воно залежить від галузі використання. Зокрема, у інформатиці під інформацією розуміють дані з визначеним методом їх обробки. А у педагогічній літературі прийнято говорити про знання, а не про інформацію, до того ж існують різні погляди щодо їх співвідношення. К. Шеннон [433] вважає, що інформація не є знанням, а тільки їх передумовою. Знання, на його думку, – це гносеологічна інформація.

Позиція ЮНЕСКО передбачає просування концепції суспільства знань, а не світового інформаційного суспільства. Інформація і знання – головна перетворююча сила суспільства. На думку Н. І. Гендіної, «входження людської цивілізації в інформаційне суспільство та суспільство знань пред'являє якісно нові вимоги до системи освіти. Метою освіти стає не підготовка людини до майбутньої діяльності за рахунок накопичення якомога більшого обсягу готових, систематизованих знань, а розвиток особистості, оволодіння нею способами придбання наявних і породження нових знань [87].

У нашому дослідженні будемо вважати категорію «інформація» первинною.

*Інформаційна грамотність.* Грамотність – це повноцінне володіння людиною знаннями, вміннями в деякій області і використання їх для досягнення професійних результатів у її професійній діяльності.

Уперше поняття інформаційної грамотності було введено в 1977 р. у США і використано в національній програмі реформи вищої освіти.

Інформаційно грамотною була названа особистість, здатна виявити, розмістити, оцінити інформацію і ефективно її використовувати.

У 2006 році з'явилося «Керівництво з інформаційної грамотності для освіти протягом усього життя» [210]. У цій роботі під інформаційною грамотністю розуміється «наявність знань і умінь, необхідних для правильної ідентифікації інформації, необхідної для виконання певного завдання або вирішення проблеми; ефективного пошуку інформації, її організації та реорганізації; інтерпретації та аналізу знайденої і витягнутої інформації; оцінки точності і надійності інформації, включаючи дотримання етичних норм і правил користування отриманою інформацією; при необхідності – передачі і представлення результатів аналізу та інтерпретації іншим особам; подальшого застосування інформації для здійснення певних дій і досягнення певних результатів». У нашому дослідженні будемо дотримуватися саме цього визначення.

У Керівництві визначено також перелік близьких, але не синонімічних понять інформаційної грамотності. Це мережева грамотність, цифрова грамотність, Інтернет-грамотність, комп'ютерна грамотність, медіаграмотність. У контексті нашого дослідження доцільно зупинитися також на розкритті змісту поняття «комп'ютерна грамотність».

На думку Н. Х. Баловсяк, поняття «комп'ютерна грамотність» досить широке. Воно містить у собі визначені загальні знання, що стосуються інформаційних технологій, комп'ютерів, можливостей і меж їх використання для розв'язування різних професійних задач [25]. Автор вважає, що поняття «комп'ютерна грамотність» однобоко визначає використання інформаційних та комп'ютерних технологій у роботі фахівця. Комп'ютерна грамотність передбачає лише формування навичок роботи з комп'ютерною технікою, а не з інформаційними технологіями взагалі. Формування у студентів комп'ютерної грамотності переслідує тільки одну мету – прагматичну, але при цьому упускається інша – загальноосвітня, яка полягає в освоєнні студентами фундаментальних понять сучасної інформатики. А особливо – тут не врахована робота з інформаційними ресурсами в процесі здійснення професійної діяльності та життєдіяльності взагалі.

Ю. С. Рамський вбачає у комп'ютерній грамотності перелік «знань, умінь і навичок, які забезпечують виконання відповідної діяльності (в основному, діяльності, пов'язаної із використанням комп'ютерної техніки)». І наголошує, що «до конкретного переліку згаданих знань, умінь та навичок, які забезпечили б відповідний рівень комп'ютерної грамотності (учителя, учня), то єдиної думки серед авторів не існує» [324]. Так, Д. Уотт комп'ютерну грамотність вважає феноменом загальної культури, притаманної

громадянину інформаційного суспільства, і перелічує чотири компоненти, які складають її зміст: здатність керувати комп'ютером і програмою для досягнення власних цілей; здатність використовувати готові програми; здатність використовувати свої знання для опрацювання інформації, комунікації і розв'язування задач за допомогою ЕОМ; розуміння зростаючого економічного, соціального і психологічного впливу комп'ютерів на особистість і суспільство [503]. На нашу думку, комп'ютерна грамотність є складовою інформаційної грамотності.

Але термін «інформаційна грамотність», на думку Н. І. Гендіної, є недосконалим, оскільки його основний терміноелемент «грамотність» надає відтінку елементарності, примітивності, відображає початковий рівень освіти. А зміст, закріплений за цим поняттям набагато ширший, відображає різнобічні і складні знання і вміння, пов'язані з використанням інформації та інформаційних технологій [87].

*Інформаційна компетентність.* Зі зміною освітньої парадигми зі «знаннєвої» на компетентнісну відбувається оновлення поняттєво-термінологічного апарату освіти. З'являються такі терміни як «компетенція» та «компетентність», а також більш вузькі терміни конкретних професійних компетентностей, зокрема, «інформаційна компетентність». Для початку розберемося із змістовим наповненням категорії «компетентність».

Поняття компетентності не зводиться тільки до знань, умінь і навичок, а належить і до сфери якостей особистості. Загалом, компетентність – це знання, обізнаність, авторитетність в якій-небудь галузі, а компетенція – це коло питань, в яких дана особа виявляє свою компетентність. Компетентність має породжувати дію. Компетентність включає не тільки знання і особистісні якості суб'єкта навчання, а і готовність їх застосовувати на практиці. Іншими словами, основна відмінність грамотності від компетентності в тому, що грамотна людина знає і розуміє, а компетентна може ефективно використовувати знання при вирішенні проблем. Отже, у психолого-педагогічній літературі компетентність визначають як інтегративну здатність особистості до деякої діяльності, що базується на знаннях, вміннях та навичках, набутих у процесі навчання, та готовність застосовувати їх на практиці.

Результати одного з перших досліджень інформаційної компетентності представлені у звіті за результатами дослідження “Інформаційна компетентність в університеті штату Каліфорнія” за 2001 рік. В ньому інформаційна компетентність представляється як компетентність роботи з бібліотечними ресурсами, а саме компетентність, пов'язана з пошуком і опрацюванням різноманітних повідомлень.

В підсумковому дослідженні кафедри інформаційної грамотності державного університету Каліфорнії поняття інформаційної компетентності визначене як здатність визначати інформаційні вимоги до питання дослідження для формулювання стратегії пошуку відомостей; здатність визначати форми представлення необхідних відомостей; уміння організувати відомості в спосіб, який найбільш сприятливий для аналізу, синтезу і розуміння; усвідомлювати етичні, юридичні і політичні проблем використання інформаційних ресурсів [484].

Американські дослідники визначають інформаційну компетентність як поєднання комп'ютерної грамотності, вмінь працювати з традиційними видами повідомлень у бібліотеці, технологічної грамотності, етики, критичного сприйняття і навичок комунікації [470].

І. А. Вдовіна цитує рекомендації Європейського парламенту: «Інформаційна компетентність мислиться як впевнене і критичне використання технологій інформаційного суспільства для роботи, дозвілля та спілкування. Вона доповнюється основними вміннями щодо інформаційно-комп'ютерних технологій: використання комп'ютерів для знаходження, оцінки, зберігання, виробництва, уявлення і обміну інформацією, для спілкування й участі у мережах, що співпрацюють через Інтернет», а також Раду Культурної Кооперації при Раді Європи (Страсбург, Франція): «Інформаційна компетентність визначається як компетентність, що включає в себе вміння пошуку, відбору, подання інформації, рішення професійних завдань за допомогою ІКТ і ті, які обумовлені виникненням і розвитком інформаційного суспільства» [65].

На думку А. В. Хуторского, інформаційна компетентність – це компетентність у сфері інформаційно-комунікативних технологій. Важливою складовою цієї компетентності є вміння переосмислювати інформацію, розв'язувати інформаційно-пошукові задачі, використовуючи бібліотечні та електронні інформаційно-пошукові системи [419]. Цієї ж думки дотримуються і А. А. Ахаян, О. А. Кизик [19].

До значущих ознак інформаційної компетентності М. С. Головань відносить: «знання інформатики як предмета; використання комп'ютера як необхідного технічного засобу; сукупність знань, умінь та навичок пошуку, аналіз інформаційних даних; ціннісне ставлення до інформаційної діяльності; наявність актуальної освітньої чи професійної задачі, в якій актуалізується та формується інформаційна компетентність» [95].

Н. Х. Баловсяк визначає інформаційну компетентність як «інтегративне утворення особистості, яке віддзеркалює її здатність до визначення інформаційної потреби, пошуку відомостей та ефективної роботи з ними у

всіх їх формах та представленнях – як в традиційній, друкованій формі, так і в електронній формі; здатності щодо роботи з комп'ютерною технікою та телекомунікаційними технологіями, та здатності щодо застосування їх у професійній діяльності та повсякденному житті» [25].

Нам імпонує, як трактує поняття інформаційної компетентності О. Г. Бесова. Дослідниця інформаційну компетентність розуміє як «здатність особистості орієнтуватися в потоці інформації, як уміння працювати з різними видами інформації, знаходити й відбирати необхідний матеріал, класифікувати його, узагальнювати, критично до нього ставитися, на основі здобутих знань вирішувати будь-яку інформаційну проблему, пов'язану з професійною діяльністю» [36]. Ми б доповнили дане визначення технологічною компонентою, а саме, здатністю використовувати комп'ютерні технології у професійній діяльності та повсякденному житті.

*У нашому дослідженні інформаційну культуру вчителя будемо розглядати як інтегроване особистісне утворення, яке є системою ціннісних орієнтацій, знань, умінь і навичок формування потреби в інформації, здійснення пошуку необхідної інформації з усієї сукупності інформаційних ресурсів, відбору, оцінювання, збереження знайденої інформації, інтеграції, структурування та створення нової інформації, презентації її учням з урахуванням їхніх вікових особливостей. Детальний поняттєво-термінологічний аналіз представлено у підрозділі 1.3.*

Звернемо увагу на відмінність у терміноелементах «інформаційний» та «інформатичний» категорій системи «грамотність-компетентність-культура». О. Матвієнко та М. Цивін констатують, що термін «інформатичний» активно почали використовувати «представники вітчизняної педагогічної науки, про що свідчить перелік дисертацій – як кандидатських, так і докторських, в яких слово "інформатичний" використовується або в назві роботи, або у тексті автореферату здебільшого без пояснення, хоча зустрічається в різних контекстах: інформатичні спеціальності, інформатичні компетентності, інформатична освіта, інформатичні знання, інформатично-комп'ютерна підготовка, дисципліни інформатичного циклу» [234]. Дослідники наголошують, що у більшості публікацій новоутворені лексеми використовуються без очевидної потреби на позначення процесів і явищ, для яких вже існують усталені терміни та їх дефініції.

Деякі дослідники ототожнюють поняття «інформаційний» та «інформатичний». Але диференціація цих понять є важливою для сучасної педагогічної науки. На цьому наголошує М. Шехавцов і вважає, що, наприклад, інформатична культура пов'язана із використанням інформаційних технологій в освітньому процесі, а інформаційна культура – це якісна

характеристика особистості адекватно сприймати інформацію [435], але ми не погоджуємося з такою точкою зору.

З метою розмежування понять «інформаційний» та «інформатичний», на думку О. Матвієнко та М. Цивіна, потрібно згадати про «дві інформатики», дуалістичне існування яких історично склалося ще зі становлення цієї науки за радянських часів [90]. Перша – наукова інформатика – дисципліна, яка вивчає структуру і загальні властивості наукової інформації, а також закономірності її створення, перетворення, передачі та використання у різних сферах людської діяльності («information science»). Друга – технічна інформатика – спеціальна наукова дисципліна («computer science» – наука про обчислювальні машини). У Франції використовували лексему «informatique» (1962), у ФРН – «informatik» (1968), тобто назви, співзвучні з терміном «інформатика», прийнятим у науковій спільноті стосовно «гуманітарної інформатики» на теренах Радянського Союзу [234]. Важаємо «інформатичний» як такий, що стосується науки інформатики, а «інформаційний» – це той, що пов'язаний з інформацією у всіх її формах і представленнях.

В останні роки потреба у формуванні навичок роботи з візуальними матеріалами (пошук, інтерпретація, оцінка, створення тощо) стає необхідною складовою освіти ХХІ ст. У педагогіці починають говорити не тільки про графічну інформацію (за формою представлення, інформація у вигляді зображень, таблиць, схем, графіків тощо), а й про візуальну (за способом сприйняття, інформація, що сприймається органами зору). Педагоги-науковці активно досліджують можливості використання технології когнітивної візуалізації (процес унаочнення навчального матеріалу, що вимагає не тільки відтворення зорового образу, а й процес його конструювання) у навчальному процесі. Ґрунтовно вивчається візуальне мислення (діяльністю розуму, завдяки якому з'являється можливість здійснити переклад з однієї мови, (формату, способу) подання об'єкта на іншу, осмислити зв'язки й відношення між його структурними одиницями). Можна зустріти низку фундаментальних робіт з формування не тільки інформаційної культури фахівців різних галузей, а й графічної та візуальної. Тому варто говорити про інтеграцію феноменів візуальної і інформаційної культур та сприймати таку інтеграцію як окрему категорію – візуально-інформаційну культуру.

### ***1.3. Сутність і структура візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики***

Культура – це вищий ступінь прояву грамотності та компетентності, тому суть цього поняття не можна зводити лише до наявності певних знань,

умінь, навичок та здатності їх застосовувати у професійній діяльності. Детальний аналіз сутності понять «візуальна грамотність», «графічна грамотність», «інформаційна грамотність», «візуальна компетентність», «графічна компетентність», «інформаційна компетентність», «графічна культура» представлено у підрозділі 1.2. Дуалістична природа феномену «візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики» вимагає проведення детального поняттєво-термінологічного аналізу понять «візуальна культура» та «інформаційна культура».

*Візуальна культура.* Термін «візуальна культура» виник у другій половині ХХ ст. у роботах європейських та американських вчених як міждисциплінарне поле досліджень. В. П. Зінченко відзначає, що з появою великої кількості нових і досить різноманітних засобів візуальної комунікації, гостро постає проблема формування візуальної культури, яка становить невід'ємну частину культури сучасної людини [143].

Н. В. Дубова розуміє візуальну культуру як частину поняття «культура», яка розвиває здібності сприйняття візуальних образів, уміння їх аналізувати, інтерпретувати, оцінювати, співставляти, представляти, створювати на цій основі власні образи. Візуальна культура не є герметичною самодостатньою сферою, вона постійно вбирає в себе додаткову інформацію, пов'язану з розвитком технічного прогресу, з досягненням нових горизонтів людського пізнання. Візуальна культура – це новий міждисциплінарний напрям, який виник на перетині філософії, теорії культури, соціології та мистецтвознавства [118].

Н. В. Сирова та В. Н. Чикишев мислять візуальну культуру як академічне поле дослідження, яке включає в себе деякі комбінації культурології, історії мистецтва, критичної теорії, філософії, антропології і фокусується на зорових образах. Вони наголошують на необхідності формування високого рівня візуальної культури суб'єкта, що полягає у вмінні візуалізувати інформацію, критично до неї відноситися і використовувати її, ретельно відбираючи необхідне і якісне [393].

О. М. Моргун розуміє візуальну культуру, виходячи з методологічного підходу, як деякий комплекс візуально-мисленних відношень суб'єкта до реальності, а також конкретно-зорові образи його (суб'єкта) креативної поведінки. Візуальний об'єкт мислиться як візуальний образ і зображення, що має автономний зміст і значення [248].

О. В. Мехоношина вважає, що візуальна культура – це художньо-комунікативна система, яку можна розглядати на двох рівнях: соціально-естетичному як сукупність цінностей, що сприймаються і включають багаторівневу знакову систему, що моделює у візуальних образах картину

світу, та особистісному як систему естетичної взаємодії людини з візуальними образами, їх сприйняття, проекцію на особистісний досвід, оцінку, пробудження асоціацій, здібність до створення візуальних образів [241].

У розумінні С. С. Зоріна та Л. К. Веретеннікової візуальна культура – це багаторівнева культура зорового сприйняття, переробки і відображення візуальної інформації [146].

П. Н. Виноградов звертається до проблеми генезису візуальної культури особистості як явища, що входить до групи психічних явищ. У його розумінні візуальна культура особистості – це інтегративне психічне утворення, що включає сукупність засобів взаємодії людини з навколишнім візуальним середовищем, опосередкована сенсорно-перцептивними і смисловими структурами людини і забезпечує адаптацію, привласнення (сміслове розуміння) і регуляцію перетворення візуального інформаційного потоку. Автор вважає, що одна з функцій візуальної культури особистості пов'язана з перетворенням візуального інформаційного потоку. У процесі реалізації цієї функції особистісні смисли і відношення, пов'язані з вибором певних прийомів сприйняття і переробки візуальної інформації, актуалізуються й індивідуалізуються [70].

Як ми бачимо, візуальна культура має відношення швидше до професійної художньої сфери і лежить у площині сучасних художніх практик, використовується в основному в середовищі культурологів, а педагогічна теорія до теперішнього часу термін «візуальна культура» не асимілювала. Педагогічні словники та термінологічні словники з педагогіки останніх років [99] не дають визначення візуальної культури, а педагогіки-практики, використовуючи його для опису стану сучасного суспільства, посилаються на культурологічні дослідження, «визначаючи, що термін візуальна культура використовується в педагогіці мистецтва достатньо широко, а сучасні гуманітарні науки (і педагогіка в тому числі) переосмислюють цей термін, визначаючи його як кросс-дисциплінарне поле досліджень» [485].

Оскільки дане поняття запозичене з інших галузей знань, то воно не завжди застосовується в їх первісному значенні, а отримує нові акценти смислового навантаження з орієнтацією на освітню галузь. Така орієнтація вимагає визначення *візуальної культури фахівців як інтегративної якості особистості, яка характеризується високим рівнем візуальних знань, умінь та навичок (здатність сприймати, розпізнавати, аналізувати, інтерпретувати, оцінювати, співставляти, представляти та створювати власні візуальні образи), готовністю використовувати їх у професійній*

*діяльності та здатністю до рефлексії власної професійної діяльності, самодосконалення та підвищення фахового рівня.*

*Інформаційна культура.* За Б. С. Гершунським культура мислиться як вищий ступінь прояву людської освіченості, це найвища точка ієрархічного сходження людини до все більш високих освітніх результатів.

Оскільки поняття культура так чи інакше пов'язане з поняттям діяльності, то звернемо увагу також на зміст поняття «інформаційна діяльність». Інформаційна діяльність (інформаційна робота) – сукупність процесів збирання, зберігання, пошуку і поширення інформації (а також інших допоміжних процесів, які забезпечують ці основні процеси), які систематично здійснюються деякою організацією (закладом, підрозділом, групою осіб і т.п.) [400].

На думку Л. Л. Макаренка, інформаційна діяльність – це «процес, в ході якого особистість перетворює і пізнає інформаційне середовище, постаючи діяльним суб'єктом, а освоєвані об'єкти, процеси, явища інформаційного середовища роблячи об'єктом своєї діяльності, водночас найповніше, творчо реалізовує свої здібності, потреби і прагнення як на користь власного розвитку, так і з користю для оточення і суспільства загалом» [227]. Дослідниця вважає, що інформаційна діяльність є метадіяльністю, тобто методологічною основою будь-якої діяльності людини.

Л. Л. Макарова зазначає, що інформаційна культура трактується дуже абстрактно і неоднозначно, оскільки «автори акцентують увагу на якійсь одній із сторін інформаційної картини світу – гуманітаризації або соціальної спрямованості інформаційних процесів, комунікативному або інтелектуальному аспектах діяльності людини в інфосередовищі, активному використанні як традиційних, так і інформаційних технологій у практичній діяльності або етико-ціннісному їх осмисленні тощо [там само]. Я. В. Галета стверджує, що причина у пріоритеті терміноелементів, якого дотримуються дослідники [79]. У зв'язку з цим можна виокремити два підходи до трактування поняття «інформаційна культура»: інформологічний, коли пріоритетною є технократична лінія «інформація» в системі «інформація – культура», та культурологічний, коли пріоритетною є лінія «культура» в її гуманітарних, духовних проявах, а лінія «інформація» виконує функцію уточнюючої характеристики [227].

«У соціокультурному розумінні інформаційна культура – це сукупність принципів і реальних механізмів, що забезпечують позитивну взаємодію етичних і національних культур, їхнє поєднання в спільний досвід людства» [80]. При такому підході інформаційна культура є елементом загальної культури людства. В епоху інформатизації суспільства інформаційна

культура – це готовність до освоєння нового способу життя на основі використання інформації, побудова нової (інформаційної) картини світу, що швидко змінюється, і визначення свого місця в ньому.

З позицій інформологічного підходу в основу інформаційної культури покладено сукупність знань, умінь і навичок пошуку, відбору, аналізу інформації, тобто того, що задіяно у інформаційній діяльності, спрямованій на задоволення інформаційних потреб. «У техніко-технологічному розумінні інформаційна культура – це оптимальні способи поводження зі знаками, даними, інформацією і надання їх зацікавленому споживачу для вирішення теоретичних і практичних завдань, механізми вдосконалення технічних засобів виробництва, збереження і передавання інформації» [там само]. На думку Я. В. Галета, у такому розумінні вона є показником не загальної, а професійної культури. З цього погляду інформаційна культура вбирає в себе знання наук, використання досягнень яких є необхідним для успішної інформаційної діяльності, і вміння застосовувати ці знання на практиці. «Інформаційна культура – знання про способи одержання, оброблення, збереження, надання і використання інформації, а також уміння цілеспрямовано працювати з інформацією для її використання з практичною метою» [там само].

У контексті нашого дослідження ми розглядаємо інформаційну культуру майбутніх учителів математики та інформатики, тому будемо аналізувати трактування цієї категорії не тільки з позиції інформологічного підходу, оскільки в такому розумінні інформаційна культура асоціюється переважно з техніко-технологічними аспектами інформатизації, оволодіннями навичками роботи з комп'ютером, й існує небезпека ототожнити її з поняттям «комп'ютерна грамотність», а з позицій гуманітарно-технологічного підходу, де інформаційні ресурси і технології розглядаються як основа для зростання творчого потенціалу особистості, її самореалізації в інформаційному середовищі.

На думку Н. І. Гендіної, «інформаційна культура особистості – сукупність інформаційного світогляду і системи знань та умінь, що забезпечують цілеспрямовану самостійну діяльність з оптимального задоволення індивідуальних інформаційних потреб з використанням як традиційних, так і нових інформаційних технологій» [85, с. 32]. М. Макарова вважає, що у цій дефініції виокремлюється важливий момент у розумінні змісту розглядуваного поняття: інформаційна культура особистості передбачає не лише певні навички з отримання інформації, а й здатність створювати власні інформаційні продукти у процесі інформаційної діяльності [228].

В. Ю. Мілітарьов і І. М. Яглом поняття інформаційної культури тлумачать наступним чином: «сукупність знань про основні методи подання знань разом з умінням застосовувати їх на практиці для розв'язування і постановки змістових задач природно назвати інформаційною культурою – культурою поводження зі знаннями, даними й інформацією» [243].

В. А. Виноградов, Л. В. Скворцов дають також визначення інформаційної культури як в широкому, так і вузькому розумінні – у нашій термінології: з позицій культурологічного й інформологічного підходів. У вузькому розумінні інформаційну культуру автори тлумачать як рівень розвитку інформаційних зв'язків у суспільстві і характеристику інформаційної сфери діяльності людей. При цьому зазначається, що формуванню інформаційної культури сприяють: оптимальні способи поводження зі знаннями, даними, інформацією і подання їх зацікавленому споживачеві для розв'язування теоретичних і практичних задач; удосконалення технічних засобів виробництва, зберігання і передавання всеможливих повідомлень; розвиток системи освіти, підготовки людини до ефективного використання інформаційних технологій. В цілому, оволодіння інформаційною культурою «є шлях універсалізації якостей людини, яка знаходить свій конкретний вираз в різних формах професійної і суспільної діяльності» [69, с. 28].

Л. В. Скворцов наголошує, що інформаційну культуру не слід трактувати як певні знання та уміння: «Досвід проте показує, що оволодіння знанням і умінням – це лише один аспект інформаційної культури... Розшифрування поняття інформаційної культури припускає вияв її об'єктивності як реальності, в якій живуть і діють індивіди, незалежно від того, наскільки досконало вони володіють комп'ютерною технікою і прийомами складання програм» [379, с. 15].

За визначенням Н. Г. Джинчарадзе інформаційна культура (у вузькому розумінні) – це система інформаційної освіти і виховання, специфічний спосіб наслідування суспільних здобутків з метою соціалізації особи, її всебічного розвитку та професійної підготовки [112, с. 13].

О. Д. Гуменний вивчав інформаційну культуру керівників закладів вищої освіти і розумів її як «одну з складових загальної професійно-педагогічної культури керівників, яка є інтегральною складовою інформаційного світогляду, системи інформаційних та інформатичних знань, умінь, навичок, здатностей і ставлень, професійно важливих якостей (інформаційної грамотності, осмисленої мотивації використання інформаційно-комунікаційних технологій в управлінській діяльності, ситуативного управління навчальним закладом, критичного мислення в роботі з

інформаційними потоками, комунікативності під час прийняття рішень і дій, партнерського спілкування, культури поведінки), особистого та професійного досвіду у сфері пошуку, оцінювання, використання, збереження, аналізу, оформлення та передачі інформації за допомогою різних засобів, методів і форм інформаційно-аналітичної діяльності, що забезпечують оптимальне задоволення інформаційних потреб як соціального, професійного та управлінського суб'єкта в педагогічній системі вищої освіти» [104].

На думку Ю. С. Рамського, «поняття інформаційної культури з'являється зі становленням інформаційного суспільства, основною особливістю якого є переважання інформаційної діяльності в усіх сферах суспільного виробництва, в мистецтві, бізнесі, освіті, і здійснення інформаційної взаємодії на основі інформаційних і комунікаційних технологій; інформаційна культура як складова культури як такої є фундаментальним виміром життя в постіндустріальному суспільстві» [324].

Також Ю. С. Рамський наголошує на тому, що потрібно розрізняти інформаційну культуру суспільства й інформаційну культуру особи. Інформаційна культура суспільства – це «інтегральний показник досягнутого рівня розвитку інформаційних зв'язків у суспільстві і характеристики інформаційної сфери діяльності людей. Інформаційна культура характеризується як здатність суспільства ефективно використовувати наявні в його розпорядженні інформаційні ресурси і засоби інформаційних комунікацій, а також застосовувати для цих цілей передові досягнення в галузі розвитку засобів інформатизації й інформаційно-комунікаційних технологій. Інформаційна культура особи є інтегральним показником рівня її досконалості в інформаційній сфері діяльності. Основою інформаційної культури особи є знання про інформаційне середовище, закони його функціонування та розвитку, а головне – вміння орієнтуватися в безмежному сучасному світі інформації, раціонально використовувати засоби сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для задоволення інформаційних потреб» [там само].

На думку Н. В. Морзе, інформаційна культура орієнтована на інформаційне забезпечення людської діяльності і відображає досягнуті рівні організації інформаційних процесів та ефективності створення, збирання, опрацювання, подання і використання інформації, що забезпечують цілісне бачення світу, його моделювання, передбачення результатів рішень, які приймаються людиною [251].

А. О. Клименко інформаційну культуру майбутнього педагога трактує як сформовані в процесі навчальної діяльності, під час адаптації до динамічних умов життєдіяльності в інформаційному суспільстві знання, навички та

вміння знаходити, отримувати, аналітично опрацьовувати, систематизувати, зберігати і передавати інформацію, цілеспрямовано і креативно використовувати новітні технології у подальшій професійній діяльності [167].

Л. Л. Макаренко трактує інформаційну культуру майбутнього вчителя технологій як складову загальної культури, інтегровану професійно-особистісну якість особистості педагога, ядро якої складає інформаційний світогляд, цілісне сприйняття інформаційних технологій і потреба в інформаційно-технологічній діяльності, передбачає базові знання в галузі інформатики та інформаційно-комунікаційних технологій і базові уміння й навички, які ґрунтуються на цих знаннях [227].

Нам найбільше імпонує визначення, запропоноване А. М. Коломієць: *інформаційна культура вчителя – це інтегроване особистісне утворення, яке є системою ціннісних орієнтацій, знань, умінь і навичок формування потреби в інформації, здійснення пошуку необхідної інформації з усієї сукупності інформаційних ресурсів, відбору, оцінювання, збереження знайденої інформації, інтеграції, структурування та створення нової інформації, презентації її учням з урахуванням їхніх вікових особливостей* [181]. Інформаційна культура обов'язково включає інформаційний світогляд.

Аналіз сутності понять «візуальна культура» та «інформаційна культура» дозволив розкрити сутність феномену «візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики».

*Візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики* – це інтегративна якість особистості, яка поєднує: здатність сприймати, інтерпретувати, продукувати інформацію подану візуально; уміння аналізувати, порівнювати, співставляти, інтегрувати, оцінювати, структурувати навчальну інформацію; уміння взаємодіяти з когнітивно-візуальними моделями і якій притаманна здатність до аналізу, прогнозування, рефлексії власної професійної діяльності, яка забезпечує професійний творчий саморозвиток, самовдосконалення й підвищення фахового рівня.

Наразі нами не виявлено жодних досліджень з проблеми формування візуально-інформаційної культури особистості загалом та майбутніх учителів математики та інформатики зокрема. Природа феномену «візуально-інформаційна культура» дуалістична, він є синтезом двох феноменів – візуальної культури та інформаційної культури, отже потрібно зосередитися на компонентах, які виділяють дослідники у структурі кожного із зазначених феноменів.

Звернемо увагу на компоненти інформаційної культури. І. В. Синельник та Г. С. Алексеєва [375] зазначають, що існують три основних підходи до

структурування інформаційної культури: психологічний, культурологічний, інформологічний. Проаналізуємо компоненти інформаційної культури, які виділяють науковці у межах кожного підходу.

1. Психологічний підхід, в основі якого лежить психологічне поняття сфер особистості.

1.1. Когнітивний (знання та вміння), емоційно-ціннісний (установки, оцінки, відносини), дієво-практичний (реальне і потенційне використання знань і умінь) компоненти (Н. Н. Єлістратова [124]).

1.2. Когнітивний, змістовний, комунікативний і рефлексивний компоненти (Т. І. Шолохова [442]).

2. Культурологічний підхід, в основу якого покладено соціальні процеси, які обумовлюють структуру культури особистості взагалі, з огляду на особливості рівня розвитку суспільства.

2.1. Інформаційно-інтелектуальний потенціал, інформаційний світогляд, інформаційні ціннісні орієнтації, інформаційні потреби, інформаційно-операційна діяльність (Ю. С. Рамський [324]).

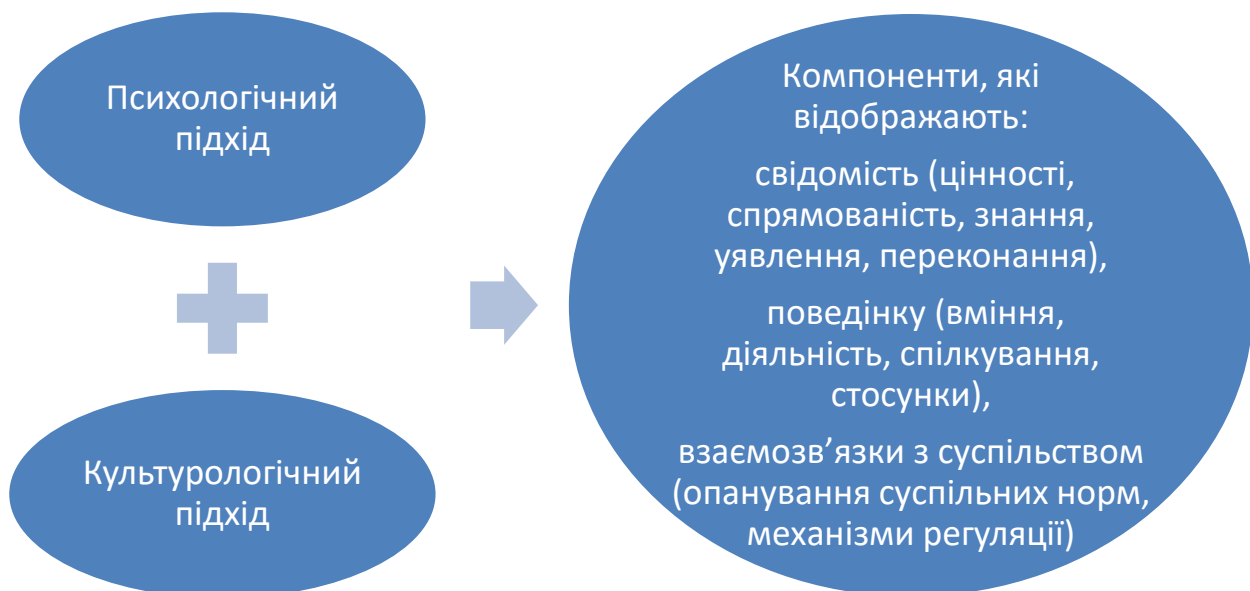
2.2. Інформаційні знання, рівень розвитку розумових та комунікативних здібностей, особистісні якості (О. Я. Романишина [347]).

3. Інформологічний підхід, в основі якого лежать поняття інформаційних процесів, провідних в діяльності людини.

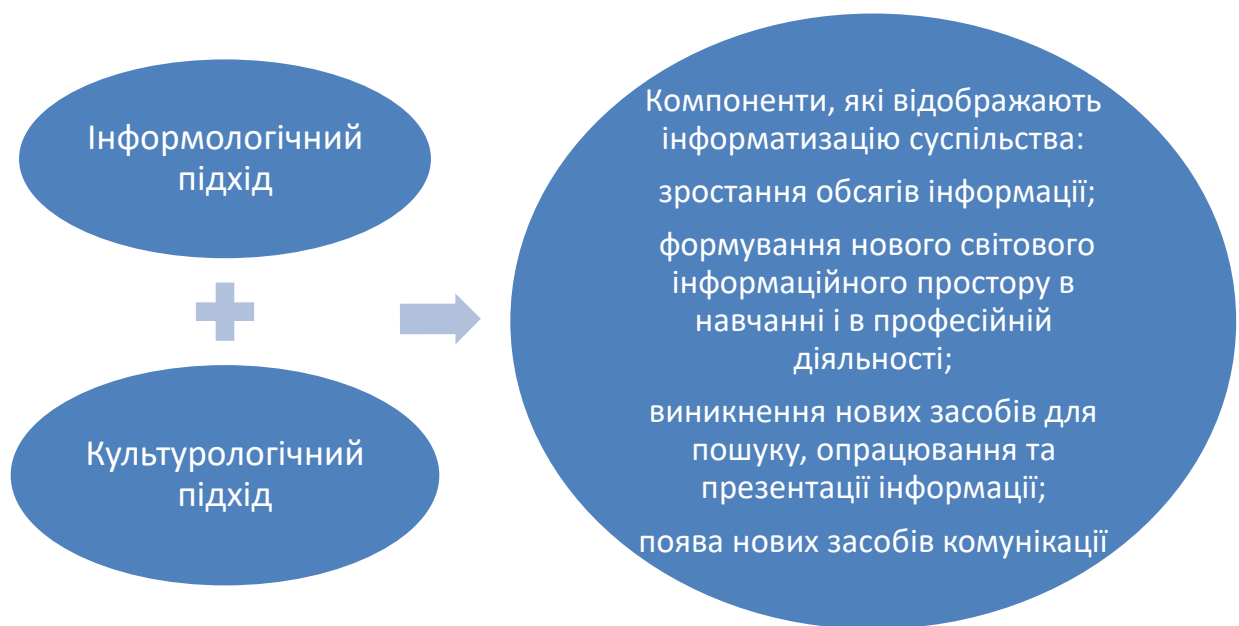
3.1. Загальнопізнавальні поняття, поняття алгоритмічної культури, поняття, які пов'язані з навичками оволодіння комп'ютерною технікою, які включають знання етичних та юридичних норм у галузі інформаційних технологій, інформаційні поняття (М. О. Антонченко [11]).

3.2. Знання про інформаційні моделі, їхнє призначення і функціонування в певній галузі; знання можливостей використання комунікаційних систем для обміну професійною інформацією; знання сучасних комп'ютерних програм і комплексів; вміння користуватися спеціалізованими програмними засобами та ін. (Т. Л. Богданова [48]).

І. В. Синельник та Г. С. Алексеева наголошують, що механічне послідовне застосування цих підходів не приведе до бажаного результату – забезпечення структурної та функціональної повноти сукупності компонентів інформаційної культури, це можливо лише за умови їх системного поєднання (рис.1.3-рис.1.5).



**Рис.1.3. Компоненти інформаційної культури (психолого-культурологічний підхід)**



**Рис.1.4. Компоненти інформаційної культури (культуролого-інформологічний підхід)**

На основі системного поєднання трьох підходів авторами було виділено шість компонентів інформаційної культури особистості: мотиваційно-цільовий (внутрішнє спонукання особистості, вміння ставити перед собою мету та прямувати до неї); когнітивний (знання та уявлення людини); операційно-діяльнісний (вміння та навички); комунікативний (спілкування та встановлення зв'язків); нормативно-регулятивний (розуміння норм, правил, законів); рефлексивний (звертання уваги на самого себе, усвідомленість своїх дій) [375].



**Рис.1.5. Компоненти інформаційної культури  
(психолого-інформологічний підхід)**

М. Х. Хайбулаєв та С. Х. Ісламова наводять результати контент-аналізу наукової та науково-методичної літератури з метою виділення компонентів інформаційної культури. Автори з'ясували, що дослідники виділяють наступні компоненти: інформаційна діяльність, інформаційна компетентність, інформаційний світогляд, комунікативна компетентність, інформаційна поведінка, ціннісні орієнтації, інформаційна гігієна, алгоритмічне мислення, інформаційний стиль мислення, інформаційна етика, інформаційна безпека, креативний стиль мислення, інформаційна активність, інформаційний досвід, інформаційна екологія.

Для визначення структури інформаційної культури особистості М. Х. Хайбулаєвим та С. Х. Ісламовою було проведено опитування серед фахівців в галузі інформатики, студентів спеціальності «Середня освіта (Інформатика)», керівників шкіл та вчителів інформатики. За результатами опитування було обрано чотири найвагоміших, на думку експертів, компонентів – інформаційна діяльність, інформаційний світогляд, інформаційна компетентність і комунікативна компетентність. Інші ж елементи, на думку авторів, уточнюють або є частиною перерахованих чотирьох компонентів. Так, інформаційний стиль мислення, алгоритмічне мислення визначають і характеризують інформаційний світогляд; інформаційну активність можна розглядати як критерій і показник інформаційної діяльності; інформаційна гігієна та інформаційна екологія як складові інформаційної безпеки; інформаційну етику можна розглядати як

основу інформаційної поведінки особистості; інформаційний досвід – це результат інформаційної діяльності, який забезпечує інформаційну компетентність особистості; креативний стиль мислення є певний рівень сформованості інформаційного світогляду [414].

М. І. Жалдак виділяє наступні компоненти інформаційної культури учителів математики:

- «розуміння сутності інформації та інформаційних процесів, їх ролі в процесі пізнання навколишньої дійсності та створюючої діяльності людини»;

- «розуміння проблем подання, оцінки і вимірювання інформації, її сприймання і розуміння, сутності формалізації суджень, зв'язку між змістом та формою, абстрагування від змісту і виділення лише семіотичної сторони, ролі формалізації змістовних суджень та інформаційного моделювання в сучасних інформаційних технологіях»;

- «розуміння сутності неформалізованих, творчих компонент мислення: постановка задачі чи реалізація проблемної ситуації, вироблення критеріїв добору потрібних, що приводять до розв'язку, операцій»;

- «уміння будувати інформаційні моделі досліджуваних процесів і явищ, аналізувати їх за допомогою сучасних ІКТ та інтерпретувати отримані результати, систематизувати факти, синтезувати, осмислювати і формулювати висновки, узагальнювати спостереження, передбачати наслідки прийраних рішень і вміння їх оцінювати»;

- «володіння системами опрацювання текстових, числових і графічних повідомлень і даних, баз даних і знань, предметно-орієнтованих прикладних систем»;

- «розуміння сутності математичного моделювання, адекватності моделі досліджуваному явищу, коректності постановки задачі, стійкості методу розв'язування та відповідного алгоритму, впливу похибок на результати обчислень, володіння елементами обчислювальної та програмістської культури»;

- «володіння сучасними предметно орієнтованими інформаційними технологіями»;

- «вміння використовувати сучасні ІКТ для підготовки, супроводу, аналізу, коригування навчального процесу»;

- «вміння добирати найбільш раціональні методи і засоби навчання, враховувати індивідуальні особливості учнів, їх запити, нахили і здібності»;

- «вміння ефективно поєднувати традиційні методичні системи навчання із новими інформаційно-комунікаційними технологіями» [131].

Звернемо тепер увагу на компоненти візуальної культури. Поняття візуальної культури до цього часу не було предметом дослідження освітян,

тому у науковій та методичній літературі змістові компоненти у складі візуальної культури виділено або без орієнтації на освітню галузь, або з орієнтацією на підготовку фахівців, так званих «творчих спеціальностей». Тому повернемо вектор до контент-аналізу проблеми підготовки майбутніх фахівців до візуалізації навчальної інформації та суміжних проблем.

Досліджуючи проблему готовності майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до застосування технологій візуалізації у предметно-професійній діяльності Л. Білоусова та Н. Житеньова виділяють наступні компоненти такої готовності:

- мотиваційно-ціннісний (професійний інтерес майбутнього вчителя до оволодіння використанням технологіями візуалізації, усвідомлення цінності застосування візуальних дидактичних засобів й налаштованість на набуття вмінь їх створювати і застосовувати у власній освітній практиці);

- когнітивний (сформованість системи знань щодо педагогічних, психологічних, методичних засад використання технологій візуалізації в освітньому процесі);

- операціонально-інструментальний (володіння практичними прийомами створення візуального контенту, здатність раціонально добирати й ефективно застосовувати сучасні високотехнічні інструменти візуалізації);

- практично-діяльнісний (вміння педагогічно доцільно застосовувати візуальні матеріали на різних етапах уроку, освітнього процесу, для окремих учнів, певної категорії учнів, фронтально тощо; добирати потрібні засоби візуалізації або створювати власні, оцінювати їх ефективність, адаптувати до конкретних умов освітнього процесу, вирішення поставлених педагогічних завдань);

- рефлексивно-оцінювальний (здатність аналізувати та оцінювати власну професійну діяльність щодо використання технології візуалізації в освітньому процесі, визначати шляхи і способи самовдосконалення у педагогічному, методичному, технологічному аспектах) [44].

А. Г. Рапуто у готовності викладачів до візуального представлення знань з використанням сучасних інформаційно-телекомунікаційних технологій виділяє такі компоненти як: «володіння технологіями представлення знань в «стислому», «згорнутому» вигляді за рахунок системного квантування і когнітивної візуалізації навчального матеріалу; володіння технологіями екстеріорізації психологічних репрезентацій навчального матеріалу шляхом створення когнітивних графічних зображень і візуальних метафор; розвинене візуально-образне мислення; володіння когнітивною візуалізацією великого обсягу інформації, в тому числі слабоструктурованої; вміння зберігати отриману і перероблену візуальну інформацію, а при необхідності передавати

її для колективного використання; вміння чітко візуальним способом, не обов'язково за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, представляти результати діяльності; знання правил і прийомів композиції і колористики; знання заснованої на механізмах мислення методології роботи з мультимедіа» [325].

О. В. Семеніхіна у структурі професійної готовності майбутніх учителів математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань виділяє наступні компоненти:

– «особистісний компонент характеризує ставлення майбутнього вчителя математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань у педагогічній діяльності, його інтерес до запровадження цих засобів у власну професійну практику, бажання вивчати інструментарій програм динамічної математики та вчити підлітків його використовувати»;

– «когнітивний компонент передбачає наявність у вчителя математики теоретичних інформатико-математичних знань ..., знань про класифікацію комп'ютерних програмних засобів у галузі математики, усвідомлення шляхів їх використання при розв'язуванні різних класів математичних задач, здатність здійснювати раціональний вибір окремої програми динамічної математики та її інструментів серед розмаїття таких програм з урахуванням навчальної мети, розумових здібностей учнів, обраних форм і методів навчання тощо»;

– «процесуальним компонентом визначено вміння оперувати інструментарієм різних програм динамічної математики при розв'язуванні конкретних задач шкільного курсу математики, здатність створювати власні інструменти для розв'язування цілих класів задач, розробляти електронні навчальні матеріали на основі засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань та впроваджувати їх у практику навчання, вміння розробляти уроки з використанням засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань, де враховуються доцільність залучення обраного інструментарію, виваженість і спроможність його використання»;

– «рефлексивний компонент характеризує здатність аналізувати професійну діяльність щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань у власну практику й практику колег, передбачає критичне ставлення до обраної програми динамічної математики та її інструментарію в контексті професійних завдань, наявність розвинених навичок самоаналізу та рефлексії, відсутність побоювань відносно невдач при запровадженні експериментальних форм навчання» [358].

Оскільки під візуально-інформаційною культурою майбутніх учителів

математики та інформатики розуміємо інтегративну якість особистості, то вона має включати різні компоненти, серед яких ми виділяємо наступні: професійно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, рефлексивний компоненти (рис.1.6).



**Рис.1.6. Компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики**

При визначенні структури візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики не можна обмежуватися виділенням основних її компонентів. Змістове наповнення кожного з цих компонентів і механізм їх формування обумовлений новоутвореннями, оскільки кожен компонент формується як окремо, так і у комплексі.

*Професійно-мотиваційний компонент* є доміантним, системоутворювальним, визначальним для вектору майбутньої професійної діяльності вчителя. У психолого-педагогічній літературі мотивація розглядається у двох розуміннях: як сукупність мотивів і як процес, механізм утворення мотивів. Під мотивацією будемо розуміти детермінацію поведінки, при чому детермінантами виступають зовнішні та внутрішні стимули. Зовнішня мотивація пов'язана з факторами, ситуаціями навколишнього середовища, психологічним впливом інших людей, тоді як внутрішня пов'язана з особистісними диспозиціями (потребами, установками, інтересами, бажаннями), вона проявляється у особистій зацікавленості змістом та результатами професійної діяльності [149].

Професійно-мотиваційний компонент пов'язаний, передусім, із прагненням майбутніх учителів математики та інформатики до професійного вдосконалення, бути у тренді сучасних освітніх інновацій; стійкою потребою у підвищенні обізнаності із досвідом вітчизняних та зарубіжних колег; бажанням вивчати нові технології та методики навчання в умовах «візуального повороту» у суспільстві, поповнювати арсенал своїх напрацювань.

Майбутні вчителі математики та інформатики мають усвідомлювати нагальність проблеми візуалізації навчального контенту, цінність, значущість використання візуалізації в освітньому процесі з метою підвищення його ефективності та інтенсифікації. Даний компонент характеризується внутрішнім спонуканням до впровадження засобів комп'ютерної візуалізації у освітній процес як відповідь на збільшення візуальної складової у всіх сферах життя; потребою у використанні засобів комп'ютерної візуалізації як реакції на зростання обсягів інформації та обмеженості у можливостях її опанування.

Невід'ємною складовою візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики є вмотивованість вибудовувати освітній процес з урахуванням нормативно-регулятивної бази цифрової трансформації освіти.

Сформованість візуальної культури пов'язана з інтересом до запровадження індивідуальних освітніх траєкторій учнів, причому провідну роль повинно відігравати урахування їх психологічних особливостей та типу сприйняття навчальної інформації представниками покоління Z і наступного покоління  $\alpha$ .

Майбутні вчителі математики та інформатики мають прагнути розкрити власний особистісно-творчий потенціал, досягти успіху у професійній діяльності, працювати «на результат».

*Когнітивний компонент*, насамперед, передбачає наявність теоретичних знань з математико-інформатичних дисциплін, що забезпечує фундаментальну теоретичну підготовку і слугує підґрунтям для всієї подальшої професійної діяльності.

У сучасних умовах цифрова трансформація освітньої сфери є процесом необхідним та незворотнім. У зв'язку з цим сформованість візуальної культури обов'язково повинна бути пов'язана з наявністю у майбутніх учителів математики та інформатики уявлень про процеси інформатизації та діджіталізації освіти.

Когнітивний компонент характеризується сформованою системою знань щодо педагогічних, психологічних та методичних засад використання засобів комп'ютерної візуалізації в освітньому процесі. Майбутній учитель

математики та інформатики повинен бути обізнаним із психологічними процесами, що приймають участь у процесі візуального сприйняття.

Даний компонент визначається також сформованою системою: теоретичних знань у галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій; системою теоретичних знань про структурування навчального контенту; системою теоретичних знань та уявлень, що дозволяють не тільки засвоювати одиниці навчального матеріалу через візуальні моделі знань, а і самостійно їх проектувати й розробляти та розумінням доцільності візуальної форми подання навчальної інформації.

Когнітивний компонент передбачає наявність уявлень про хмарні сервіси предметного спрямування, про можливості автоматизованого контролю знань, організованого на базі візуалізованих завдань.

Майбутній учитель математики та інформатики повинен мати уявлення про можливості розкриття дидактичного потенціалу електронних засобів навчання; усвідомлення шляхів використання засобів комп'ютерної візуалізації з урахуванням навчальної мети, обраних форм і методів навчання.

Засвоєння будь-яких знань відбувається у процесі пізнавальної діяльності, причому знання не є пасивним відбиттям навколишньої дійсності, а є результатом активної творчої діяльності. Тому до когнітивного компонента слід також віднести і педагогічне мислення, що передбачає уміння бачити педагогічні ситуації та явища, розпізнавати та моделювати їх, прогнозувати можливі наслідки та уникати негативу.

Когнітивний компонент характеризується розвиненим візуальним мисленням, яке вбачається нами у вмінні трансформації різних проблемних ситуацій у структурі нових знань, у створенні пізнавальних структур, в яких інформація подається шляхом створення моделей, схем тощо.

Обов'язковою у структурі візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є наявність знань про класифікацію спеціальних програмних засобів предметного спрямування, про засоби комп'ютерної візуалізації, зокрема про програми динамічної математики, про їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач.

*Операційно-діяльнісний компонент* визначено володінням комплексом умінь щодо використання хмаро орієнтованих технологій та технологій мобільного навчання у освітньому процесі з метою візуалізації; володінням технологіями когнітивної візуалізації навчальної інформації; вмінням оцінювати ефективність обраної технології з урахуванням візуального типу сприйняття навчальної інформації сучасними учнями.

Майбутні учителі математики та інформатики повинні вміти педагогічно доцільно добирати, застосовувати, створювати власні когнітивно-візуальні моделі, адаптувати їх до умов освітнього процесу та вирішення професійних завдань; володіти правилами, практичними прийомами та пріоритетними способами аналізу, синтезу, узагальнення, структурування навчального контенту, представлення його у структурно зрозумілій формі з огляду на педагогічну мету та можливості реципієнта; володінням практичними прийомами візуального перекладу (уміння перевести візуальний образ у вербальну мову і навпаки), представлення навчальної інформації у вигляді пізнавальної структури.

Операційно-діяльнісний компонент характеризується здатністю раціонально обирати програмне забезпечення предметного спрямування для розв'язування професійних задач з позиції праксеології; вмінням вільно оперувати інструментарієм різних засобів комп'ютерної візуалізації при розв'язуванні певних класів задач шкільного курсу математики; вмінням інтерпретувати отримані результати, осмислювати і формулювати висновки.

Невід'ємною складовою візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є вміння розробляти навчальні матеріали з різною навчальною метою (організація комп'ютерного експерименту, візуалізоване повторення, візуалізований контроль знань тощо) та доцільно, виважено й виправдано впроваджувати їх в освітній процес (використовувати їх для підготовки, супроводу, аналізу, коригування). Серед іншого вибір методів, засобів і форм навчання має бути раціональним, враховувати індивідуальні особливості учнів, зокрема візуальний тип сприйняття навчальної інформації, їх запити, нахили, з метою прогнозу ефективності та корекції освітнього процесу.

Операційно-діяльнісний компонент візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики передбачає вмінням розробляти уроки, поєднуючи традиційні системи навчання та цифрові технології. Зауважимо, що сформованість даного компонента інколи проявляється не у тому, щоб застосувати цифрові технології з метою когнітивної візуалізації навчального контенту, а у тому, щоб утриматися від такого застосування в тих випадках, де це не є доцільним.

Операційно-діяльнісний компонент візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики характеризується також комунікативним аспектом: вмінням передавати навчальну інформацію візуальними засобами, з одного боку, та вмінням сприймати і розуміти навчальну інформацію, подану візуально, з іншого.

За визначенням філософського словника, «комунікація» (від

лат. *communicato* – роблю спільним, спілкуюся) в широкому розумінні – це передача повідомлення [383, с. 190]. Звернемо увагу, що у словнику іншомовних слів «комунікація» трактується як спілкування, «обмін думками, передача інформації за допомогою мови» [381, с. 313]. Але таке тлумачення звужує зміст до окремого типу комунікації – вербальної комунікації.

Операційно-діяльнісний компонент з огляду на комунікативний аспект передбачає взаємодію, комунікацію, яку за ступенем «включення аудиторії» в акт комунікації, можна вважати пасивною. Зауважимо, що структурними складовими комунікативного акту є відправник (викладач/учитель) – інформація – канал – одержувач (суб'єкт навчання) (рис.1.7).



**Рис.1.7. Структурні складові комунікативного акту**

У нашому дослідженні обмежуємося лише візуальним каналом передачі інформації і зосереджуємося на такому типі комунікації як візуальна комунікація.

Візуальну комунікацію між викладачем (учителем) та суб'єктом навчання розуміємо як складову професійно-педагогічної комунікації – систему безпосередніх чи опосередкованих зв'язків, взаємодій педагога, що реалізуються за допомогою невербальних засобів, засобів комп'ютерної візуалізації з метою взаємообміну інформацією, моделювання й управління процесом комунікації [73]. Візуальні комунікації використовують виключно зоровий канал сприйняття інформації. Зауважимо, що «навігація у візуально диференційованому і структурованому інформаційному потоці здійснюється набагато легше» [395].

До того ж операційно-діяльнісний компонент передбачає візуальну комунікацію між об'єктом (комунікатом), в ролі якого виступають візуальні моделі, та суб'єктом (комунікантом) сприйняття навчальної інформації, в ролі якого виступають суб'єкти навчання. У такому процесі надважливим є зворотній зв'язок. Комунікація – це не проста передача інформації, це двосторонній процес, який, на відміну від інформування, полягає у формулюванні вчителем чіткого візуального повідомлення і переконанні у тому як реципієнт, суб'єкт навчання, його зрозумів.

У структурі візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики виділяємо також *рефлексивний компонент*. Рефлексію розуміємо як спосіб аналітичної діяльності, спрямований на

критичне осмислення власного «Я», своєї діяльності, що дозволяє прогнозувати та корегувати власну подальшу професійну діяльність. Важливість ролі рефлексивних механізмів у професійній діяльності вбачаємо у забезпеченні умови подальшого професійного саморозвитку та самовдосконалення у педагогічному, методичному та технологічному аспектах.

Усвідомлений саморозвиток майбутнього вчителя математики та інформатики означає самозбагачення, яке усвідомлюється, схвалюється та є бажаним. Процес саморозвитку забезпечує послідовну зміну особистісних станів, де кожний наступний є удосконаленням попереднього. У цьому контексті рефлексію мислимо як потребу у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі математичних та інформатичних дисциплін, цифрових технологій.

Рефлексивні дії дозволяють індивідуалізувати власну професійну діяльність, здійснювати самоаналіз, оцінювання та рефлексивну інтерпретацію власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес, що сприяє вибору педагогічно доцільних стратегій коригування подальшої діяльності з метою усунення власних недоліків. Невід'ємною складовою сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є критичне ставлення до обраного засобу когнітивної візуалізації, до обраної технології візуалізації навчального контенту;

За допомогою педагогічної рефлексії відбувається зіставлення обраних шляхів професійної діяльності оптимальним методичним і педагогічним зразкам.

Визначені структурні компоненти відображають цілісне розуміння сутності візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики й акцентують, що формування такої культури є складним багаторівневим, інтегративним процесом професійної підготовки, що охоплює всі етапи навчання у закладі вищої освіти.

Компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики схарактеризовано у повному обсязі і досить широко, що утруднює визначення рівнів сформованості. Це зумовлює пошук критеріїв для визначення рівнів сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

## *Висновки до розділу 1*

Сучасна молодь живе, навчається і у майбутньому буде працювати у візуально наповненому світі, де поширення візуальних образів обумовлює зміну способу сприйняття інформації. Тому навички роботи з візуальними матеріалами (інтерпретація, оцінка, створення, поширення тощо) стає необхідною складовою освіти XXI ст.

В умовах «візуального повороту» суспільство формує запити на висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з інформацією у візуальній і графічній формі, що обумовлює формування нової культури сприйняття візуальних образів. Майбутній учитель має бути спроможним знайти, інтерпретувати та узагальнювати візуальну інформацію, за потреби представляти її суб'єктивний аналіз, критично оцінювати, створювати нову для подальшого її застосування чи вирішення професійних завдань, іншими словами затребуваними стають учителі із високим рівнем сформованості візуально-інформаційної культури.

Особливо чітко ці зміни мають відбиватися на фаховій підготовці майбутніх учителів математики та інформатики, які мають забезпечити цілісність і системність освітнього процесу, практичними засадами якого будуть структурування навчального контенту, раціональне та виважене використання спеціалізованого програмного забезпечення у галузі математики з розумінням доцільності візуальної форми подання навчальної інформації.

Візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики – це інтегративна якість особистості, яка поєднує: здатність сприймати, інтерпретувати, продукувати інформацію подану візуально; уміння аналізувати, порівнювати, співставляти, інтегрувати, оцінювати, структурувати навчальну інформацію; уміння взаємодіяти з когнітивно-візуальними моделями і якій притаманна здатність до аналізу, прогнозування, рефлексії власної професійної діяльності, яка забезпечує професійний творчий саморозвиток, самовдосконалення й підвищення фахового рівня.

Розмежовуючи поняття компетентний учитель та культурний учитель через призму «візуально-інформаційності», будемо вважати, що компетентний учитель – це вчитель, який володіє системою знань, умінь та навичок щодо сприйняття, інтерпретації, створення інформації поданої візуально, та вміє аналізувати, порівнювати, співставляти, інтегрувати, оцінювати, структурувати навчальну інформацію, уміння взаємодіяти з когнітивно-візуальними моделями, тобто готовий і здатний застосовувати їх

у професійній діяльності. А вчитель із високим рівнем візуально-інформаційної культури – це компетентний вчитель, який здатний до аналізу, прогнозування, рефлексії власної професійної діяльності, проявляє підвищений інтерес до можливостей професійного творчого саморозвитку, спрямований на постійне самовдосконалення й підвищення фахового рівня.

У структурі візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики виділяємо професійно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, комунікативний, рефлексивний компоненти.

Мотиваційний компонент характеризується професійною спрямованістю на впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес.

Когнітивний компонент характеризується наявністю предметних, методичних, психологічних та технологічних знань щодо візуалізації та діджиталізації освіти. Належний рівень сформованості візуальної культури неможливий без розвиненого візуального мислення. Візуальне мислення – це вид продуктивної мисленнєвої діяльності, що відображає зв'язки й відношення об'єктивної реальності засобами візуального кодування й відповідає найвищому рівню розвитку наочних форм мисленнєвої діяльності, результатом якої є створення нових пізнавальних структур.

Операційно-діяльнісний компонент визначено володінням засобами когнітивної візуалізації навчальної інформації; володінням комплексом умінь щодо використання хмаро орієнтованих технологій та технологій мобільного навчання у освітньому процесі з метою візуалізації; вмінням оцінювати ефективність обраної технології з урахуванням візуального типу сприйняття навчальної інформації сучасними учнями; вмінням передавати навчальну інформацію візуальними засобами, з одного боку, та вмінням сприймати і розуміти навчальну інформацію, подану візуально, з іншого.

Рефлексивний критерій характеризується здатністю до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес.

## РОЗДІЛ 2

### КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

#### *2.1. Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики*

Стратегія формування візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики вимагає обґрунтування відповідних концептуальних положень.

Поняття «концепція» визначається як (з лат. conceptio – розуміння) задум (художника, поета, вченого); форма тлумачення основної ідеї теорії; система поглядів на певне явище, спосіб його розуміння й тлумачення [240, с.73].

На думку В. С. Безрукової концепція – це чітке уявлення про найближче майбутнє, «маніфест» про педагогічні наміри. Вона будується на результатах наукового дослідження, глибокого діагностування об'єкту проектування [28].

Н. М. Боритко під педагогічною концепцією розуміє систему принципів діяльності педагога по досягненню діагностично сформульованої педагогічної мети. Концепція реалізується в практику педагогічної діяльності у програмах і методиках. Вона визначає вихідні позиції педагога в аналізі, моделюванні, проектуванні й реалізації різних видів педагогічної діяльності [53, с. 76].

Е. В. Бондаревська вважає, що концепція в педагогіці – це основоположний задум, ідея педагогічної теорії, яка вказує спосіб побудови системи засобів навчання і виховання на основі цілісного розуміння сутності цих процесів. Вона є стратегією педагогічної діяльності, визначаючи розробку відповідних теорій [296, с.116].

М. В. Буланова-Топоркова зазначає, що концепція – одна з форм проектування, за допомогою якої викладається основна точка зору, провідний задум, теоретичні вихідні принципи побудови педагогічних систем або процесів. Як правило, концепція будується на результатах наукових досліджень. Хоча вона буває досить узагальнена та абстрактна, але все-таки має велике практичне значення. Призначення концепції – викласти теорію в конструктивній, прикладній формі. Таким чином, концепція включає лише ті ідеї, принципи, положення, які можна реально запровадити у конкретних умовах, що склалися [294, с. 104].

Отже, концепція формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики є тлумаченням суті, змісту, мети та особливостей процесу такого формування. Для прикладу, згідно з

[193] концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики повинна містити: 1) загальні положення; 2) понятійно-категоріальний апарат концепції; 3) теоретико-методологічні основи концепції; 4) ядро концепції; 5) змістовно-сміслове наповнення концепції; 6) педагогічні умови ефективного функціонування і розвитку педагогічної концепції; 7) верифікацію.

У концепції потрібно визначити провідну ідею, закони, методологічні підходи та дидактичні принципи, на яких ґрунтується процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

*Провідна ідея концепції* полягає в ідеалізації процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у відповідності до запитів інформаційного суспільства на фахівців, здатних сприймати, аналізувати, розробляти, обґрунтовувати когнітивно-візуально моделі знань, який базується на філософських законах (закон єдності і боротьби протилежностей, закон заперечення заперечення, закон переходу кількісних змін у якісні), спирається на методологічні підходи (системний, особистісно орієнтований, компетентнісний, акмеологічний, культурологічний; специфічні методологічні підходи: когнітивно-візуальний, праксеологічний, BYOD-підхід), специфічні принципи навчання (технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризма) та передбачає своєчасне і оперативне оновлення (модернізацію, удосконалення) змісту професійної підготовки (освітньо-професійні програми, навчальні плани, робочі програми, впровадження спецкурсів) та активне використання інфтерактивних та інформаційних технологій навчання.

Концепція включає чотири взаємопов'язані концепти, які сприяють реалізації головної ідеї дослідження: філософський, методологічний, теоретичний і технологічний (рис.2.1).

Реалізація концепції зумовлює важливість обґрунтування ідеї дослідження на *філософському рівні*.

В основі філософського рівня концепції є:

- загальні положення про діяльність як спосіб людського буття, про особистість як суб'єкт діяльності і відносин;
- філософські аспекти творчості та формування творчого потенціалу особистості);
- ідеї щодо єдності свідомості й діяльності, теорії та практики, безперервності зміни і розвитку явищ буття;
- універсальний категоріальний апарат науки в цілому та закони

діалектики, які виступають як фундаментальні принципи буття й усвідомлення об'єктивної реальності, вважаються методологічною основою наукового дослідження в усіх галузях науки (Г. Гегель [83], І. Кант [162], О. М. Леонтьєв [213] та інші).



**Рис. 2.1. Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики**

На філософському рівні основою формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики є *діалектичний підхід*, який дозволяє вивчати процеси і явища у їх взаємозв'язках, динаміці, розвитку; спостерігати перехід кількісних змін у якісні; виявляти внутрішні суперечності, єдність протилежностей, базуючись на цьому, визначати рушійні сили пізнання; керуватися законом заперечення заперечення, аналізуючи в єдності теорію і практику явищ, що вивчаються.

*Закон єдності і боротьби протилежностей* розкриває природу, пояснює процес розвитку через наявність об'єктивно наявних суперечностей. Рушійною силою розвитку природи, суспільства і людського пізнання є процес подолання існуючих суперечностей [238, с. 36]. На думку В. Загвязинського, «у навчальному процесі існують суперечності між досягнутим на кожному етапі навчання рівнем знань, умінь і навичок і тим рівнем, який необхідний для розв'язання поставленого завдання». Це, на думку науковця, є ядром рушійних сил навчального процесу [134, с. 28].

В освітній практиці суб'єкт навчального процесу завжди має відчувати необхідність у подоланні посильних інтелектуальних труднощів,

мисленнєвих утруднень, потребу в оволодінні новими способами дії, а для цього педагогові необхідно створювати суперечності між потребами і можливостями студента [238, с. 38]. В освітньому процесі Є. В. Романов виокремлює суперечності між: потребами суспільства до якості професійної підготовки спеціаліста (вчителя) та її реальним рівнем; лінійною традиційністю (усталеністю) державних освітніх стандартів й об'єктивною необхідністю постійного примноження (вдосконалення) знань, детермінованих розвитком сучасного суспільства; необхідністю високопрофесійної майстерності фахівця та потребою у постійному підвищенні рівня його теоретико-практичної підготовки [348, с. 43-44].

Доповнимо наведений перелік суперечністю між поколіннями: між способом сприйняття інформації студентами, майбутніми вчителями математики та інформатики (представниками покоління Z) і способом подання інформації викладачами, представниками іншого покоління.

Згідно з теорією поколінь основні антропогенні, соціально-психологічні та ідейно-моральні характеристики особистості залежать від умов, у яких вона росла і виховувалася до 12-14 років. Саме в цей час відбувається формування духовних цінностей та особистісних якостей, на основі яких гуртуватиметься вся подальша усвідомлена діяльність людини. За В. Штраусом і Н. Хоувом покоління – це сукупність людей, народжених в проміжок часу близько 20-ти років, яка розділяє єдину історичну епоху, загальні переконання, моделі поведінки, відчувають себе частиною покоління [266].

Ключовою тезою такої міждисциплінарної теорії є той факт, що проміжок часу, в який народилася та чи інша людина, впливає на його світогляд, на її систему цінностей. Вчені звернули увагу на «конфлікт поколінь», який зовсім не пов'язаний з віковими суперечностями. Люди, досягаючи певного віку, набувають вікові цінності, характерні для цього періоду, так як діти, досягнувши віку своїх батьків, не стають такими ж, як вони, їхнє ставлення до життя все одно інше.

Сучасні студенти, представники покоління Z, мають так зване «кліпове мислення» і володіють переважно візуальним способом сприйняття інформації. В той же час викладачі закладів вищої освіти, представники інших поколінь, у переважній своїй більшості поколінь X та Y, подають навчальну інформацію у зручному для них та традиційному для вітчизняної освіти лінійному вигляді, що і складає суть суперечності поколінь.

На думку І. Д. Нищак суб'єктивні суперечності трансформуються у рушійну силу розвитку освіти лише тоді, коли відбувається їх успішне вирішення й усунення [260, с. 96]. Виокремлення наявних суперечностей дає

змогу на філософському рівні окреслити стратегію й етапи вдосконалення усталеної підготовки вчителів математики та інформатики у закладах вищої освіти з метою часткового розв'язання означених проблем.

*Закон заперечення заперечення* характеризує розвиток від простого до складного. Під запереченням розуміють такий момент розвитку природи, суспільства, особистості, коли застарілі властивості чи ознаки, характерні для певного стану, трансформуються або замінюються новими, більш досконалими. Заперечення – це «заміна» одного нижчого ступеня розвитку іншим, більш високим, зі збереженням цінного, необхідного, що сформувалося на попередніх етапах розвитку [238, с. 38]. Є. В. Романов зазначає, що закон заперечення заперечення реалізується у процесі пошуку й усунення категорій, які перешкоджають накопиченню знань та стримують прогресивний рух вперед. При цьому зміст заперечуваних знань не відкидається повністю, а зберігається у нових концепціях з виокремленням «позитивного» [348, с. 45]. З цього приводу В. Кохановський стверджує, що нові теорії не заперечують повністю старі, а повторюють їх у видозміненій формі на більш високому рівні, розширюючи та доповнюючи відповідну предметну область [191, с. 212].

У педагогічній науці і практиці закон заперечення заперечення втілюється через заміну рівня актуального розвитку суб'єктів навчання зоною їх найближчого розвитку, що покладено в основу дидактичної системи розвивального навчання [238, с. 37]. Категоріями заперечення у процесі підготовки майбутніх учителів математики та інформатики виступають цілісність і розчленованість такої підготовки. Цілісність професійної підготовки заперечується через розвиток інформаційного суспільства і розпочинається процес формування нових самостійних видів професійної діяльності (візуалізація, використання спеціалізованого програмного забезпечення, створення цифрового освітнього середовища), що призводить до появи нових спецкурсів, зокрема, з вивчення технологій візуалізації знань.

*Закон переходу кількісних змін у якісні* характеризує розвиток здебільшого з позиції зміни внутрішніх властивостей предмета чи явища. Під якістю, зазвичай, розуміють ознаки, властивості, особливості, які виступають ідентифікаційними чинниками предметів та явищ й уможливають їх поєднання у певні групи. Кількісна характеристика виражає просторово-часові властивості, тобто величину, кількість, ступінь прояву певної ознаки. Зміна кількісних характеристик, досягнення певної межі, призводить до зміни і якості предмета чи явища, тобто кількісні зміни переходять у якісні і навпаки [238, с. 36-37]. В. Кохановський вважає, що етап кількісних змін у науці передбачає поступове накопичення нових фактів, спостережень,

експериментальних даних, що у певний момент часу неодмінно призводить до корінних якісних змін, виникнення нового предмету, нової якості, тобто зумовлює процес розширення, уточнення вже сформульованих теорій, понять і принципів [191, с. 211].

На думку І. Д. Нищак, закон переходу кількісних змін у якісні в системі освіти передбачає постійне та систематичне поглиблення рівня знань, що зумовлює стрибок в інтелектуальному розвитку особистості; пояснює механізм взаємодії традицій і новаторства в навчальному процесі. Новації приходять на зміну традиціям поступово, змінюючи традиційні методи і форми організації навчального процесу, що зумовлює появу на деякому етапі нової якості стану системи освіти, забезпечує більш успішне оволодіння інтегрованим людським досвідом [260, с. 98].

У контексті формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики, можна стверджувати, що закон переходу кількісних змін у якісні підтверджується збільшенням кількості спеціалізованого програмного забезпечення, появою нових технічних засобів, розвитком інформаційних технологій, розширенням графічної мови, що призводить до появи якісно нового способу подання математичних знань і, відповідно, вносить корективи у зміст підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

При реалізації діалектичного підходу процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики регулюється наступними принципами:

1) динамічності – полягає у розгляді процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як системи, що постійно розвивається й удосконалюється;

2) прогностичності – виражається у постійному передбаченні нових тенденцій і змін у вищій педагогічній освіті та відображенні їх у змісті фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики;

3) єдності наукової і навчальної форм пізнання – полягає у розгляді наукового та навчального пізнання як єдиної ланки пізнавального процесу;

4) причинно-наслідкового зв'язку (принцип детермінізму) – визначає вплив різних чинників й умов у процесі педагогічної взаємодії на результат навчання.

Важливою філософською засадою формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики є *синергетичний підхід*, який спирається на ідеї, поняття і методи дослідження й управління відкритих нелінійних систем, здатних до самоорганізації та саморозвитку.

Синергетика дає можливість по-новому підійти до вирішення проблеми

розвитку педагогічних систем, розглядаючи їх з позиції відкритості та орієнтації на саморозвиток [7, с. 499].

Основними поняттями синергетики є відкритість, нелінійність, невірноваженість. На думку І. Д. Нищак, педагогічну систему можна вважати відкритою, оскільки в ній постійно відбуваються процеси обміну інформацією (знаннями) між суб'єктами освітнього процесу (викладачем і студентами) та цілеспрямованого здобуття нових знань. Це призводить до появи нових цілей, методів і засобів навчання. Крім того, постійно змінюється (оновлюється) й зміст освіти, оскільки він перестає відповідати системі необхідних знань і вмінь особистості у конкретний момент часу. Тобто виникає нелінійність між процесом і результатом навчання. Таким чином, в умовах постійного зростання освітнього інформаційного простору будь-яка педагогічна система виходить із стану рівноваги [260, с. 113].

Дослідниками В. І. Андрєєвою, Л. Я. Зоріною, М. М. Таланчук, В. І. Редюхін розкрито синергетичні закономірності освітньої діяльності – домінування самоосвіти, самоорганізації, самоврядування. Синергетичний підхід, на їхню думку, полягає в стимулювальному впливі на суб'єкта учіння з метою його саморозкриття та самовдосконалення в процесі співробітництва з іншими людьми і з самими собою.

В. М. Бойчук вважає, що «синергетичний підхід забезпечує гнучке реагування на швидко змінювальні соціально-педагогічні ситуації, швидко орієнтацію на соціальне замовлення щодо підготовки фахівців, варіативність навчання [49].

На думку І. Д. Нищак, у навчальному процесі «синергетичний підхід передбачає варіативність, тобто створення умов вибору та надання кожному суб'єктові навчального процесу (викладачу і студентам) можливість індивідуального стилю навчання (викладання), стимулювання самостійності вибору та прийняття відповідних рішень. Це проявляється здебільшого у можливості визначати індивідуальну траєкторію освіти, темп навчання, досягати різного рівня навченості, вибирати форми та методи навчання, індивідуальні засоби і методики, творчі завдання тощо» [260, с. 113].

*Залучення синергетичного підходу надає можливість сприймати формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як відкриту систему, що передбачає обмін інформацією між суб'єктами цього процесу; забезпечує перехід від організації процесу формування візуально-інформаційної культури до професійного самовдосконалення студентів.*

Вибір філософського рівня надає можливість дослідження професійної підготовки майбутніх учителів математики та математики з точки зору

загальнонаукового, світоглядного розуміння, системи загальних теоретичних поглядів на всесвіт, місця людини в ньому, з'ясування різних форм її ставлення до світу, що розглядається в пізнавальному, практичному й ціннісному аспектах.

Вважаємо, що філософський базис, який визначається ідеями й принципами, що містяться в концепції формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики надасть можливість отримати загальні орієнтири для нового пізнання й відкриття нових знань, обґрунтувати взаємозв'язки її теоретичної та практичної методології, окреслити основу для осмислення теоретико-методологічних основ дослідження.

## **2.2. Методологічні засади формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики**

*Методологічний концепт* формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики ґрунтується на використанні підходів загально наукової та конкретно-наукової методології, що дозволяє розробити концептуальні засади та сформувати цілісне уявлення про сутність і структуру феномена візуально-інформаційної культури як інтегративної характеристики особистості.

У філософському словнику методологія розглядається як: 1) сукупність пізнавальних засобів, методів, прийомів, що використовуються в науці; 2) галузь знань, що вивчає засоби, передумови і принципи організації пізнавальної і практично-перетворювальної діяльності [409, с. 329].

В. І. Загвязинський вважає, що «методологія науки – це вчення про вихідні положення, принципи, способи пізнання і перетворення дійсності» [135, с. 40]. С. У. Гончаренко трактує методологію як вчення про методи пізнання та перетворення дійсності [99, с. 207]. О. М. Новіков розглядає поняття «методологія» з позиції діяльнісного підходу і під методологією розуміє вчення про організацію діяльності. Таке визначення, на думку науковця, однозначно детермінує і сам предмет методології – організацію діяльності [263, с. 20-21].

Є. В. Романов характеризує методологію як систему принципів і методів формування абстрактно-логічного, категоріально-понятійного апарату, вищу форму узагальнення, що розкриває суб'єкт-об'єктну взаємодію у процесі пізнання [348, с. 41]. Отже, *методологія* – це сукупність керівних положень, яка описує закономірності процесу пізнання, тобто етапи переходу від простого споглядання (перцептивно-зорового сприйняття) об'єктів

оточуючої дійсності до формування відповідних уявлень. Таким чином, до основних завдань, які розв'язує методологія, відносять: опис і аналіз етапів наукового дослідження; встановлення галузі застосування окремих процедур і методів; аналіз принципів, підходів, концепцій дослідження та ін.

Теоретичним базисом для обґрунтування методології формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики на загальнонауковому рівні слугували праці щодо методології освіти (К. О. Альбуханова-Славська [4], І. В. Бауберг [46], Б. С. Гершунський [89], В. В. Краєвський [195], М. М. Скаткін [378], В. Д. Шадріков [430], В. С. Швірев [431], Е. Г. Юдін [448] та інші). Методологічне значення підходів полягає в тому, що їх вивчення та врахування позначається на світогляді автора концепції, на сукупності принципів, що скеровують дослідження на досягнення обраної мети, можливість вибору стратегії вирішення проблеми дослідження.

Конкретно-наукова методологія передбачає сукупність методів, принципів і прийомів дослідження, специфічних для наукового пізнання у конкретній галузі (зокрема, педагогіці) [191, с. 282]. Методологія педагогіки є похідною від загальної методології науки та розглядається як система знань про ключові положення педагогічної теорії, принципи підходу до розуміння педагогічних явищ і методів їх дослідження, а також шляхи впровадження набутих знань в освітню практику [172, с. 175].

В основу концепції формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики покладено основний (загальнонауковий) методологічний підхід – системний; конкретно-наукові методологічні підходи: особистісно орієнтований, культурологічний, компетентнісний, акмеологічний; специфічні методологічні підходи: когнітивно-візуальний, праксеологічний, BYOD, що забезпечили наукове підґрунтя розробки педагогічної моделі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики (рис.2.2).

*Системний підхід* розглядає процес вивчення об'єктів і явищ як педагогічну систему з усіма притаманними їй властивостями, особливостями й закономірностями. Відповідно, самостійні компоненти педагогічного процесу (мета, завдання, зміст, форма і методи навчання) розглядаються не ізольовано, а у взаємодії, розвитку та русі, що дає змогу виявляти їх загальні системні властивості та якісні характеристики, які не зводяться до механічної суми їх складових. У результаті взаємодії компонентів і їх об'єднання в більші одиниці з'являються нові властивості, які не притаманні окремим частинам цілого і які не були виявлені на попередньому рівні організації.



**Рис. 2.2. Методологічний концепт**

Концептуальні основи і принципи системного підходу вперше були сформульовані російським ученим А. А. Богдановим, доповнені австрійцем Л. фон Берталанфі (L. Von Bertalanffy) та в подальшому наслідувалися В. Г. Афанасьєвим [18], Ю. К. Бабанським [21], В. П. Беспальком [33], М. С. Каганом [158] та ін. На думку В. К. Сидоренка, методологія національної освіти повинна бути зорієнтованою здебільшого не на механічне накопичення навчального матеріалу, а на його систематизацію і внутрішнє структурування [372].

З позицій системного підходу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики розглядалося як відкрита (взаємодіє з іншими системами), динамічна (її змістове та організаційно-технологічне наповнення постійно удосконалюється) система, 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).

У контексті дослідження *системний підхід дозволяє розглядати формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів*

*математики та інформатики як складний цілісний динамічний процес, який зорієнтований на досягнення певної мети і передбачає системний науково-методичний супровід окремих інформатико-математичних курсів і спецкурсів, цілеспрямоване удосконалення системи неперервної післядипломної освіти педагогічних працівників та тематики кваліфікаційних (бакалаврських, магістерських) робіт.*

Побудова цілісної концепції формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики потребує доповнення методологічного підґрунтя конкретно-науковими підходами, які системний підхід інтегрує в єдиний комплексний методологічний задум.

Серед важливих підходів нами виділені особистісно орієнтований, культурологічний, акмеологічний, компетентнісний, праксеологічний, інтегрований. Зупинимось детальніше на кожному з них.

Під *особистісно орієнтованим підходом* розуміють таку організацію навчання, яка забезпечує розвиток, саморозвиток і продуктивну самореалізацію особистості студента, що здійснюється з опорою на його індивідуальні особливості як суб'єкта пізнання та предметної діяльності [34].

Теорію особистісно зорієнтованого навчання підтримують такі сучасні дослідники як В. В. Андрущенко [291], І. Д. Бех [34], І. А. Зязюн [147], О. Я. Савченко [350], С. О. Сисоєва [376], І. С. Якиманська [450] та ін.

О. Я. Савченко виокремлює важливі ознаки особистісно орієнтованого навчання: багатоваріантність методик викладання; уміння організовувати навчальний процес на різних рівнях складності; пробудження у студентів внутрішньої мотивації до навчання [350]. Особистісно орієнтований підхід передбачає врахування мотиваційних і вікових особливостей студентів, стимулювання активності особистості.

Реалізація особистісно орієнтованого підходу у контексті нашого дослідження передбачає врахування індивідуальних особливостей сучасних студентів.

Згідно теорії поколінь (Вільям Штраус і Ніл Хоув [468]) проміжок часу, в який народилася та чи інша людина формує низку її психофізіологічних особливостей. Сучасне покоління народилося в цифровому світі й не уявляє свого життя без Інтернету, комп'ютера, мобільного телефону або інших електронних пристроїв. Як наслідок, вони мають кліпове мислення, тобто сприймають навколишній світ через короткі яскраві образи без врахування зв'язків між ними. Таке мислення характеризується фрагментарністю, алогічністю, повною різноманітністю інформації, що надходить, високою швидкістю, перемиканням між частинами, фрагментами інформації, відсутністю цілісної картини сприйняття навколишнього світу. Кліпове

мислення передбачає спрощення, але в той же час не сприяє глибокому засвоєнню матеріалу. Природно, людина не народжується з таким мисленням, воно формується при тривалому споживанні інформації в мозаїчному вигляді.

Як наслідок, людина не може тривалий час зосереджуватися на будь-якій інформації, у неї знижена здатність до аналізу і вибудовування довгих логічних ланцюжків. Представники покоління Z мають переважно візуальний тип сприйняття інформації та мислення. Постійне перебування у візуальному середовищі з ранніх років формує навичку симультанного (нелінійного) сприйняття, тобто не послідовного звернення уваги до деталей, а моментального сприйняття всього образу. Цю здатність вчені називають селективно-візуальною увагою (Visual Selective Attention) [494].

На думку М. Мініган, представники покоління Z з легкістю можуть дешифрувати зміст графічної інформації, символічних виразів навіть за відсутності текстового супроводу [481]. Для порівняння, попередні покоління традиційно орієнтуються на текст як на первинне джерело інформації, а візуальні дані сприймають як супровід.

Вчені-психологи вважають, що зупинити зміни когнітивних процесів особистості неможливо. С. В. Докука цитує американського футуролога Е. Тоффлера: «з феноменом кліпової культури (кліпового мислення) рано чи пізно доведеться змиритися і навчитися жити далі» [113, с. 171]. Водночас С. В. Докука підкреслює і позитивну сторону феномену кліпового мислення, розглядаючи його як закономірну захисну реакцію організму людини на велику кількість розрізненої інформації, характерну для постіндустріального суспільства, що стало інформаційним [там само, с. 171]. Дослідники І. В. Лисак і Д. П. Белов [223, с. 262] відзначають позитивний вплив кліпового мислення на динамізм пізнавальної діяльності.

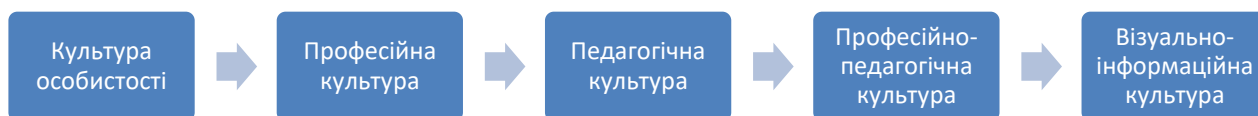
*У нашому дослідженні особистісно орієнтований підхід обумовлює сприйняття процесу формування візуально-інформаційної культури як процесу, в якому вибір методів, засобів і форм організації освітньої діяльності обумовлює індивідуальний підхід до суб'єктів навчання на основі урахування їх психологічних особливостей (переважно візуальний тип сприйняття інформації, «кліпове» мислення, селективно-візуальна увага тощо), забезпечує основу для побудови ними власних освітніх траєкторій.*

На думку І. В. Колмогорової, культурологічний підхід до педагогічних явищ слід розуміти як «сукупність теоретико-методологічних положень та організаційно-педагогічних заходів, спрямованих на створення умов для освоєння й трансляції педагогічних цінностей і технологій, котрі забезпечують творчу самореалізацію особистості вчителя у професійній

діяльності» [180, с. 166]. Зв'язок такого підходу з культурою забезпечує передусім акцент на професійних цінностях і самореалізації вчителя у професійній діяльності.

Розуміння освіти як культурологічного процесу відкриває шлях для формулювання основ культурологічного підходу до освіти: зв'язок освіти і культури (С. Гессен); пріоритету виховання над навчанням (І. Зеньковський). Ці основи дають підстави розглядати освіту як частину культури. Щоб забезпечити підйом людини до загальнолюдських цінностей і ідеалів культури, освіта повинна бути культуровідповідною [202, с.93]. Серед принципів культурологічного підходу виокремлюються: культуровідповідності, інтегративно-цілісності, динамічності, гуманізації, наступності, інноваційності.

Культурологічний підхід обумовлює розгляд візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як частинного виду культури вчителя у структурному ланцюзі «культура особистості – професійна культура – педагогічна культура – професійно-педагогічна культура – візуально-інформаційна культура» (рис. 2.3).



**Рис. 2.3. Місце візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики з позицій культурологічного підходу**

Зміст поняття «професійна культура педагога» зумовлений рамками конкретної професії й виконанням певної сукупності професійно педагогічних функцій. О. М. Новицька професійну культуру вчителя розуміє як «складну генетично й соціально детерміновану систему, невід’ємну від загальнолюдської культури, інтегративне особистісне утворення кваліфікованого фахівця, що характеризується наявністю в нього достатнього запасу педагогічних, методичних, спеціальних знань і вмінь у сукупності з високими індивідуально-моральними якостями й досвідом творчої діяльності» [264, с.11].

До загальної структури професійної культури фахівця О. О. Пономарьов відносить: належну фахову підготовку, високу загальну культуру, креативність та інноваційну спрямованість мислення, психологічну спрямованість на успішну діяльність в обраній сфері, сприйняття цієї діяльності як однієї з важливих життєвих цінностей, відчуття соціальної

значущості своєї професійної діяльності та її результатів, а також моральноетичні принципи і переконання, які забезпечують можливість свідомого та якісного виконання соціальних функцій професійної діяльності [305].

Педагогічна культура є частинним видом професійної культури, суб'єктом якої виступають педагоги [97, с.77]. Педагогічна культура вчителів є проявом загальної культури в умовах педагогічного процесу, що визначається як високий рівень духовного розвитку педагога та його професійної майстерності [258, с. 407]. Структуру педагогічної культури вчителя складають такі компоненти: педагогічні знання; педагогічні почуття та мотиви; педагогічні переконання; педагогічні вміння та навички; організаторсько-педагогічні здібності; культура спілкування та педагогічний такт [там само, с. 408-410].

Синтезом цих двох феноменів є «професійно-педагогічна культура – міра й спосіб творчої самореалізації особистості викладача в різноманітних видах педагогічної діяльності й спілкування, спрямованих на освоєння, передачу й створення педагогічних цінностей і технологій» [150, с.34]. На думку І. Ф. Ісаєва професійно-педагогічна культура виявляється «як інтегральна властивість особистості педагога-професіонала, як умова та передумова ефективності педагогічної діяльності, як узагальнений показник професійної компетенції викладача і як мета професійного самовдосконалення» [там само, с.30].

*Культурологічний підхід обумовлює розгляд візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як частинного виду професійно-педагогічної культури вчителя. Але у нашому дослідженні культурологічний підхід не є провідним, оскільки в системі «візуально-інформаційний» – «культура» пріоритетною вбачаємо «візуально-інформаційну» лінію і ґрунтуємося переважно на когнітивно-візуальному підході із дотриманням принципу орієнтації на інформаційні технології, а лінія «культура» виконує функцію уточнюючої характеристики.*

У нашому дослідженні ми використовуємо компетентнісний підхід, оскільки стратегічними напрямами державної політики в галузі освіти обрано модернізацію структури, змісту та організації освіти на засадах саме компетентнісного підходу (Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року) [311]. Наразі українська освіта переходить від знанневої освітньої парадигми до компетентнісної. Визначальною ознакою знанневої парадигми є формування знань. Увага приділяється більшою мірою розвитку пам'яті, меншою – вмінню мислити. Критерієм оцінки є теза: «Студент повинен знати». Визначальною ознакою

компетентнісної парадигми є формування умінь і навичок. Вітається набуття досвіду і вміння його застосовувати більшою мірою у нестандартних ситуаціях за невизначених початкових умов тощо. Критерієм оцінювання виступає теза: «Студент повинен бути компетентний».

В умовах трансформації вітчизняної системи освіти, зазначає О. Пометун, компетентнісний підхід зумовлює перегляд (оновлення) змісту навчання, спрямованість освітнього процесу на формування ключових компетентностей особистості, необхідних для успішної професійної реалізації фахівця та розв'язання практико-орієнтованих завдань [304, с. 66].

Поняття компетентності не зводиться тільки до знань і навичок, а належить до сфери складних умінь і якостей особистості. Компетентність включає не тільки знання і особистісні якості суб'єкта навчання, а і готовність їх застосовувати на практиці.

Важливість компетентнісного підходу відзначена не тільки вітчизняними освітянами і науковцями, але й зарубіжними. У світі реалізується Проект «Гармонізація освітніх структур в Європі» (Tuning Educational Structures in Europe, TUNING) [501], який підтримано Європейською комісією. Компетентнісний підхід у цьому проекті є методологічною основою розроблення навчальних програм та внесення до них змін, а результати навчання формулюються у термінах компетентностей.

На думку О. Г. Набоки «компетентнісно зорієнтована вища освіта є вимогою часу, законів постіндустріального, інформаційного суспільства, якому потрібні добре освічені фахівці із сучасним мисленням, здатні до продуктивних інновацій у своїй сфері професійної діяльності» [255].

Компетентнісний підхід в українській освіті набирає обертів, у тому числі завдяки психологічним особливостям молодого покоління, що живе в умовах цифрового, комп'ютерно-орієнтованого, віртуального середовища і відрізняється від інших поколінь активним візуальним сприйняттям світу. Застосування компетентнісного підходу дало можливість визначити важливі компетентності майбутніх учителів математики та інформатики: математичну [94, 321], цифрову [486], ІКТ-компетентність [38, 391, 250], інформаційну [36].

Математичну компетентність фахівців різного профілю досліджували О. Ю. Беляніна, Л. К. Іляшенко, Я. Г. Стельмах, а учнів загальноосвітніх шкіл С. А. Раков та інші. У педагогічній науці поняття «математична компетентність» розглядається по-різному залежно від контексту розв'язуваних дослідниками наукових завдань. М. С. Головань трактує математичну компетентність як «інтегративне утворення особистості, що поєднує в собі математичні та загальнонавчальні знання, вміння, навички,

досвід математичної та загальнонавчальної діяльності, особистісні якості, які обумовлюють прагнення, готовність і здатність розв'язувати проблеми і завдання, що виникають в реальних життєвих ситуаціях і потребують використання математичних методів розв'язання, усвідомлюючи при цьому значущість предмету і результату діяльності» [94].

С. А. Раков вважає, що математична компетентність визначається рівнями навчальних досягнень, для яких суттєвим є набуття математичних умінь, до яких належать: уміння математичного мислення, аргументування, математичного моделювання; уміння постановки та розв'язування математичних задач, презентації даних; уміння оперувати математичними конструкціями; уміння математичних спілкувань; уміння використання математичних інструментів. Складовими математичної компетентності є: технологічна компетентність – володіння сучасними інформаційно-комунікаційними технологіями підтримки математичної діяльності; дослідницька компетентність – володіння методами дослідження соціально та індивідуально значущих задач за допомогою ІКТ та математичних методів; методологічна компетентність – уміння оцінювати доцільність використання математичних методів та засобів ІКТ для розв'язання індивідуально і суспільно значущих задач [321].

Як зазначає Н. В. Морзе, в інформаційних політиках різних держав саме формуванню ІКТ-компетентності вчителів призначено головну роль. На основі аналізу досліджень з питань визначення змісту ІКТ компетентностей, проведеного дослідницею, зроблено висновок про те, що вони передбачають здатність орієнтуватися в інформаційному просторі; опрацьовувати, систематизувати, зберігати та передавати за допомогою комп'ютера й комп'ютерних засобів інформацію; застосовувати ІКТ у самонавчанні та повсякденному житті; здійснювати оцінювання процесу та результатів технологічної діяльності; розуміти методологічні аспекти та технологічні обмеження використання ІКТ для розв'язування індивідуальних та суспільно значущих задач тощо [250]. В своєму дослідженні автори визначають ІКТ-компетентність вчителя відповідно до міжнародних стандартів ЮНЕСКО 2008 року “Стандарти ІКТ компетентності для вчителів”. Ці стандарти наголошують на прямих зв'язках взаємовідношенні між використанням ІКТ, реформою освіти, економічним ростом держави та технологічною грамотністю, поглибленням знань, створенням знань [38, 391].

17 січня 2018 року схвалено оновлену редакцію ключових компетентностей для навчання впродовж життя (Рекомендація 2018/0008 (NLE) Європейського Парламенту та Ради (ЄС) [486] і серед компетентностей, які не зазнали змін, зазначається *цифрова*

*компетентність*, хоча її зміст кардинально оновлено відповідно до сучасного стану та тенденцій розвитку суспільства. Цифрова компетентність включає в себе впевнене, критичне та відповідальне використання та взаємодію з цифровими технологіями для навчання, роботи та участі у суспільстві і передбачає інформаційну грамотність та грамотність даних, комунікацію та співпрацю, здатність створювати цифровий контент (включаючи здатність програмувати), безпеку та здатність розв'язувати поточні завдання.

У Концепції НУШ серед ключових компетентностей виділяють інформаційно-цифрову компетентність, під якою розуміють «впевнене, та водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні; інформаційна й медіа-грамотність, основи програмування, алгоритмічне мислення, роботи з базами даних, навички безпеки в Інтернеті та кібербезпеці; розуміння етики роботи з інформацією (авторське право, інтелектуальна власність тощо)» [345].

У наукових дослідженнях розглядається графічна компетентність майбутніх технічних фахівців, майбутніх інженерів-педагогів, майбутніх вчителів технології, майбутніх фахівців з комп'ютерних наук. У контексті підготовки майбутніх учителів математики та інформатики графічна компетентність визначається як інтегративна здатність майбутніх учителів математики та інформатики до діяльності, що базується на графічних знаннях, уміннях та навичках, та готовності застосовувати їх у професійній діяльності [116]. Детальніше сутність дефініцій «графічна компетентність» та «візуальна компетентність» розкрито у підрозділі 1.2.

Інформаційна компетентність – це здатність особистості орієнтуватися в потоці інформації, уміння працювати з різними видами інформації, знаходити й відбирати необхідний матеріал, класифікувати його, узагальнювати, критично до нього ставитися, уміння використовувати комп'ютерні технології і на основі здобутих знань вирішувати будь-яку інформаційну проблему, пов'язану з професійною діяльністю.

Культура – це вищий ступінь прояву грамотності та компетентності і високий рівень сформованості культури неможливий без попередньо сформованих компетентностей. Оскільки «компетентність» є базою для наступної сходини «культура» у ланцюзі результативності освіти «грамотність-компетентність-культура», то сформованість математичної, ІКТ, цифрової компетентностей є необхідною передумовою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

У контексті нашого дослідження компетентнісний підхід до формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є основою забезпечення здатності використовувати графічні та візуальні знання, уміння і навички у професійній діяльності, використовувати засоби комп'ютерної візуалізації для створення візуалізованого контенту (від когнітивної наочності до організації візуалізованого експерименту).

Акмеологічний підхід (з грецької *акме* – вища точка, зрілість; *logos* – вчення, слово) полягає у вивченні особистості як цілісного феномена в єдності її суттєвих сторін (індивід, особистість, індивідуальність); орієнтації людини на постійний саморозвиток і самовдосконалення, мотивації високих досягнень, прагненні високих результатів, життєвих успіхів; організації творчої діяльності особистості на всіх етапах її неперервної освіти, створенні необхідних умов для самореалізації її творчого потенціалу [240, с.111].

Акмеологія виникла як наука про розвиток дорослої людини (Б. Г. Ананьєв [6]), пізніше перетворившись у систему наук з диференціацією предмета і методів пізнання: акмеологія освіти (Н. В. Кузьміна, А. М. Зімічев та ін.), професійного розвитку (Н. В. Кузьміна [203], А. А. Деркач [109], А. А. Реан, С. Ф. Ехов та ін.).

Примноження особистісно-професійного потенціалу майбутнього вчителя можна охарактеризувати наступними ознаками: постійним розширення кола пізнавальних інтересів, домінування потреб самореалізації, зацікавленість проблемами самоосвіти [242]. Важливим аспектом є те, що розвиток «акме» залежить від здатності майбутнього вчителя математики оволодівати вміннями удосконалюватися не лише у процесі фахової підготовки, але й підтримувати рівень власних вмінь протягом усього життя [342].

Як зазначає Г. І. Сотська, у педагогічній освіті акмеологічний підхід забезпечує підґрунтя професійного саморозвитку й самореалізацію педагога. Професійний саморозвиток педагога охоплює всі сфери особистості: інтелектуальну, емоційну, вольову. Найголовніше – процес саморозвитку інтенсифікує процеси «самості»: самопізнання, творче самовизначення, самоврядування, самоорганізацію, творчу самореалізацію, самовдосконалення педагогів [384, с.391]. Одним із пріоритетних серез зазначених процесів вважаємо професійне самовизначення, під яким розуміємо як процес самопізнання та об'єктивної оцінки особистістю власних індивідуальних особливостей, зіставлення своїх професійно-важливих якостей і можливостей з вимогами, які необхідні для оволодіння конкретною професією [416].

У Національній доповіді про стан і перспективи розвитку освіти в Україні зазначається, що «суттєвої модернізації вимагає процес навчання на всіх рівнях освіти в контексті ідеї залучення до самоосвіти всіх суб'єктів: тих, хто вчиться, і тих, хто навчає. Традиційна проблема – навчитися вчитися, за необхідності навчатися впродовж життя – набуває інноваційного змісту. Здатність учитися як ключова компетентність, що визначена Радою Європи й ЄС, є обов'язковою умовою сучасного навчання, самонавчання й адаптації людини до життя» [256, с.15].

Особливо актуальними ці положення стають в умовах стрімкої інформатизації та індустріалізації суспільства, коли йде швидке оновлення комп'ютерної техніки та програмного забезпечення і вчитель повинен бути гнучким до використання комп'ютерних технологій. З іншого боку, з часом змінюються покоління учнів, які мають притаманні тільки своєму поколінню особливості, культуру мислення та сприйняття навчального матеріалу, і вчителю потрібно бути в тренді цих змін.

В. Ю. Стрельников вважає, що «самовдосконалення майбутнього вчителя поєднано двосторонніми зв'язками із самореалізацією в професійній діяльності і передбачає саморозвиток, чинниками якого є активність особистості у формі самоактуалізації» [388].

Акмеологія розглядає рефлексію як головний механізм оволодіння особистістю професійної майстерності. «Досвід стає джерелом професійного зростання вчителя лише тією мірою, якою вона є об'єктом структурованого аналізу: нерефлексований досвід безкорисний і з часом веде не до розвитку, а до професійної стагнації вчителя» (М. Уолес). Тільки усвідомлений досвід має сенс, через аналітичну діяльність здійснюється рефлексія, яка перетворює «сирий» досвід у особистісне присвоєне знання.

У контексті нашого дослідження *акмеологічний підхід потрібно сприймати як основу для прогнозування і рефлексії професійної діяльності та професійного творчого саморозвитку, самовдосконалення.*

Окрім цих підходів бачимо доцільними когнітивно-візуальний, праксеологічний підходи та BYOD-підхід.

*Когнітивно-візуальний підхід.* Цей підхід інтегровано з двох підходів: когнітивного і візуального. Когнітивний підхід передбачає створення таких навчальних ситуацій, де оптимізується розумова діяльність суб'єктів навчального процесу, стимулюється у них розвиток процесів мислення та інтелектуальних операцій. Іншими словами, акцентується увага на пізнавальних процесах суб'єктів навчання. Візуальний підхід у навчанні передбачає активне використання наочностей для формування уявлень і понять про оточуючий світ та процеси, що відбуваються у ньому. Поєднання

таких підходів у *когнітивно-візуальний підхід* означає, що навчання має будуватися на активному і цілеспрямованому використанні резервів візуального мислення, що передбачає зміщення акцентів з ілюстративної функції наочності на пізнавальну і розвивальну [230; 105].

Головному мозку людини притаманна функціональна асиметричність півкуль: права півкуля «відповідає» за просторове мислення і за образне сприйняття форм, а ліва – за логіку і роботу зі знаковими моделями. Нейрофізіологи встановили, що у більшості людей права півкуля випереджає ліву під час роботи з новою інформацією [47]. У зв'язку з цим доцільним є зміщення акцентів на наочно-образну складову навчального матеріалу. Тому затребуваними стають підходи навчання, які у своїй основі використовують образне мислення особистості [436].

Психологи вважають, що наочно-образне мислення є нижчим у порівнянні зі словесно-логічним (понятійним), тому формалізований підхід до навчання вважали більш значущим і ефективним. Зокрема, на уроках математики здійснювали швидкий перехід від означень понять до оперування знаками, які дублюють ці поняття. Але в той же час висловлювалися і тези про важливість образного мислення в засвоєнні математичних понять, про що зазначають М. І. Башмаков [26], В. А. Далінгер [105], Н. Н. Манько [229], Н. А. Резник [334] та ін.

Механізми вербально-логічного відображення не спроможні дати можливість дитині уявити дії у візуальній формі, саме тому пізнавальні процеси повинні спиратися на когнітивно-візуальні форми представлення знань. Іншими словами, когнітивно-візуальний підхід у підготовці вчителя математики та інформатики передбачає залучення до процесу пізнання різних відчуттів, у тому числі і зорового сприйняття навчального матеріалу, що залишає у свідомості людини певні образи, уявлення, моделі, які стають основою для розвитку мислення і просторової уяви [128; 449; 361].

В рамках використання когнітивно-візуального підходу здійснюється інтенсивний пошук візуальних та графічних засобів передачі знань, які б забезпечували і стимулювали сприйняття, запам'ятовування, відтворення на високому рівні абстракцій та активізували процес навчання.

Одним із таких засобів є засоби комп'ютерної візуалізації, а серед їх розмаїття у галузі навчання математики акцент робимо на програмах динамічної математики, які мають певні переваги над іншими спеціалізованими засобами математичного спрямування через передбачену розробниками інтерактивність геометричних конструкцій, їх покрокового відтворення, візуалізацію алгебраїчних залежностей, можливість кольорового акцентування у дидактичних матеріалів, алгоритмічних підходів у моделюванні тощо.

*У контексті проблематики нашого дослідження когнітивно-візуальний підхід відіграє одну з ключових ролей і є основою як для формування знань, умінь і навичок у майбутніх учителів математики та інформатики, так і підґрунтям для їх використання у майбутній професійній діяльності.*

*Праксеологічний підхід.* Успіхи держави в різних галузях значною мірою залежать від ефективної діяльності її громадян, тому проблеми формування умінь раціонально організовувати свою діяльність, домагатися на її основі позитивних і якісних результатів, швидко адаптуватися до мінливих соціальних і природних умов необхідно розглядати як найважливіші завдання сучасної освіти.

Науковці наголошують, що студент є активним суб'єктом пізнавальної діяльності, а не пасивним об'єктом педагогічного впливу. Для нього основною є навчальна діяльність, а викладач лише скеровує цю діяльність і підводить підсумок. Засвоєння будь-яких знань є продуктивним лише в процесі активної діяльності.

На думку С. Л. Рубінштейна, «...діяльність характеризується, перш за все, такими властивостями: 1) це завжди діяльність суб'єкта, точніше суб'єктів, що здійснюють спільну діяльність; 2) діяльність є взаємодія суб'єкта з об'єктом, тобто вона обов'язково є предметною, змістовою; 3) вона завжди – творча; 4) самостійна...» [314, с. 213]. Погоджуємося з думкою С. Л. Рубінштейна і вважаємо, що формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики можливе лише в процесі діяльності, причому домінантного значення набуває візуальний аспект педагогічної діяльності: набуття майбутніми вчителями математики та інформатики здатності сприймати візуальні образи, уміння їх розпізнавати, аналізувати, інтерпретувати, оцінювати, співставляти, представляти та створювати власні, а також інструментальний аспект педагогічної діяльності в умовах активного розвитку інформаційних технологій і програмних засобів – опанування і використання майбутнім вчителем математики засобів комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності.

У якості підтвердження нашої позиції наведемо аргументи Ю. В. Тріуса про те, що при підготовці майбутніх учителів математики та інформатики потрібно здійснювати «перехід від пасивних, якісно-описових (пояснювально-ілюстративних) методів навчання, для яких характерною рисою є ситуація, коли студент „знає, але не вміє”, до активних та інтерактивних методів навчання, які забезпечують досягнення кінцевої мети навчання – розуміння» [401].

В той же час ураховуючи потреби сучасного глобалізованого суспільства, які в умовах надшвидкого розвитку інформаційних засобів і

технологій вимагають постійної інтеграції знань, цінностей і досвіду учнів, майбутньому учителеві важливо бути не лише творчою особистістю, яка здатна інноваційно здійснювати дослідницьку, професійно-педагогічну діяльність, а й організатором успішної та продуктивної діяльності, що обумовлює доцільність використання у педагогічній діяльності положень праксеології (грец. *praktikos* – діяльний і *logos* – слово, вчення) – науки, яка вивчає досконалу людську діяльність, її стратегію, тактику й системи дій і покликана формувати потребу людини в розвитку власних сутнісних сил, потенцій і здібностей, гуманізації праці, виробляючи в неї раціональну систему внутрішніх мотивів до активної перетворювальної діяльності й засвоєння соціального досвіду [318, с. 15]. Залучення ідей праксеології дозволяє вибудовувати фахову діяльність на засадах доцільності, оптимальності та більшої ефективності, а систему фахової підготовки майбутніх учителів як фахівців «інноваційного типу мислення та культури».

Концепції щодо підвищення ефективності діяльності, раціональної і продуктивної педагогічної діяльності були предметом теоретичних і філософських досліджень українських учених (В. П. Андрущенко, В. Х. Арутюнов, А. Є. Конверський, В. Г. Кремень, Є. Є. Слущкий, В. М. Свінцицький, В. О. Храмов, В. І. Ярошовець та ін.) і зарубіжних дослідників (О. А. Ленглер [212], І. А. Колесникова, Т. Котарбінський, Т. Домбровський, Т. Пцоловський, О. В. Тітова та ін.). Зокрема, І. А. Колеснікова і О. В. Тітова зазначають про важливість формування у вчителя оптимального образу дій, а також умінь не лише раціонально мислити, а й раціонально використовувати різні комп'ютерні засоби у власній педагогічній діяльності [178, с. 12].

У контексті нашого дослідження *праксеологічний підхід сприймаємо як основу для формування вміння майбутнього вчителя математики раціонально обирати засоби комп'ютерної візуалізації для створення та використання візуального супроводу у професійній діяльності.*

*BYOD-підхід.* Серед багатьох проблем, з якими стикаються викладачі математики при використанні інформаційних технологій у професійній діяльності, не останнє місце займають проблеми недостатньої кількості комп'ютерів у державних освітніх установах та обмежений доступ до комп'ютерних класів. Через це залучення інформаційних технологій часто відбувається точково (лише вчителем/викладачем або реалізується лише під час самостійної роботи). Водночас молодь часто використовує власні мобільні пристрої не лише для спілкування у мережах, а й для підтримки власної освітньої діяльності через організацію пошуку потрібних навчальних матеріалів, створення власних проєктів, групове спілкування для вироблення

спільних рішень тощо. Тому актуальними наразі є тенденції використання власних мобільних пристроїв (смартфонів, планшетів, нетбуків тощо) в освітньому процесі. Зокрема, виділимо активне впровадження *BYOD-підходу* (Bring Your Own Device, з англ. «використовуй свій власний пристрій»), що сприяє використанню в освітньому процесі часто більш потужних мобільних пристроїв з передбаченим у них 3G-зв'язком, а ніж ті, що пропонує заклад освіти, а також використання хмарних сервісів предметного спрямування.

Вперше термін BYOD з'явився у роботі Рафаеля Баллагаса «BYOD: Bring Your Own Device» [456] і використовується з 2005 року.

Як зазначається у [344, с. 167] «у перспективі освіта повинна не протистояти альтернативним джерелам інформації, а ефективно їх використовувати. Освітній заклад, педагог, освітній процес мають конструктивно враховувати поширеність гаджетів, інформаційних мереж і здатність їх застосовувати здобувачами, ще до вступу в заклад освіти».

У педагогічній літературі активно обговорюється проблема впровадження хмарних (О. В. Спирін [496], М. П. Шишкіна [438], З. С. Сейдаметова [356], С. Г. Литвинова [218]) та мобільних (С. О. Семеріков [368], Н. В. Рашевська [327], К. І. Словак [380]) технологій у освітньому процесі середньої і вищої школи.

Останнім часом з'являються роботи, пов'язані з впровадженням підходу BYOD у межах мобільного навчання. За аналізом наукових досліджень нами встановлено, що пропонуються шляхи вирішення фізіологічних, соціальних, педагогічних, технічних проблем, які можуть виникати за умов використання BYOD підходу (М. А. Зільберман [140], Т. В. Алексеєва [3]), описані переваги й недоліки використання моделі BYOD у освітньому процесі (Є. Л. Тележинська і О. Б. Дударєва [396]), досвід використання сервісів *presentain.com*, *preso.tv* для трансляції презентацій і лекцій на мобільні пристрої студентів (А. Г. Дубинський [117]), доцільність використання хмарного сховища даних *MS OneDrive* для перегляду вмісту файлів як веб-сторінки, чату *Messenger*, *Skype*, які інтегровані в середовище *MS OneDrive* (авторський колектив на чолі з П. Г. Матухіним [236]), досвід використання власних мобільних пристроїв учнів початкової школи під час контролю знань за допомогою сервісу *Plickers* як мобільного додатку для зчитування QR-кодів з карток учнів (Н. В. Долматова [114]), технології опитування студентів коледжу з використанням сервісу *Plickers* (Р. І. Остапенко [292]). Також зазначається відсутність цілеспрямованої підготовки фахівців до використання підходу BYOD з освітньою метою [497].

Про доцільність впровадження BYOD-підходу у мобільне навчання наголошується також і за кордоном. Так, дослідження ЮНЕСКО показали,

що за допомогою мобільних пристроїв учителі можуть ефективніше використовувати час на уроках, а використання мобільних технологій дозволяє більш продуктивно організувати освітній процес [504].

У нашому дослідженні *BYOD-підхід* приймаємо як один із засобів інтенсифікації освітнього процесу та вирішення проблеми постійного доступу до освітніх ресурсів під час підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

У процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики варто дотримуватись як загальнодидактичних принципів навчання (неперервності, системності та послідовності, науковості, доступності), так і специфічних принципів (технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризму), які підкреслюють специфіку професійної підготовки у контексті дослідження.

Під *принципом* будемо розуміти керівну дію, основне вихідне положення теорії, основу системи, що є узагальненням і розповсюдженням деякого положення на всі явища тієї галузі, з якої даний принцип абстраговано [53, с. 77.]. У практиці навчання принцип є орієнтиром для викладача, задає правила, яких потрібно дотримуватися, та умови, які потрібно створювати, щоб забезпечити результативність навчання.

*Принцип неперервності* вимагає забезпечення постійності і послідовності процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти. Даний принцип реалізується за рахунок сприяння стійкому прагненню до саморозвитку вчителя математики у питаннях психології – вчитель повинен бути обізнаним із психологічними особливостями нового покоління учнів, їх стилем мислення та сприйняття навчальної інформації; у питаннях активного провадження засобів комп'ютерної візуалізації, які постійно вдосконалюються, чим викликають «старіння» знань, умінь і навичок працюючих учителів. Прагнення до саморозвитку змушує вчителя бути в тренді сучасних освітніх тенденцій, використовувати їх у професійній діяльності, апробувати досвід прогресивних колег і ділитися власним. Цей принцип зумовлює науково-обґрунтоване поєднання різних організаційних форм і методів навчання з самоосвітою, стимулює до постійного розвитку візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

*Принцип систематичності та послідовності* орієнтований на систематичне та послідовне засвоєння знань (коли наступний елемент спирається на послідовний), їх адекватність логіці науки й особливостям

навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Деякі науковці, зокрема В. А. Тестов, вважають, що в умовах мережевого навчання принцип систематичності викладу матеріалу втратив своє значення і домогтися суворої послідовності, лінійності в освітньому процесі вже не вдається. Дослідник наголошує на відмові від суворої впорядкованості класичних підходів до освіти, «оскільки її методологічною основою повинна стати теорія хаосу, коли в навчальний процес вводиться фактор творчої непередбачуваності, а головні зусилля педагогів спрямовуються на створення потужного креативного середовища, де кожен, хто навчається, наділяється правом вибирати і самостійно конструювати свою освітню траєкторію» [398].

Г. А. Берулава та М. Н. Берулава стверджують, що впровадження інформаційних технологій вимагає переходу до мережових механізмів пізнання навколишнього світу. «У наявності протиріччя між «системою» знань, яка передбачає чітку освітню траєкторію, і еkleктичним полем інформації, яка одержується з усіляких джерел, перш за все, електронних». Теорія мережевої освіти, яка характеризується еkleктичністю, неоднорідністю, відсутністю ієрархії в інформації, що отримується, логікою сприйняття, яка визначається мотивацією суб'єкта навчання, приходить на зміну системному підходу [32]. В нашому дослідженні ми поділяємо думку доктора педагогічних наук Т. О. Яхро і висловлюємо категоричну незгоду з такою позицією науковців [452].

Як показує досвід, відсутність ієрархічних зв'язків у предметах навчального плану може призвести до ситуації, коли опанування певного методу чи теорії стикається з відсутністю певних знань чи уявлень. Без повторення пройденого матеріалу, послідовного його ускладнення, узагальнення у свідомості суб'єктів учіння не будуть сформовані предметні, надпредметні і метапредметні знання, завдяки яким стає можливим перенесення чи адаптація методів, правил, технологій, рефлексія власної діяльності і прояв творчості та креативності в ній. Усе це вимагає від суб'єкта учіння системних і ґрунтовних знань та навичок, формування і розвиток яких неможливі без систематичної і послідовної роботи з їх формування. Тому принцип систематичності і послідовності бачимо важливим для забезпечення якісних графічних і візуальних знань та навичок як необхідних компонентів візуально-інформаційної культури.

*Принцип інтегрованості.* Закономірними процесами розвитку освіти є інтеграція і диференціація, які мають бути достатньо збалансованими для забезпечення оптимальної стійкості та гнучкості педагогічної системи [98]. Теорію інтегрованого підходу у навчанні досліджували І. Бех [35], С. Клепко

[166], І. Козловська [175], К. Колесіна [177], П. Сікорський [377] та ін.

На думку Н. Светловської, інтеграція – це створення нового цілого на основі виявлених однотипних елементів і частин в кількох раніше різних одиницях (навчальних предметах, видах діяльності тощо), а потім пристосування цих елементів і частин та їх об'єднання в неіснуючий раніше моноліт особливої якості. Науковець застерігає педагогів від механічного й бездумного поєднання діяльностей [355].

Н. М. Сас під інтегрованістю розуміє стан (або процес, що призводить до такого стану) взаємопов'язаності, взаємопроникнення і взаємодії окремих навчальних дисциплін – складників програми підготовки майбутніх фахівців. На думку дослідниці, відбувається інтеграція не тільки змісту, а й різноманітних організаційних форм, у яких тою чи іншою мірою будуть інтегруватися різні види навчальної діяльності студентів [354, с. 323].

Ю. М. Колягін зазначає, що не будь-яке об'єднання навчальних предметів або їх складових є інтеграцією. Він акцентує увагу на тому, що необхідна ідея, реалізація якої забезпечить нерозривний зв'язок, цілісність інтеграції [182].

Інтеграція передбачає встановлення структурно-логічних зв'язків між окремими дисциплінами, які об'єднують їх у єдину систему [176].

*Принцип інтегрованості в процесі формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики важливий для забезпечення засвоєння студентами взаємопов'язаних наукових понять природничо-математичних та інформатичних дисциплін на рівні, достатньому для здійснення алгоритмічної й евристичної пізнавальної діяльності з метою подолання формалізму знань і формування у студентів цілісної системи графічних і візуальних знань та умінь, а також уявлень про їх активне використання у професійній діяльності.*

Використання *принципу науковості* забезпечує у майбутніх учителів математики та інформатики формування: теоретичних знань про основні методи і способи реалізації математичної діяльності, яка є основою професійної (предметної математичної) підготовки майбутніх учителів математики та інформатики; знання теоретичних основ впровадження інформаційних засобів навчання, які формують візуальні та графічні знання [358].

Сучасні студенти мають мислення нового типу, що формується як реакція на стрімке зростання інформаційних потоків, переважно у візуальній формі, на високу фрагментарність, велику різноманітність і повну різноманітність інформації, що надходить. З іншого боку, використання інформаційних технологій з метою візуалізації навчального матеріалу

підтримує гносеологічний механізм, що дозволяє «ущільнити» процес пізнання, очистити його від другорядних деталей і тим самим оптимізувати. Але при цьому наочні образи скорочують ланцюг словесних міркувань і синтезують схематичний образ більшої «ємності», ущільнюючи тим самим інформацію. Безконтрольне некоректне використання візуалізації у процесі навчання, без урахування принципу науковості, може призвести до втрати глибини розуміння та засвоєння матеріалу. Отже, орієнтуючись на принцип науковості, потрібно контролювати ступінь узагальнення змісту навчання, дублювати вербальну інформацію образною і навпаки, з метою відновлення суб'єктами навчання ланки логічного ланцюга у разі необхідності.

Л. І. Белоусова та Н. В. Житеньова вказують на аспекти застосування технологій візуалізації для реалізації принципу науковості. Серед інших, можливість залучення суб'єктів навчання в самостійну активну роботу з інтерактивною візуальною моделлю, спрямовану на вивчення об'єкта. У процесі такої роботи студенти опановують вміння проводити спостереження, фіксувати їх результати, висувати гіпотези, планувати експеримент для їх перевірки, накопичувати і аналізувати емпіричні результати, робити висновки. Таким чином, суб'єкти навчання знайомляться не тільки з об'єктом вивчення, а й з методами наукового пізнання [31].

*Принцип доступності.* С. У. Гончаренко інтерпретує доступність як дидактичний принцип, згідно з яким навчання будується з урахуванням рівня підготовки студентів, їх вікових та індивідуальних особливостей [99, с. 102].

Принцип доступності спрямований на досягнення дидактичних цілей у процесі поетапного подолання труднощів у навчанні. На думку А. М. Андрєєва, «будь-яке навчання не повинно призводити до інтелектуальних, фізичних, моральних перевантажень, що негативно впливають на фізичний та психологічний стан здоров'я молодої людини. Проте цей принцип не означає, що навчання має бути спрощеним (елементарним), адже в цьому разі воно не матиме розвивального впливу на особистість» [8, с. 117].

Сучасні студенти постійно знаходяться у середовищі, насиченому потужними й інтенсивними інформаційними потоками. Обсяг інформації, що накопичена людством, глобально перевищує обсяг знань, які можуть бути засвоєні конкретною людиною. В таких умовах на перший план висувається когнітивне навантаження.

Т. М. Деркач виокремлює внутрішнє когнітивне навантаження, яке визначається складністю змісту матеріалу за кількістю елементів, що повинні оброблятися і зберігатися у робочій пам'яті одночасно, і зовнішнє, яке поділяється на стороннє, що пов'язується з необхідністю здійснення

додаткового зусилля через незвичний формат навчальних даних, і релевантне, що характеризує ступінь зусилля, необхідного для оброблення, організації, інтеграції та конструювання когнітивних схем даних [110].

Згідно з теорією когнітивного навантаження інформація, подана у вигляді зображення, вимагає менших розумових зусиль для її обробки, ніж інформація, подана описово [489]. У роботі [457] обґрунтовано перевагу динамічної візуалізації об'єктів порівняно зі статичною в тому випадку, коли вона носить когнітивний характер, а не ілюстративний. Однак під час аналізу динамічних зображень виникають труднощі обробки видимих даних в певний час і потреби пам'ятати раніше подані факти, зрозуміти зв'язок між ними й поєднати їх. Усе це може викликати ефект розподілу уваги [477]. На думку Т. М. Деркач, підвищити продуктивність вивчення матеріалу, поданого у вигляді динамічних моделей можна, використавши покрокову демонстрацію, тим самим зменшивши стороннє когнітивне навантаження [110].

У контексті формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики запобігти когнітивному перевантаженню у процесі навчання можна шляхом використання динамічних інтерактивних моделей при вивченні різних фахових дисциплін, що додатково реалізує принцип доступності.

Навчання, яке ґрунтується на принципі доступності у контексті нашого дослідження, забезпечує поступове зростання складності навчальних завдань, що уможлиблює процес навчання на рівні, який забезпечує індивідуальний розвиток конкретного студента, враховує його психологічні особливості, зокрема переважну орієнтованість на сприйняття навчального матеріалу у візуальному вигляді.

Зауважимо, що використання засобів комп'ютерної візуалізації дає можливість переформатувати складний навчальний матеріал у доступний, зокрема, шляхом подання складних абстрактних об'єктів у вигляді наочних і зрозумілих образів або їх динамічних візуалізацій.

*Принцип студентоцентризму.* Основні положення студентоцентризму отримали розвиток у західних освітніх моделях протягом ХХ століття. Студентоцентризм – це модель розвитку освіти, за якої студент з об'єкта перетворюється на суб'єкт освітньої діяльності, тобто на активного учасника освітнього процесу. О. А. Рашкевич стверджує, що основними імперативами освітньої парадигми, що формується на засадах Болонської моделі є, серед іншого, студентоцентризм як турбота про студентів, повага до їх самобутності, формування особистості фахівця на засадах співробітництва. [328]. Ідеї студентоцентризму стають підґрунтям проектування освітнього середовища, яке забезпечує умови для саморозвитку, самоорганізації та

самореалізації особистості у професійній діяльності.

Характеризуючи цей феномен, варто враховувати, що це активна реакція освітянського середовища на мінливі потреби ринку праці, в основу якої покладено ідею максимального використання результатів навчання і підвищення «вартості» студентів у працедавців, забезпечення їх шансів бути конкурентноспроможними.

Студентоцентроване навчання стимулює розвиток методичного, організаційного і технологічного забезпечення, а також зміну ролі викладача. На думку Г. Хорунжого, студентоцентрована освіта з її акцентуацією на набуття протягом навчання фундаментальності і універсальності знань, умінь і навичок є найбільш компетентною, передбачає розширення прав і можливостей тих, хто навчається, розробку нових підходів до викладання і навчання, навчальних програм, що відображають практичний бік реалізації компетентісного підходу у вищій освіті [417]. Згідно з принципом студентоцентризму саме студент впливає на зміст, методи, матеріали і темпи навчання. Студенти мають брати участь і впливати на організацію і зміст освіти у вищих навчальних закладах, що закріплено Празьким комюніке [499]. Такий підхід обумовлений положенням студентів як одних з основних бенефіціарів вищої освіти, що повинні мати право і можливість впливу на зміст навчання та результати освітньої діяльності.

У Стандартах і рекомендаціях щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) зазначається, що «навчальні заклади повинні забезпечувати таке викладання програм, яке заохочує студентів до активної участі у творенні навчального процесу, і таке оцінювання студентів, що відображає цей підхід» [387].

У практичній площині принцип студентоцентризму відображається у впровадженні індивідуальних навчальних планів, наявності вагомої варіативної складової навчального плану, можливості обрати та опанувати кілька сертифікаційних програм, індивідуалізації організації самостійної роботи студента, індивідуалізації процесу проведення індивідуально-консультативних занять.

Таким чином імплементацію принципу студентоцентризму у процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики вбачаємо у сприйнятті студента як активного учасника освітнього процесу, наявності гнучких індивідуальних освітніх траєкторій, підвищенні ролі самостійної роботи студентів, розширенні прав, обов'язків і відповідальності студента.

*Принцип орієнтації на інформаційні технології* у процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та

інформатики передбачає комплексне використання функціональних і дидактичних можливостей сучасних інформаційних технологій.

Принцип орієнтації на інформаційні технології особливого значення набуває в умовах цифрової трансформації освіти, що передбачає глибинне проникнення в освіту цифрових (комп'ютерно орієнтованих, мобільно орієнтованих, електронних, хмарних) засобів і технологій діяльності [39] та переходу до Освіти 4.0, що має забезпечити підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації професійних кадрів Економіки 4.0.

Наразі потрібно розрізняти два основні поняття, що відображають розвиток і впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в освіті.

Інформатизація освіти – це сукупність взаємопов'язаних організаційно-правових, соціально-економічних, навчально-методичних, науково-технічних, виробничих та управлінських процесів, спрямованих на задоволення інформаційних, обчислювальних і телекомунікаційних потреб (інших потреб, що пов'язані із впровадженням методів і засобів інформаційно-комунікаційних технологій – ІКТ) учасників освітнього процесу, а також тих, хто цим процесом керує та його забезпечує (у тому числі здійснює його науково-методичний супровід і розвиток) [37].

Цифровізація (або діджиталізація від англ. digital) – це насичення фізичного світу електронно-цифровими пристроями, засобами, системами та налагодження електронно-комунікаційного обміну між ними, що фактично уможливорює інтегральну взаємодію віртуального та фізичного, тобто створює кіберфізичний простір [312]. Цифровізація розуміється як «цифровий спосіб зв'язку, запису, передачі даних за допомогою цифрових пристроїв» [423], тобто переведення інформації у цифрову форму.

На думку В. М. Бабаєва, Г. В. Стадник, Т. В. Момот «відповідно до потреб сучасності швидке зростання обсягу знань потребує запровадження нових підходів до організації освіти та пошуку інноваційних форм передачі й засвоєння знань і компетенцій. Прискорений розвиток цифрових технологій стимулює створення і впровадження інноваційних форм освіти, здатних встигати за змінами» [20].

Використання даного принципу супроводжується взаємодоповненням традиційних та інноваційних форм, методів, засобів та технологій навчання. В умовах розвитку інформаційного суспільства технології, які пов'язані з опрацюванням інформаційного контенту, називають термінами «інформаційні технології», «комп'ютерні технології», «інтернет-технології», «хмарні/туманні технології». Їх тлумачення допускає ототожнення з позицій необхідності використання спеціалізованих технічних пристроїв для

реалізації таких технологій (персональний комп'ютер, смартфон, планшет тощо). Водночас їх не можна ототожнювати з позицій методу опрацювання даних.

*Інформаційна технологія* – технологія, яка передбачає використання сукупності різних засобів і методів опрацювання й передавання первинних даних про об'єкт (процес чи явище) для одержання вторинних даних нього [217]. На нашу думку, такий процес усе ж не обов'язково передбачає використання комп'ютерної техніки, оскільки опрацювання і передавання даних можливе без її використання.

*Комп'ютерна технологія* – це інформаційна технологія, яка використовує комп'ютерні засоби для опрацювання і передавання первинних даних про об'єкт (процес чи явище) для одержання вторинних даних про нього. Іншими словами, у комп'ютерній технології принциповим є використання комп'ютерної техніки для реалізації самої технології [217].

*Інтернет-технології* – це комп'ютерні технології, які використовують мережу Інтернет [201].

*Хмарні технології* – це інтернет-технології, які забезпечують спосіб опрацювання даних через он-лайн сервіси і передбачають виконання основних функцій через Data-центри. Іншими словами, це такі технології, які постійно зберігають інформаційний контент користувача на інтернет-серверах, що лише тимчасово кешується (зберігається) на боці користувача на стаціонарних комп'ютерних системах. Наразі в межах хмарних технологій вирізняють «туманні» технології – це хмарні технології, які характеризуються розподіленням обчислень між пристроями, що входять до інтернету речей (зокрема, смартфони, якими користуються сьогодні майже усі, мають процесори, які активно не використовуються). При використанні хмарних/туманних технологій вторинні дані створюються за рахунок спільних ресурсів і завжди передаються у «хмару» (на віддалений сервер) [474]. Ієрархію зазначених понять зображено на рис. 2.4.

*Цифрові технології* (англ. Digital technology) – технології, які базуються на представленні сигналів дискретними половинами аналогових рівнів, а не у вигляді неперервного спектру. Всі нові інформаційні технології є цифровими.

У нашій роботі ми орієнтуємося на інформаційні технології як на найбільш широке і водночас те, що відповідає сучасному стану речей, поняття.

Принцип орієнтації на інформаційні технології ґрунтується на активному використанні хмарних технологій (зокрема, хмарного сервісу *GeoGebra*), засобів комп'ютерної візуалізації (зокрема, програм динамічної математики, систем комп'ютерної математики) та засобів для графічного

представлення інформації (програми для побудови графіків, діаграм, ментальних карт, для створення та дешифрування QR-кодів тощо). Описані програми у нашому дослідженні виступають не об'єктами вивчення, а одним із засобів формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.



**Рис.2.4. Види інформаційних технологій**

*Принцип використання доповненої реальності.* Доповнена реальність (англ. Augmented Reality, AR) – це фактично звичайна реальність з доданою до неї цифровою графікою. Іншими словами, це поєднання реального світу і нашарування на нього віртуальних зображень. При цьому доповнена реальність принципово відрізняється від віртуальної реальності (англ. Virtual Reality, VR), оскільки віртуальна реальність VR на відміну від доповненої AR – це повністю цифровий (і фактично не існуючий) світ. У VR спостерігач перебуває повністю у 3D-згенерованому світі [469].

Доповнена реальність додає навчальному контенту властивостей інтерактивності, динамічності, посилює інтерес до навчання, який важко викликати друкованими підручниками і довгими текстами. Доповнена реальність покращує сприйняття реального світу через нові відчуття і нові форми сприйняття, що є передумовою кращого розуміння фізичного світу і його процесів [471].

Доповнена реальність – це можливість навчання в реальному світі, в якому є можливості маніпулювати та взаємодіяти з об'єктами, які неможливі у фізичному світі (наприклад, з молекулами, атомами, планетами, органами людини). З доповненою реальністю студенти можуть активно брати участь у навчальному процесі. Вони отримують доступ до навчальних матеріалів

через власні мобільні пристрої, активно досліджують властивості реальних і віртуальних об'єктів, можуть взаємодіяти з ними. В результаті простіше і швидше відбувається розуміння складних абстрактних понять [476].

*Принцип використання доповненої реальності у нашому дослідженні реалізуємо шляхом надання доступу до навчальних матеріалів із QR-кодами через власні мобільні пристрої та організації автоматизованого контролю знань студентів із використанням доповненої реальності.*



**Рис. 2.5. Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики**

*Принцип технологічності* полягає у тому, що процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики потрібно проектувати, розробляти і реалізовувати, керуючись критеріями технологічності: концептуальності – даний процес повинен спиратися на науково-методологічну концепцію; системності – даний процес повинен бути логічним, відзначатися цілісністю та взаєв'язком між його компонентами; керованості – передбачена можливість планування, поетапного діагностування, корекція проміжних результатів; ефективності – результати повинні бути ефективними; відтворюваності – можливість використання технології і в інших закладах вищої освіти.

Здійснюючи вибір педагогічних технологій у процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, нами враховувалися відповідність технології сучасним тенденціям розвитку суспільства і сфери освіти, цільова спрямованість, змістовна специфіка, ресурсна забезпеченість застосування технології, когерентність технології програмам розвитку закладу вищої освіти.

Комплексне врахування загально дидактичних і специфічних принципів у процесі проектування методичної системи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики сприяє єдності цілей, змісту, методів, організаційних форм і результатів навчальної діяльності.

Стисле бачення концепції формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики подане на рис. 2.5.

### ***2.3. Законодавчий базис обґрунтування концепції формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики***

Оскільки технологічною основою концепції формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти є активне використання інформаційних технологій, то дана концепція ґрунтується не тільки на законодавчих документах, що стосуються стратегії розвитку України взагалі, освіти та педагогічної освіти зокрема, але й на документах нормативно-правового забезпечення інформатизації освіти.

Як зазначається в Національній доповіді про стан і перспективи розвитку освіти в Україні [256, с.11] «Сучасна освітня політика має реалізовуватись у контексті потреб модернізації країни згідно зі Стратегією сталого розвитку «Україна – 2020» (2015 р.), Угодою про асоціацію між Україною та Європейським Союзом (2014 р.), іншими стратегічними

документами української держави, що визначають її європейський і світовий статус у майбутньому».

Правовою основою концепції є положення чинного законодавства та інших нормативно-правових актів, які регламентують:

- 1) питання освіти:
  - Закон України «Про освіту» (2017 р.);
  - Закон України «Про вищу освіту» (2014 р.);
  - Державна національна програма «Освіта» («Україна ХХІ століття») (1993 р.);
  - Національна доктрина розвитку освіти (2002 р.);
  - Концептуальні засади розвитку педагогічної освіти України та її інтеграції в Європейський освітній простір (2004 р.);
  - Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» (2013 р.);
  - Стратегія сталого розвитку «Україна – 2020» (2015 р.);
  - Концепція реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року (2016 р.);
  - Концепція розвитку неперервної педагогічної освіти (2013 р.);
  - Проект «Дорожня карта освітньої реформи (2015-2025)» (2015 р.);
  - Дорожня карта інтеграції України до Європейського дослідницького простору (ERA-UA) (2018 р.);
- 2) питання підвищення якості математичної освіти:
  - Державна програма «Забезпечення загальноосвітніх, професійно-технічних і вищих навчальних закладів сучасними технічними засобами навчання з природничо-математичних та технологічних дисциплін» (2004 р.);
  - Державна цільова соціальна програма підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року (2011 р.) та
- 3) питання інформатизації освіти і практичної реалізації інформаційно-комунікаційних технологій в освітній сфері України:
  - Закон України «Про Національну програму інформатизації» (1998 р.);
  - Державна програма «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006-2010 роки (2005 р.);
  - Закон України «Про Основні засади розвитку інформаційного суспільства в Україні на 2007-2015 роки» (2007 р.);
  - Державна цільова програма впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних

технологій "Сто відсотків" на період до 2015 року (2011 р.);

– Європейська стратегія «Цифровий порядок денний для Європи» до 2020 року (2010 р.);

– Проект закону «Цифрова адженда України – 2020» («Про цифровий порядок денний України – 2010») (2016 р.);

– Концепція розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та план заходів щодо її реалізації (2018 р.).

Деякі із зазначених документів втратили чинність через строки виконання, але ми не можемо не згадати про них, оскільки вони вплинули на розвиток системи освіти і стали необхідною основою для подальшого руху до її вдосконалення.

У Законі України «Про освіту» [136] зазначається, що освіта є основою інтелектуального розвитку особистості, запорукою розвитку суспільства та держави. Метою освіти є всебічний розвиток людини як особистості, підвищення освітнього рівня громадян задля забезпечення сталого розвитку України та її європейського вибору. Серед основних принципів освіти у Законі виділені: інтеграція з наукою і виробництвом, гнучкість і прогностичність системи освіти, єдність і наступність системи освіти.

Математична освіта займає пріоритетне місце у підготовці фахівців багатьох сфер науки, виробництва тощо, оскільки приє формуванню наукового світогляду, певного рівня математичної культури, критичного мислення. Якість математичної освіти є базою для впровадження різноманітних інновацій. Тому згідно з Державною національною програмою «Освіта» («Україна XXI століття») [306] вивчення природничо-математичних дисциплін в усіх типах закладів загальної середньої освіти на всіх ступенях є обов'язковим.

Державна цільова соціальна програма підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року [308] мала за мету розроблення механізму стійкого інноваційного розвитку природничо-математичної освіти та його застосування у шкільній практиці. Вирішення поставленої проблеми передбачалося «шляхом модернізації системи психолого-педагогічної, методичної, практичної підготовки майбутніх вчителів природничо-математичних предметів та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів; підготовки вчителів природничо-математичних предметів та впровадження у навчальний процес сучасних інформаційно-комунікативних технологій».

На думку С. О. Семерікова в процесі підготовки вчителів інформатики в сучасних соціально-економічних умовах виникає протиріччя між вузькою профілізацією, яка останніми роками була показником соціальної

захищеності, та потребою суспільства у широко освічених фахівцях, здатних реагувати на будь-які зміни, оскільки у сучасних умовах показником соціальної захищеності є мобільність. Вирішення такого протиріччя автор вбачає у фундаменталізації інформатичної освіти, що забезпечується інтеграцією дисциплін інформатико-математичного циклу [367]. У контексті нашого дослідження вирішення такого протиріччя вбачаємо у підготовці висококультурного, освіченого вчителя інформатики, пристосованого до «візуального повороту» у суспільстві, готового до роботи з учнями нового покоління, що відрізняються переважно візуальним способом сприйняття інформації, тобто вчителя із високим рівнем візуально-інформаційної культури.

Пріоритетними напрями реформування вищої освіти є оновлення змісту вищої освіти, запровадження ефективних педагогічних технологій; створення нової системи методичного та інформаційного забезпечення вищої школи.

Згідно з Національною доктриною розвитку освіти [406] до таких пріоритетних напрямів додається запровадження інформаційно-комунікаційних технологій навчання, що забезпечують подальше удосконалення освітнього процесу, доступність та ефективність освіти, підготовку молодого покоління до життєдіяльності в інформаційному суспільстві; підготовку кваліфікованих кадрів, здатних до освоєння та впровадження інформаційних технологій; оволодіння педагогічними працівниками сучасними інформаційними технологіями.

На важливості підготовки кваліфікованих кадрів, підвищенні кваліфікації та перепідготовці кадрів наголошувалося і в Державній програмі «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і науці» на 2006-2010 роки [307], метою якої було створення умов для розвитку освіти і науки, забезпечення реалізації прав на вільний пошук, одержання, передачу, виробництво і поширення інформації, здійснення підготовки необхідних спеціалістів і кваліфікованих користувачів.

Як зазначено в [344], у зазначених програмах і доктрині відображені тенденції того, що інформатизація освіти ставала пріоритетом розвитку суспільства. З року в рік насиченість нормативних документів інформаційною технологією зростає.

З метою прискорення процесу реформування системи освіти затверджено Державну цільову програму впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій "Сто відсотків" на період до 2015 року [309], метою якої є «впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх

навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій, створення умов для поетапного переходу до нового рівня освіти на основі зазначених технологій».

Проблему передбачалося розв'язувати шляхом:

- «розроблення нормативно-правового та науково-методичного забезпечення впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій;

- забезпечення загальноосвітніх навчальних закладів сучасними навчальними комп'ютерними комплексами та системними і прикладними програмними продуктами;

- удосконалення системи підготовки та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів у сфері впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у навчально-виховний процес, забезпечення стовідсоткового володіння такими знаннями усіма педагогічними працівниками».

Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року [405] конкретизувала основні шляхи реалізації концептуальних ідей та поглядів на розвиток освіти, визначених раніше у Національній доктрині розвитку освіти. Серед основних проблем, викликів та ризиків у Стратегії зазначено «повільне здійснення інформатизації системи освіти, впровадження у навчально-виховний процес інноваційних та інформаційно-комунікаційних технологій. В той же час інформатизацію освіти визнано як стратегічний напрям розвитку освіти». Основні завдання розвитку освіти, які визначені у Стратегії, у контексті нашого дослідження – це «удосконалення системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації педагогічних, науково-педагогічних [...] кадрів системи освіти» та «забезпечення створення умов для розвитку індустрії сучасних засобів навчання (навчально-методичних, електронних, технічних, інформаційно-комунікаційних тощо)».

У Стратегії також наголошується на посиленні кадрового потенціалу системи освіти, що можливо здійснити шляхом «модернізації навчальної діяльності вищих педагогічних навчальних закладів, що здійснюють підготовку педагогічних і науково-педагогічних працівників, на основі інтеграції традиційних педагогічних та новітніх інформаційно-комунікаційних технологій навчання, а також створення нового покоління підручників, навчальних посібників, дидактичних матеріалів» [405].

У контексті підготовки висококваліфікованих учителів математики та інформатики нового покоління не можна не згадати Концепцію реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року [345]. У Концепції зазначається,

що «реформування педагогіки загальної середньої освіти [...] потребує ґрунтовної підготовки вчителів за новими методиками і технологіями навчання, зокрема інформаційно-комунікативними технологіями».

Концепція орієнтує на формування інформаційно-цифрової компетентності, яка «...передбачає впевнене, і водночас критичне застосування інформаційно-комунікаційних технологій для створення, пошуку, обробки, обміну інформацією на роботі, в публічному просторі та приватному спілкуванні». Це означає потребу формування у молодого покоління наскрізної інформаційно-цифрової компетентності через наскрізне використання інформаційних технологій при вивченні різних предметів, персоналізовано і водночас при взаємодії учнів один з одним, з учителями, експертами тощо.

Послідовна реалізація нормативно-правових актів з інформатизації освіти вимагає звернення уваги на регламентування діяльності системи освіти у цифровому суспільстві, оскільки реформування освіти має відповідати потребам розвитку цифрової економіки та цифрового суспільства.

Так, у Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки [346] у розділі «Освіта» визначено напрями цифрового розвитку освітньої галузі. Зокрема, зазначається: «Повна загальна середня освіта перебуває на етапі кардинальних змін. Сучасні діти потребують цікавої, наповненої дослідженнями та експериментами школи з використанням сучасних технологій. Підвищення рівня та якості знань, формування сучасних навичок та компетентностей, навчання здобувати інформацію [...]». Від комп'ютерних класів до цифрових технологій у кожному класі – такою є цифрова трансформація сучасної повної загальної середньої освіти.

Використання цифрових технологій у школі має носити багатоплатформний наскрізний характер, тобто використовуватися не лише на уроці інформатики в окремому класі інформатики, як зазвичай, а під час навчання інших предметів [...].

Також у Концепції наголошується, що «інформаційно-комунікаційні та цифрові технології надають можливість інтенсифікувати освітній процес, підвищити рівень та якість сприйняття, розуміння та засвоєння знань. За допомогою медіа- та інтерактивних засобів вчителям легше використовувати підхід до викладання на основі впровадження інноваційних підходів [...]. Як результат, діти набагато краще засвоюють інформацію та формують відповідні навички, перебуваючи в емоційно-комфортному середовищі, не втрачають бажання навчатися, генерувати ідеї та творити.

Цифрові технології роблять процес навчання мобільним,

диференційованим та індивідуальним. При цьому технології не замінюють вчителя, а доповнюють його. Таким урокам властиві адаптивність, керованість, інтерактивність, поєднання індивідуальної та групової роботи, часова необмеженість навчання».

Першочерговими завданнями, серед іншого, є формування ґрунтовної національної політики цифровізації освіти як пріоритетної складової частини реформи освіти, забезпечення навчальних закладів комп'ютерними засобами, підготовка, адаптація та організація доступу до мультимедійних технологій. Цифровою освітою є об'єднання різних компонентів і найсучасніших технологій завдяки впровадженню нових інформаційних та освітніх технологій, застосуванню прогресивних форм організації освітнього процесу та активних методів навчання, а також сучасних навчально-методичних матеріалів. Основними завданнями закладів вищої освіти у контексті цифровізації освіти є формування знань та навичок майбутніх учителів математики та інформатики щодо впровадження комп'ютерно орієнтованих засобів навчання.

На думку Н. М. Краус [197] «парадигмальними засадами розвитку цифрової освіти в Україні є: інформаційна грамотність шляхом формування цифрових компетенцій та навичок як ключових компонентів цифрової освіти; становлення цифрової грамотності шляхом поєднання академічної формальної освіти та неформальної освіти; використання цифрових технологій протягом навчання повинне мати наскрізний характер, тобто залучатися під час вивчення усіх дисциплін, що передбачено навчальними планами і програмами».

На думку В. Ю. Бикова, на сучасному етапі відбувається перехід «від ІКТ-орієнтованої освіти – Освіти 3.0, що характеризується широким впровадженням в усі освітні підсистеми ІКТ-засобів та ІКТ-сервісів (комп'ютерно орієнтованих засобів навчання та електронних освітніх ресурсів – ЕОР) – до відкритої освіти знаннєвого суспільства – Освіти 4.0, що будуватиметься на новій цифровій платформі» [40]. Головна мета Освіти 4.0 в Україні полягає у забезпеченні різнобічного розвитку особистості учнів (XXI століття). Освіта 4.0 – це невід'ємний компонент Суспільства 4.0, формування якого пов'язується із суспільством знань. «Суспільство знань – це суспільство, в якому переважна частина населення поділяє думку про те, що неперервне, протягом всього життя пізнання світу і вдосконалення (самовдосконалення й удосконалення за допомогою зовнішніх систем) є головною метою життя людини».

Інформаційне суспільство ж розглядається В. Ю. Биковим як «етап переходу до нового перспективного стану свого соціально-економічного і науково-технічного розвитку – до суспільства знань, знаннєвого суспільства (knowledge society, ksociety)». На думку науковця, «суспільство знань –

концепція постіндустріального суспільства, завершальний етап формування інформаційного суспільства, історична фаза розвитку цивілізації, в якій головними ресурсами і одночасно продуктами виробництва є інформація і знання».

На ідеї «цифровізації» усіх сфер діяльності, і, насамперед, «цифровізації» освіти базується Проект закону «Цифрова адженда України – 2020» («Про цифровий порядок денний України – 2010») [422], який сьогодні запропоновано для обговорення українському суспільству і який корелює з ідеями перспективного портрету освіти XXI століття – Освіти 4.0. У Проекті зазначено про нагальну потребу перегляду «навчальних програм вищих навчальних закладів, прискорене введення нових курсів, що відповідають вимогам Індустрії 4.0», оскільки «сфера «цифрових» навичок та компетенцій в Україні розвивається клаптиково, хаотично та окремо від академічної (так званої формальної) освіти. Застарілі методики викладання, відсутність навчальних стандартів, підготовлених викладачів, а також недоступність цифрових технологій для навчального процесу призвели до надзвичайно низького рівня цифрової грамотності в усіх існуючих сегментах державної системи освіти (дошкільної, початкової, середньої, вищої)».

Наведені результати дають підстави стверджувати наступне.

1. Сучасним трендом є розвиток інформаційного суспільства з перспективою переходу до суспільства знань, яке характеризується розвитком цифрової платформи освіти, яка зумовлює формування Освіти 4.0. Інформатизація освіти є незворотнім процесом і вимагає суттєвого удосконалення відновленої професійної підготовки вчителя.

2. Інформатизація та цифровізація освітньої сфери ставить перед закладами вищої педагогічної освіти вимоги модернізації усіх аспектів освітнього процесу, зокрема, модернізацію навчальних програм, впровадження нових навчальних дисциплін, оновлення підходів у навчанні класичних фундаментальних дисциплін з метою формування високого рівня візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

3. Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики у закладах вищої освіти узгоджується із задекларованими державою стратегіями та концепціями розвитку освіти в Україні.

4. Згідно із законодавчими актами у сфері освіти професійна підготовка вчителів математики та інформатики серед іншого має передбачати сформованість професійної компетентності опанування та впровадження інформаційних технологій, що відбивається на рівні його візуально-інформаційної культури.

## *Висновки до розділу 2*

Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики обґрунтована нами на філософському, методологічному та законодавчому рівнях.

На філософському рівні основою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики є діалектичний підхід, який дозволяє вивчати процеси і явища у їх взаємозв'язках, динаміці, розвитку; спостерігати перехід кількісних змін у якісні; виявляти внутрішні суперечності, єдність протилежностей, базуючись на цьому, визначати рушійні сили пізнання; керуватися законом заперечення заперечення, аналізуючи в єдності теорію і практику явищ, що вивчаються, та синергетичний підхід, який спирається на ідеї, поняття і методи дослідження й управління відкритих нелінійних систем, здатних до самоорганізації і саморозвитку та надає можливість сприймати формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як відкриту систему, що передбачає обмін інформацією між суб'єктами цього процесу; забезпечує перехід від організації процесу формування візуальної культури до професійного самовдосконалення студентів.

Методологічний концепт формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики ґрунтується на використанні підходів загально-наукової (системний підхід), конкретно-наукової (особистісно орієнтований, культурологічний, компетентнісний, акмеологічний, інтегрований) та специфічної методології (когнітивно-візуальний, праксеологічний, BYOD), що дозволяє сформуванню цілісного уявлення про базис формування феномена візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Системний підхід дозволяє розглядати формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики як складний цілісний динамічний процес і передбачає системний науково-методичний супровід окремих інформатико-математичних курсів і спецкурсів, цілеспрямоване удосконалення системи неперервної післядипломної освіти педагогічних працівників та тематики кваліфікаційних (бакалаврських, магістерських) робіт.

Особистісно орієнтований підхід уможливорює індивідуальний підхід до суб'єктів навчання на основі урахування їх психологічних особливостей, забезпечує основу для побудови ними власних освітніх траєкторій і обумовлює сприйняття процесу формування візуально-інформаційної культури як процесу, в якому вибір методів, засобів і форм організації освітньої діяльності.

Компетентнісний підхід є основою забезпечення здатності використовувати візуальні знання, уміння і навички у професійній діяльності, використовувати засоби комп'ютерної візуалізації для створення

візуалізованого контенту (від когнітивної наочності до організації візуалізованого експерименту).

Культурологічний підхід обумовлює розгляд візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики як частинного виду професійно-педагогічної культури вчителя. Акмеологічний підхід є основою для прогнозування, рефлексії професійної діяльності та забезпечення професійного творчого саморозвитку, самовдосконалення.

Інтегрований підхід забезпечує засвоєння студентами взаємопов'язаних наукових понять дисциплін математичного, природничого, інформатичного та технологічного циклів, комп'ютерної графіки на рівні, достатньому для здійснення алгоритмічної й евристичної пізнавальної діяльності, і професійно-орієнтованих дисциплін та подолання формалізму знань, формування у студентів цілісної системи візуальних знань та умінь й уявлень про їх активне використання у професійній діяльності.

Когнітивно-візуальний підхід є основою як для формування візуальних знань, умінь і навичок у майбутніх учителів математики та інформатики, так і підґрунтям для їх використання у майбутній професійній діяльності. Праксеологічний підхід є основою для формування вміння майбутнього вчителя математики та інформатики раціонально обирати засоби комп'ютерної візуалізації для створення та використання візуального супроводу у професійній діяльності. BYOD-підхід використано з метою інтенсифікації освітнього процесу та вирішення проблеми постійного доступу до освітніх ресурсів під час підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

Процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики зорієнтований на дотримання як загально дидактичних принципів навчання (неперервності, системності та послідовності, науковості, доступності, використання міжпредметних зв'язків), так і специфічних принципів (технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризма), які підкреслюють специфіку професійної підготовки у контексті дослідження.

Концепція формування візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти узгоджується із задекларованими державою стратегіями та концепціями розвитку освіти в Україні, що враховують перспективу переходу до суспільства знань і характеризуються розвитком цифрової платформи, яка зумовлює формування Освіти 4.0. Останні вимагають цифрової трансформації майбутнього учителя шляхом модернізації усіх аспектів його професійної підготовки, зокрема, модернізації навчальних програм, впровадження нових навчальних дисциплін, оновлення підходів у навчанні класичних фундаментальних дисциплін з метою формування високого рівня візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

### РОЗДІЛ 3

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

# ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ

# МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

### *3.1. Аналіз шляхів формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти*

Теоретичний рівень концепції формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, що описана нами у розділі 2, передбачає теоретичний аналіз результатів досліджень, присвячених професійній підготовці вчителів математики та інформатики.

Аналіз стану проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти проведено за двома напрямками: на теоретичному рівні (досліджено стан проблеми у педагогічній теорії), на практичному рівні (з'ясовано стан формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти України).

*Аналіз стану проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.*

З метою з'ясування стану розробленості проблеми формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики наведемо результати контент-аналізу змістового конструкту «формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики». Аналіз проведено за наступними напрямками:

- 1) проблема формування інформаційної культури майбутнього вчителя;
- 2) проблема формування графічної культури майбутнього вчителя;
- 3) проблема формування візуальної культури майбутнього вчителя;
- 4) проблема візуалізації навчальної інформації і розвитку візуального мислення.

*Стан розробленості проблеми формування інформаційної культури майбутнього вчителя.*

Витоки проблеми формування інформаційної культури сягають 70-х років минулого століття, коли вперше з'являється термін «інформаційна культура», який у той час означав культуру раціональної і ефективної організації інтелектуальної діяльності людей. Л. М. Калініна за результатами ретроспективного аналізу виділяє декілька етапів розвитку цього феномену [160].

Перший етап (70-80-ті роки ХХ ст.) пов'язаний з виникненням терміну

«інформаційна культура». Проблема формування інформаційної культури досліджується бібліографами, бібліотекознавцями. На початку 80-х років з'являються перші спроби фахівців з педагогіки асимілювати термін «інформаційна культура».

На другому етапі (80-90-ті роки ХХ ст.) активізується науково-дослідна діяльність учених як у педагогічній науці, так і у суміжних галузях знання, зокрема філософії та інформатиці.

Третій етап починається від 90-х років ХХ ст. і триває до сьогодні. У 90-х роках у тлумаченні поняття «інформаційна культура» ще переважав монодисциплінарний підхід, у результаті якого формування інформаційної культури зводилося до вивчення основ бібліографічних знань та інформаційних технологій, а вже з середини 90-х років відбувається інтенсивне дослідження феномену «інформаційної культури» на міждисциплінарному рівні, а саме, у межах інформатики, кібернетики, соціального управління, культурології, теорії і методики навчання, теорії і методики професійної освіти.

У цей період розробляється кілька підходів до вивчення проблеми формування та розвитку інформаційної культури – інформологічний та культурологічний. Починають розглядатися три категорії інформаційної культури: інформаційна культура суспільства загалом, інформаційна культура особистості та інформаційна культура фахівця у конкретній професійній галузі. Результати термінологічного аналізу поняття «інформаційна культура» з позицій цих двох підходів наведено у підрозділі 2.2.

Особливий інтерес викликають монографії Л. М. Калініної та О. Д. Гуменного, не зважаючи на те, що вони стосуються розвитку інформаційної культури керівників навчальних закладів. У монографії Л. М. Калініної [160] досліджено генезис розвитку інформаційної культури як феномену інформаціології та інформаційного менеджменту, проблеми культурно-інформаційної теорії освіти. Дослідниця розкрила категоріально-понятійне поле інформаційної культури, зокрема інформаційну культуру особистості. Л. М. Калініна науково обґрунтувала структуру, зміст та технологічну сутність когнітивно-синергетичної моделі формування інформаційної культури керівника загальноосвітнього навчального закладу.

О. Д. Гуменний [104] розкрив основні підходи та організаційно-педагогічні умови розвитку інформаційної культури керівників навчальних закладів у міжкурсовий період, визначив компоненти інформаційної культури та критерії оцінювання її рівнів, обґрунтував методику створення “дорожньої карти” розвитку інформаційної культури керівників. Автор

виокремив умови розвитку індивідуальної траєкторії та вибір індивідуального стилю розвитку інформаційної культури керівників закладів вищої освіти.

Проблемі формування інформаційної культури майбутніх учителів присвячено низку наукових досліджень, серед яких наукові праці О. П. Значенко, О. І. Дрогайцева, А. О. Клименка, Ю. С. Рамського, О. В. Тутової, О. І. Шиман.

У докторській дисертації «Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики» Ю. С. Рамський [323] розробив теоретично обґрунтовану методичну систему формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики, виділив ознаки інформаційного суспільства, основні завдання інформатизації освіти і, як наслідок, пов'язані з цим процесом зміни в діяльності вчителя математики. Автор вкладає у поняття "інформаційна культура вчителя математики" наступний зміст: «інтегральний показник рівня його досконалості в інформаційній сфері діяльності, який проявляється в специфіці педагогічної діяльності та системі професійних якостей вчителя». Дослідник визначив основні її компоненти (інтелектуальний (інформаційно-інтелектуальний) потенціал, інформаційний світогляд, інформаційні потреби інформаційно-ціннісні орієнтації, інформаційно-операціональна діяльність), до кожної з яких виділено клас певних типів діяльності, а також виокремлено систему знань, умінь, певного досвіду щодо вирішення цієї типової задачі діяльності. Ю. С. Рамський розробив і науково обґрунтував складові методичної системи формування інформаційної культури майбутнього вчителя математики у процесі навчання дисциплін інформатичного циклу, запропонував способи активізації науково-пізнавальної діяльності студентів, орієнтованої на формування інформаційної культури вчителя математики у процесі навчання інформатичних дисциплін.

При дослідженні генезису формування інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики необхідно відзначити дослідження М. І. Жалдака та Ю. В. Тріуса, які внесли вагомий внесок у розвиток зазначеної проблеми.

Так М. І. Жалдак [131] наголошує, що інформаційна культура наразі стає одним із найважливіших елементів культури взагалі. Інформаційна культура, на його думку, характеризує досягнутий рівень організації інформаційно-комунікаційних процесів, ступінь задоволення потреб людей в інформаційному спілкуванні, в своєчасній, вірогідній і вичерпній інформації.

У контексті підготовки майбутніх учителів математики та інформатики М. І. Жалдак виділяє найважливіші компоненти інформаційної культури:

- «розуміння сутності інформації та інформаційних процесів, їх ролі в

процесі пізнання навколишньої дійсності та створюючої діяльності людини»;

– «розуміння проблем подання, оцінки і вимірювання інформації, її сприймання і розуміння, сутності формалізації суджень, зв'язку між змістом та формою, абстрагування від змісту і виділення лише семіотичної сторони, ролі формалізації змістовних суджень та інформаційного моделювання в сучасних інформаційних технологіях»;

– «розуміння сутності неформалізованих, творчих компонент мислення: постановка задачі чи реалізація проблемної ситуації, вироблення критеріїв добору потрібних, що приводять до розв'язку, операцій»;

– «уміння будувати інформаційні моделі досліджуваних процесів і явищ, аналізувати їх за допомогою сучасних ІКТ та інтерпретувати отримані результати, систематизувати факти, синтезувати, осмислювати і формулювати висновки, узагальнювати спостереження, передбачати наслідки прийраних рішень і вміння їх оцінювати»;

– «володіння системами опрацювання текстових, числових і графічних повідомлень і даних, баз даних і знань, предметно-орієнтованих прикладних систем»;

– «розуміння сутності математичного моделювання, адекватності моделі досліджуваному явищу, коректності постановки задачі, стійкості методу розв'язування та відповідного алгоритму, впливу похибок на результати обчислень, володіння елементами обчислювальної та програмістської культури»;

– «володіння сучасними предметно орієнтованими інформаційними технологіями»;

– «вміння використовувати сучасні ІКТ для підготовки, супроводу, аналізу, коригування навчального процесу»;

– «вміння добирати найбільш раціональні методи і засоби навчання, враховувати індивідуальні особливості учнів, їх запити, нахили і здібності»;

– «вміння ефективно поєднувати традиційні методичні системи навчання із новими інформаційно-комунікаційними технологіями».

Ю. В. Тріс [401] відзначає, що «питання формування інформаційної культури сучасної особистості – одна з центральних проблем, яка повинна вирішуватися послідовно і спадкоємно на всіх рівнях загальної і вищої освіти». У його розумінні інформаційна культура – це «складова частина загальної культури, орієнтована на інформаційне забезпечення діяльності людини, яка відображає досягнутий рівень організації інформаційних процесів, рівень ефективності створення, збирання, зберігання, опрацювання, подання і використання різноманітних відомостей, що забезпечують цілісне

бачення світу, його моделювання, передбачення наслідків рішень, які приймаються людиною». Ю. В. Тріус наголошує, що «система формування інформаційної культури є важливою складовою професійної підготовки студентів і передбачає проходження трьох основних етапів, на кожному з яких вивчаються певні навчальні дисципліни, що повинні обов'язково входити до навчальних планів відповідних освітньо-кваліфікаційних рівнів всіх спеціальностей, де здійснюється практична підготовка і науково-дослідна робота студентів.

I етап. Формування загальних основ інформаційної культури.

II етап. Підготовка студентів до використання ІКТ у майбутній професійній діяльності.

III етап. Підготовка майбутніх фахівців до проектування та розробки проблемно-орієнтованих програмних продуктів, мультимедійних матеріалів та Internet-ресурсів для забезпечення професійної діяльності».

Ю. В. Тріус переконаний, що педагогічний потенціал нових інформаційних технологій навчання може бути реалізований тільки за умови достатньої інформаційної культури студентів, які у майбутньому стануть фахівцями, рівень професійної підготовки яких відповідає вимогам інформаційного суспільства, які будуть компетентними, мобільними і конкурентноспроможними на сучасному ринку праці.

У векторі підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до професійної діяльності в умовах інформатизованого навчального процесу виконано дисертаційне дослідження Т. В. Підгорної [301]. Авторка обґрунтовує наукову позицію щодо механізмів формування такого компонента інформаційної культури майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін як культури використання інтернет-ресурсів, основними складовими якої є інформаційна безпека людини і правове використання різноманітних інформаційних ресурсів.

Відзначимо низку фундаментальних досліджень, присвячених проблемам інформатизації математичної освіти. Л. П. Мартиросян [231] інформатизацію освіти розуміє як «цілеспрямовано організований процес створення і використання науково-педагогічних, навчально-методичних, програмно-технологічних розробок, орієнтованих на досягнення цілей навчання математики, в умовах реалізації можливостей інформаційних і комунікаційних технологій, з урахуванням педагогічно-ергономічних умов безпечного їх застосування».

Дослідниця зазначає, що інформатизація математичної освіти у контексті формування інформаційної культури забезпечує: розвиток особистості суб'єкта навчання за рахунок залучення до експериментально-

дослідної діяльності і формування пізнавального інтересу в умовах особистісно орієнтованого навчання математики; виконання соціального замовлення суспільства за рахунок залучення суб'єктів навчання до використання інформаційних технологій як інструменту дослідження в умовах прикладної спрямованості навчання математики; підвищення якості процесу навчання математики за рахунок реалізації дидактичних можливостей інформаційних і комунікаційних технологій.

Подібною за науковою проблематикою є докторська дисертація М. І. Рагуліної [320]. Авторка зазначає, що інформаційні технології не займають потрібного місця у професійній діяльності педагога фізико-математичного напрямку. Як наслідок у методиках продовжують домінувати суб'єктивні чинники, які породжують формалізм знань суб'єктів навчання в процесі навчання математики: «надмірна інтенсивність і недостатня структурованість інформаційного потоку знань, нерозвиненість функціональних і операційних механізмів сприйняття і переробки математичної інформації». Причини такого стану речей дослідниця вбачає у тому, що інформаційно-комунікаційні технології «не є поки невід'ємною частиною, звичним компонентом змісту і структури математичної діяльності педагога фізико-математичного напрямку, що не дозволяє ефективно здійснювати формування базових і спеціальних компетенцій для повноцінної реалізації математичної діяльності, проілюструвати роль емпіричних (поряд з теоретичними) методів розв'язування реальних практичних завдань, підвищити швидкість засвоєння і глибину сприйняття навчального матеріалу за рахунок візуалізації і застосування комп'ютерного інструментарію для розв'язування математичних задач, підвищити роль математичного та комп'ютерного моделювання як ідейної основи і реальної практичної мети математичної освіти».

В умовах інформатизації суспільства суб'єкт навчання змушений взаємодіяти з великою кількістю інформаційних об'єктів, встановлювати зв'язки між ними, впливати на процеси, що вивчаються. У таких умовах, коли змінюються уявлення про навчальну інформаційну взаємодію, про структуру представлення навчального матеріалу, про інформаційну діяльність у предметній сфері, академік І. В. Роберт [343] зазначає, що «особливого значення набуває підготовка кадрів, які здатні засвоїти все, що притаманне процесу інформатизації освіти», тобто кадрів, які компетентні у питаннях оптимізації використання засобів навчання для реалізації можливостей комп'ютерної візуалізації навчальної інформації, автоматизації процесів інформаційно-пошукової діяльності; у питаннях зміни умов здійснення інформаційної діяльності у предметній сфері, як то опрацювання

інформації, представленої в різних формах, створення нового інформаційного продукту, формалізація інформації (представлення її у вигляді символічного запису чи певної формалізованої структури, яка адекватно відображає властивості даної інформації і має її суттєві ознаки), обмін текстовою, графічною та аудіовізуальною інформацією.

Відзначимо також дисертацію Г. О. Михаліна, присвячену проблемі формування основ професійної культури майбутніх учителів математики. [245]. У роботі серед іншого актуалізується проблема формування інформаційної культури вчителя математики у процесі навчання математичного аналізу. Ним запропоновано авторську методичну систему навчання, яка забезпечує підвищення рівня професійної культури вчителя і яка спирається на різні організаційні форми, методи, прийоми і засоби навчання, але автором наголошується на виправданому та виваженому використанні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій навчання і акцентується увага на можливих помилках, які можуть бути допущені при недостатньо сформованому рівні математичної культури поряд з використанням комп'ютерних засобів.

*Стан розробленості проблеми формування графічної культури майбутнього вчителя.*

Предметне спрямування фундаментальних науково-педагогічних досліджень, пов'язаних із формуванням графічної культури здебільшого зосереджене на підготовці вчителів технологій, креслення, інженерів, конструкторів-модельєрів. Вважається, що основними графічними дисциплінами є нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка, які і забезпечують фундамент графічної професійної діяльності.

Питанням художньо-графічної підготовки майбутніх учителів технологій присвячене дисертаційне дослідження В. М. Бойчука [49]. Автор обґрунтовує концепцію художньо-графічної підготовки майбутніх учителів технологій, що передбачає підвищення якості освіти шляхом викладання в педагогічному ЗВО мистецтва графіки, раціонального за змістом і методикою навчання.

Подібною за науковою проблематикою є докторська дисертація Т. В. Чемоданової [426], в якій зазначається, що графічна підготовка студентів – результат засвоєння графічних дисциплін, вивчення яких спрямоване на отримання сукупності геометричних, інженерно графічних та інформаційно-технологічних умінь та навичок у галузі загально інженерних дисциплін графічного циклу. Така комплексна підготовка має навчити студентів розв'язувати завдання методами геометричного моделювання та виконувати графічні роботи, наближені до майбутньої професійної

діяльності. Дослідниця наголошує на слабкій геометричній та графічній підготовці випускників середньої школи, що призводить до певних труднощів при опануванні навчальних програм з графічних дисциплін у технічних ЗВО. Т. В. Чемоданова переконана, що інженерно-графічна культура – це «професійно важлива якість особистості, яка формується у процесі інженерно-графічної підготовки та розвивається впродовж подальшого здійснення професійної діяльності, пов'язаної з постійним використанням знань, умінь, засобів і методів інженерної графіки та комп'ютерного проектування».

Проблемам формування графічної культури студентів технічних закладів вищої освіти присвячене дисертаційне дослідження М. В. Лагунової [208]. М. В. Лагунова виокремлює етапи формування графічної культури майбутнього фахівця в процесі навчання у ЗВО: від графічної грамотності, що забезпечує набуття початкових графічних знань та умінь, через графічну компетентність, яка передбачає «усвідомлене застосування студентами графічних знань, умінь та навичок, досвід графічної професійно-орієнтованої діяльності, вільну орієнтацію у середовищах графічних інформаційних технологій», до графічної культури, під якою розуміє «вияв сформованості та розвитку якостей особистості, що реалізуються у професійній діяльності (графічній світогляд, спеціальний тезаурус графічних понять тощо); високу продуктивність діяльності, що ґрунтується на системі графічних умінь і навичок; належний рівень просторового мислення, що уможливорює процес сприйняття, структурування й декодування графічної інформації професійного характеру».

І. Д. Нищак [260] обґрунтовує методичну систему навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій як спеціально організоване складне, цілісне й динамічне утворення, елементами якого виступають мета, зміст, методи, засоби і форми навчання, що визначає способи взаємодії суб'єктів навчально-пізнавального процесу та зорієнтоване на формування системи інженерно-графічних знань й умінь студентів відповідно до вимог і запитів сучасного суспільства. У своєму дослідженні автор уточнює сутність поняття інженерно-графічна культура як інтегральну характеристику професійно-особистісних якостей педагога, що відображає високий рівень знань, умінь і навичок та практичного досвіду, необхідних для успішного розв'язання професійних інженерно-графічних задач; здатність до рефлексії власної інженерно-графічної діяльності, самовдосконалення й підвищення фахового рівня.

У контексті підготовки майбутніх учителів технологій виконана також і дисертаційна робота П. Г. Буянова [60]. Автор трактує графічну культуру

майбутнього учителя технологій як «здатність до створення і засвоєння графічних способів відображення, зберігання та передачі інформації про навколишню дійсність». П. Г. Буянов вважає, що це вищий рівень результативності графічної підготовки, і «серед невід'ємних складових графічної культури вчителя трудового навчання виділяє вміння виконувати грамотні пізнавальні малюнки, групувати науковий матеріал у лаконічні рамки схем, таблиць, діаграм, працювати крейдою на дошці, виконувати на високому професійному рівні наочні посібники, широко застосовувати графічну мову, користуватися графікою як педагогічним засобом, видом графіки, що використовується для пояснення, ілюстрації та полегшення розуміння будови предметів, сутності явищ і процесів, грамотно будувати будь-яке зображення на основі врахування законів його сприймання, вміння графічно пояснити свою думку, володіння інструментами і матеріалами для виконання зображень, естетичного сприймання світу, формування графічного стилю мислення».

*Стан розробленості проблеми формування візуальної культури майбутнього вчителя.*

Проблема формування візуальної культури з огляду на освітню галузь розглядається у дисертаційних дослідженнях, пов'язаних з професійною художньою сферою, лежить у площині сучасних художніх практик, використовується в педагогіці мистецтва, або стосується підготовки студентів художніх спеціальностей [241; 186] В той же час у подібних дисертаційних роботах автори посилаються на культурологічні дослідження [248; 352].

Сучасна ж педагогічна теорія до теперішнього часу термін «візуальна культура» не асимілювала. Тому потрібно переосмислити поняття «візуальна культура» у векторі підготовки майбутніх учителів математики та інформатики.

*Стан розробленості проблеми візуалізації навчальної інформації.*

Теоретичні основи візуалізації навчальної інформації відображені в працях О. Г. Асмолова Ф. Ч. Бартлетта, А. О. Вербицького, В. О. Давидова, П. М. Ерднієва, З. В. Калмикової та інших.

Психологи, фахівці в галузі теорії пізнання, педагоги, культурологи (З. С. Белова, Р. Гарднер, Н. М. Манько, К. Р. Фрумкін, М. О. Холодна та інші) у ході вивчення особливостей когнітивних стилів та способів їх урахування у процесі навчання звертають увагу на евристичний потенціал візуалізації. У працях Р. В. Гуріної, Т. М. Колодочки, М. А. Чошанова, В. Ф. Шаталова, С. Д. Шевченка, В. Е. Штейнберга [443] розглянуто використання візуалізації як способу «стиснення» навчальної інформації в рамках пошуку шляхів удосконалення навчального процесу. У психолого-

педагогічних дослідженнях П. К. Анохіна, Т. М. Артем'єва, М. І. Жинкіна, Д. О. Поспелова, О. О. Смірнова, О. С. Соколова, І. С. Якиманської доведено, що візуалізація навчального матеріалу сприяє його більш успішному сприйманню і запам'ятовуванню.

Висвітленню дидактичного потенціалу технології візуалізації і наукових засад її використання у навчальному процесі присвячені праці З. С. Белової [30], Л. І. Білоусової, Н. М. Єжової [123], Є. Б. Єрмілової [125], Н. М. Манько, А. Г. Рапуто, Т. В. Сороки.

Дослідницька праця З. С. Белової [30] присвячена філософському усвідомленню необхідності візуалізації теоретичного знання в контексті наукового пізнання. Авторка зазначає, що візуалізація не замінить вербального опису достовірних фактів, їх дескриптивно-нормативного пояснення, а також інтерпретації самих абстракцій і математичних формул, що входять до складу теоретичних тверджень. Візуальна модель несе вкрай необхідне для дослідника інформаційне навантаження – забезпечення реалізму, відсутнього в абстрактному мисленні. Візуальна модель повинна бути сконцентрована і створена з урахуванням пропускнуої здатності і будови системи (зорового сприйняття, вбудованого в апарат візуального мислення), що її сприймає.

Мислення, необхідне для інтерпретації об'єкта пізнання, спрацьовує як правило, у відповідь на проблемну ситуацію, тому модель повинна містити в собі протиріччя відомого і невідомого. У цьому сенсі вона повинна містити в собі також і деяку невизначеність: надмірно економний опис може ускладнювати розуміння, а надмірно деталізований опис вимагає забагато зусиль для вилучення релевантної інформації.

Способи організації навчального процесу з використанням комп'ютерних візуальних навчальних матеріалів запропоновані Л. В. Далінером, М. В. Паком, О. В. Семеніхіної, Н. Р. Семеновою, В. О. Стародубцевим та іншими. Створенню оригінальних прийомів комп'ютерної візуалізації навчального матеріалу, розробці нових методик її застосування у викладанні конкретних дисциплін присвячені праці В. А. Касторнової, І. В. Косенко, Л. М. Кошкіної, А. М. Мансурова, М. О. Орешко, А. Л. Соболевої, Б. Є. Стариченко, С. В. Шушкевич та інших.

У дисертаційному дослідженні О. В. Семеніхіна виділяє окремий клас програм – засоби комп'ютерної візуалізації математичних знань, під якими розуміє віртуальні середовища, де розробниками передбачено інструменти створення й візуального подання математичних об'єктів та можливість їх інтерактивного перетворення для унаочнення певних характеристик, вивчення властивостей, установлення співвідношень тощо. Дослідниця

зазначає, що «використання таких засобів сприяє не лише більш якісній візуалізації навчального матеріалу, а й дозволяє задіяти візуальне мислення, спираючись на когнітивно-візуальні підходи, організувати навчальний експеримент, унаочнити основні характеристики об'єктів у їхній динаміці, стиснути у візуальний ряд цілі блоки текстової інформації, забезпечуючи інтенсифікацію навчання» [358].

Проблемам впровадження когнітивно-візуального підходу в освітній процес присвячено дослідження В. А. Далінгера [105], О. О. Князевої [168], А. В. Фирер [410].

У даному напрямку досліджень відзначимо монографію доктора педагогічних наук В. А. Далінгера [105]. Автор стверджує, що сутність навчання, побудованого на когнітивно-візуальній основі, полягає в перенесенні пріоритету з ілюстративної функції наочності на її пізнавальну функцію, тим самим забезпечується перенесення акценту з навчальної функції на розвивальну. Реалізація когнітивно-візуального підходу передбачає візуальне уявлення математичних понять, зорове сприйняття їх властивостей, зв'язків і відношень між ними, що дозволяє розгорнути перед суб'єктами навчання окремі фрагменти теорії, акцентувати увагу на вузлових моментах процесу розв'язування задачі, сформулювати і поширити узагальнений алгоритм практичних дій, залучити отримані знання та набуті вміння в процес пізнання інших галузей знань. В. А. Далінгер експлікує поняття «візуальне мислення» як те, що орієнтоване на випереджаюче відображення дійсності, на уможливлення репродукування конкретних образів, раніше невідомих, і має відношення до сфери діяльнісного відтворення, до сфери методів перетворення об'єктів, специфіка якого при засвоєнні математичного змісту полягає в тому, що візуальне мислення виступає як діяльність по створенню образів, наповненню їх змістовим навантаженням, оперуванню ними, перекодуванню образів, створених на основі різних за типом і формою наочних зображень.

У даному дослідженні теоретично обґрунтована когнітивно-візуальна методика навчання математики, яка передбачає орієнтацію на розвиток візуального мислення учнів; оволодіння прийомами візуалізації, графічної інтерпретації та математичною символікою; використання когнітивно-візуальної графіки; впровадження спеціально розробленого комплексу візуалізованих завдань; впровадження ефективної комп'ютерної підтримки; конструювання візуального навчального середовища.

Проблема розвитку візуального мислення досліджується у дисертаціях Г. В. Ільїної [155], Н. А. Резник [334], С. М. Симоненко [373].

У докторській дисертації С. М. Симоненко [373] дано визначення

візуального мислення і зазначено, що візуальне мислення відображає зв'язки й відношення об'єктивної реальності за допомогою різних форм візуального кодування, результатом якого є створення образів-концептів (моделей, графіків, схем, карт). Специфіка образу-концепту полягає в тому, що він є пізнавальним конструктом, організація якого є результатом інтеграції двох різноякісних форм відтворення інформації: візуальної і вербальної через візуальну. Візуально-мисленнєва стратегія розглядається В. М. Симоненко як система індивідуально та особистісно усталених тенденцій до використання способів і прийомів трансформації та суб'єктивно-семантичної інтерпретації образу-концепту, яка реалізовується як на усвідомлюваному, так і на неусвідомлюваному рівні, є індивідуально-особистісно та діяльнісно обумовленою, функціонально усталеною і реалізується в процесі перебігу процесу візуального мислення при розв'язуванні тих чи інших творчих задач.

Механізми візуально-мисленнєвої діяльності мають ієрархічно організовану структуру, зокрема метарівень є найвищим рівнем у структурі візуально-мисленнєвої стратегії і розглядається як когнітивно-особистісна модель “бачення проблеми”, як глобальна пізнавальна гіпотеза, що вибудовується в процесі індивідуального пізнання, “бачення” джерела стимуляції відповідно до образу суб'єкта діяльності. Мотивація до візуалізації тієї або іншої проблеми закладена в активній діяльній природі образу, а також мотиваційно-сміслових структурах особистості суб'єкта діяльності.

Н. А. Резник [334] зазначає, що вміння і навички, сформовані в «режимі візуального навчання», досить міцно закріплюються в довгостроковій пам'яті учнів.

Авторка підтверджує експериментально, що за умови візуального навчання в учнів, починаючи з деякого моменту, виникає здатність залучати до процесу мислення зорові стандарти, який є «провідниками» у проведенні міркувань. Ці образи знімають жорстку логіку і надмірну абстрактність багатьох навчальних ідей і понять, одночасно дозволяючи поглиблювати і розширювати уявлення про них.

Але разом з цим, надмірне захоплення візуалізацією навчального матеріалу може також і нашкодити. Візуальне навчання не може повністю підміняти собою традиційні прийоми і засоби навчання. Візуальні дидактичні матеріали не можуть замінити грамотно і змістовні підручники. Окремі візуальні завдання корисно застосовувати якомога частіше, проте повний візуальний урок повинен бути скоріше винятком, ніж правилом.

Н. А. Резник обґрунтовує доцільність створення візуального середовища навчання, відмінність якого полягає у залученні та розвитку візуального

мислення через використання природного зорового механізму отримання людиною інформації.

Проведений аналіз та узагальнення психолого-педагогічних джерел і дисертаційної бази Національної бібліотеки України імені В. Вернадського дає підстави стверджувати, що проблема формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики не була предметом наукових пошуків і дисертаційних досліджень вітчизняних науковців.

*Аналіз стану формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики в процесі професійної підготовки у закладах вищої освіти України.*

Підготовку майбутніх учителів математики в Україні здійснюють педагогічні та класичні заклади вищої освіти.

Стандарт вищої освіти зі спеціальності 014 Середня освіта (за предметними спеціальностями) на сьогодні ще не затверджено [138], наразі немає і його проекту [313].

Оскільки стандарт вищої освіти відсутній, то кожний заклад вищої освіти розробляє власні освітні програми, за якими здійснює освітню діяльність. Такий новаційний крок у розширенні автономії закладу освіти, на думку О. Г. Набоки, дозволяє більш ефективно використовувати ресурси, пов'язані із розробленням чи модифікацією освітніх програм нового покоління [253]. Якість освітніх програм гарантується через впровадження ефективної процедури їх акредитації та вимогливого ставлення до процедур Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти та діяльності закладів вищої освіти.

Нами проведено аналіз 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 наступних закладів вищої освіти: Глухівський національний педагогічний університет імені Олександра Довженка [277], Донбаський державний педагогічний університет [285; 278; 279], Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка [280], Мелітопольський державний педагогічний університет імені Богдана Хмельницького [275; 271], Миколаївський національний університет імені В. О. Сухомлинського [286], Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка [287; 281; 273; 269], Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка [272; 276; 284; 288], Ужгородський національний університет [289; 282], Харківський національний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди [290; 283; 274;

270].

Мета аналізу полягала у виявленні наявності у програмах складових (компетентностей та програмних результатів навчання), що відповідають компонентам візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

За результатами аналізу можна зробити висновки, що на сьогодні професійна підготовка майбутніх учителів математики та інформатики не спроможна повною мірою задовольнити вимоги суспільства щодо підготовки конкурентно спроможного вчителя, у якого буде сформовано візуально-інформаційну культуру. Нами встановлено, що нормативні вимоги, які обумовлюють підготовку майбутніх учителів математики та інформатики у контексті нашого дослідження, зводяться лише до таких *компетентностей*:

- здатність аналізувати особливості сприйняття та засвоєння учнями навчальної інформації з метою прогнозу ефективності та корекції освітнього процесу;

- здатність працювати з інформацією і знаннями з освітніх проблем;

- здатність самостійно здобувати за допомогою ІТ і використовувати в практичній діяльності нові знання і вміння;

- здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановки мети та вибору шляхів її досягнення;

- здатність використовувати основні методи, способи та засоби одержання, зберігання, переробки інформації; працювати з комп'ютером як засобом управління інформацією;

- володіння методами інформаційного моделювання; здатність реалізовувати інформаційну модель засобами інформаційно-комунікаційних технологій; проводити комп'ютерний експеримент, інтерпретувати, аналізувати та узагальнювати його результати;

*та програмних результатів навчання:*

- має уяву про процеси інформатизації суспільства та освіти; ціннісні основи реалізації інформаційної педагогічної діяльності; технічні та програмні засоби реалізації інформаційних процесів;

- знає та здатний розкрити дидактичний потенціал електронних засобів навчання;

- уміє використовувати новітні освітні технології, програмне забезпечення й сучасні технічні засоби навчання;

- володіє правилами, прийомами та способами аналізу, синтезу, узагальнення та класифікації наукової інформації;

- володіє основними методами відбору інформаційних ресурсів для

супроводу навчального процесу, основними способами й методами одержання, зберігання, обробки, передачі та подання інформації, основними мережними технологіями обробки даних;

– виділяє, комбінує та демонструє впевнене володіння пріоритетними способами пошуку та формування наукової та професійної інформації (у тому числі з використанням ІКТ) для вирішення професійних задач;

– вміє знаходити шляхи розв’язання складних непередбачуваних задач і проблем у сферах освітянської діяльності та/або навчання, що передбачає виявлення та інтерпретацію інформації (даних), вибір методів та інструментальних засобів, застосування інноваційних підходів, зокрема інформаційних технологій.

Наведені компетентності та програмні результати навчання лише частково пов’язані з компонентами візуально-інформаційної культури, які мають бути сформовані у майбутніх учителів математики та інформатики. Тому високий рівень візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики неможливо забезпечити у межах традиційного підходу до їхньої професійної підготовки. А тому доцільною буде розробка і обґрунтування моделі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

### ***3.2. Модель формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти***

З метою реалізації авторського задуму щодо процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики було розроблено структурно-функціональну модель такого процесу.

Побудова моделі ґрунтується на припущенні, що ефективне формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики забезпечується наступними положеннями:

– процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики ґрунтується на системному, компетентнісному, акмеологічному, синергетичному, інтегрованому, когнітивно-візуальному, праксеологічному та BYOD підходах і визначається специфічними принципами технологічності, орієнтації на інформаційні технології, використання міжпредметних зв’язків, студентоцентризма та виваженим поєднанням інформатико-математичної, педагогічної й інформаційної підготовки;

– оновлення змісту професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики шляхом розробки науково-методичного супроводу окремих інформатико-математичних курсів і спецкурсів (навчальні програми, силабуси, короткі матеріали лекцій, лабораторних занять, матеріали для контролю знань, завдання для самостійної роботи та виконання індивідуально-дослідницьких завдань тощо);

– створення умов для реалізації індивідуальних освітніх траєкторії, раціонального та виваженого використання спеціалізованого програмного забезпечення, візуалізованих завдань, цілеспрямованого формування умінь критично оцінити та раціонально обрати комп'ютерний інструментарій;

– використання поширених та інноваційних форм, методів й засобів навчання для збалансованого співвідношення між теорією і практикою в освітній і професійній діяльності з метою формування умінь і навичок роботи з візуалізованим навчальним матеріалом (розробка, аналіз, використання у професійній діяльності тощо).

Будь-який процес у галузі теорії та методики професійної освіти вимагає попереднього моделювання. Тому доцільним є попереднє визначення підходів до розуміння педагогічної моделі та процесу моделювання взагалі.

Як науковий термін поняття моделі походить від латинського *modulus*, що означає «міра, зразок, норма». У філософському енциклопедичному словнику модель означається як «речова, знакова або уявна (мислима) система, що відтворює, імітує чи відображає принципи внутрішньої організації або функціонування, певні властивості, ознаки і характеристики об'єкта дослідження (оригіналу), безпосереднє вивчення якого неможливе, ускладнене або недоцільне і може замінити цей об'єкт у пізнавальному процесі з метою одержання нових знань про нього» [411, с. 294].

А. Н. Кочергін співвідносить модель з уявлюваною чи матеріально втіленою системою, що відтворює досліджуваний об'єкт і здатна замінювати його таким чином, що й сама стає джерелом нової інформації [192], тобто модель є ідеальною копією реального об'єкта або явища.

Н. І. Шевандрін вважає, що «модель завжди є спрощенням (редукцією) досліджуваного явища. ... Таке спрощення полегшує процес якісного й кількісного аналізу» [432, с. 84], оскільки всі несуттєві чинники відходять на другий план, і завдяки цьому модель допомагає вирішити дослідницькі проблеми.

Р. Ю. Шеннон означає модель як уявлення об'єкта, системи або ідеї у формі, що відрізняється від самої цілісності та може слугувати для пояснення і кращого розуміння об'єкта, або для передбачення і (або) відтворення характеристик, що визначають його поведінку [434].

Але в той же час В. В. Краєвський та В. М. Полонський стверджують, що модель – це лише результат абстрактного узагальнення особистісного досвіду, і, навіть найбільш досконала, вона не може цілком відобразити всю сукупність закономірностей свідомої, соціально зумовленої діяльності людини [194, с. 268].

Модель, яка адекватно відображає цілісний процес формування досліджуваної якості, повинна задовольняти певні вимоги: бути цілісною (відображати проектування та реалізацію всієї послідовності педагогічного процесу); виявляти динаміку педагогічного процесу (показувати послідовність його етапів, систему засобів вирішення завдань, умов ефективного досягнення результатів); реалізувати прагнення суб'єкта-організатора органічно включитися в реальний педагогічний процес з метою формування у суб'єктів-об'єктів (учнів, студентів) певної якості, в тому числі у контексті всієї їхньої життєдіяльності [148, с. 24-25]. Окрім цього модель повинна знаходитися у певному співвідношенні подібності до оригіналу; заміщати оригінал у процесі наукового дослідження; забезпечувати можливість одержання нової інформації про оригінал в результаті дослідження [451, с. 123-124; забезпечувати єдність та взаємовплив структурних і функціональних компонентів. Модель, яка задовольняє перераховані вимоги, має суттєве практичне значення для подальшого планування експерименту.

Метод моделювання широко використовується у педагогічній науці загалом і у теорії та методиці професійної освіти зокрема. Це найбільш доцільний метод для дослідження складних процесів, яким є освітній процес. Актуальність і дієвість методу моделювання зумовлюється взаємозв'язками педагогічної науки і практики, які сприяють розширенню освітнього простору та поглибленню його змісту.

Педагогічне моделювання – це відображення характеристик чинної педагогічної системи у спеціально створеному об'єкті, який називають педагогічною моделлю [451, с. 123]. Але педагогічне моделювання передбачає не тільки процес побудови та дослідження моделі, а і визначення шляхів її впровадження в освітній процес.

Дослідження у педагогіці мають свої особливості. Це, на думку Є. А. Лодатко, пов'язано з нечіткістю визначення педагогічних понять. Педагогічні явища, об'єкти і процеси постійно змінюються, тому єдиною реальною можливістю для досліджень у педагогіці є формалізація (схематизація, спрощення) педагогічних явищ. Педагогічне моделювання дозволяє виокремити їх визначальні характеристики з метою детального вивчення, оцінювання й управлінського впливу. Таким чином, дослідження

педагогічних явищ (об'єктів, процесів, систем) відбувається опосередковано, через моделювання [220, с. 6-8].

Педагогічна модель – це «спрощений зразок об'єкта педагогічної практики, який зберігає тільки його суттєві риси» [215].

О. В. Пірогова виділяє три типи педагогічних моделей: концептуальна (головна ідея, що визначає зміст, структуру і новизну підходу до їх представлення); дидактична (ґрунтується на традиційних класичних положеннях та принципах, відбиває дослідницькі підходи до моделювання, новизну що розкривається в ході дослідження автором); методична (характеризується конкретними фактами та фрагментами навчальної діяльності, її змістом) [300].

Л. П. Вишнікіна на основі теорії педагогічного проектування виділяє наступні функціональні види педагогічних моделей: прогностична, концептуальна, інструментальна, моніторингова та рефлексивна [62].

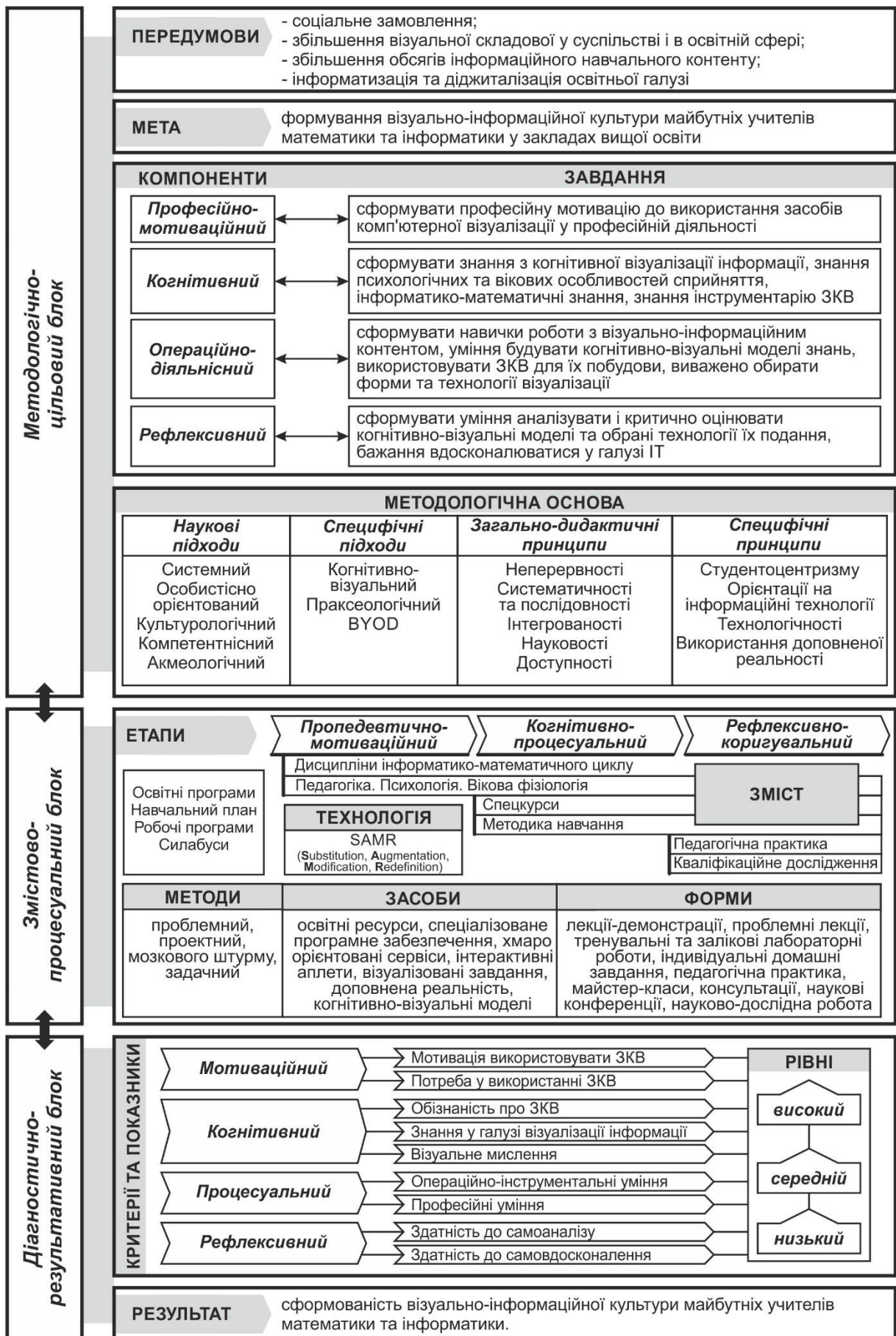
Нами обрано структурно-функціональну модель, яка від інших педагогічних моделей вирізняється тим, що, з одного боку, імітує внутрішню організацію, структуру оригіналу, а з іншого боку, описує (характеризує) функції як деякі стабільні, характерні для даної системи способи поведінки [221].

Модель формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти ідеалізує внутрішню структурну організацію досліджуваного процесу, послідовно відтворює безперервність і поетапність формування такої культури, надає можливість досліджувати не увесь процес, а лише ті аспекти, які нас цікавлять, а також дозволяє раціонально спланувати експеримент.

У моделі коротко відбито передумови, цілі, зміст процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, методику його здійснення у ЗВО і очікуваний результат – досягнення позитивної динаміки у формуванні візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики (рис.3.1).

Розроблена модель формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики складається з методологічно-цільового, змістово-процесуального, діагностично-результативного блоків.

**Методологічно-цільовий блок** представлено єдністю мети та зумовлених потребою у фахівців із сформованою візуально-інформаційною культурою завдань. Даний блок визначає методологічні основи процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, охоплює нормативно-правову базу та відомі підходи, на яких ґрунтується процес формування такої культури, створює передумови для поєднання інших складових у цілісну єдність, їх змістового наповнення і розвитку.



**Рис.3.1. Модель формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти**

На вході у модель відображено *передумови* формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти:

- соціальне замовлення, зорієнтоване на сприйняття вчителів математики та інформатики як високопрофесійних та різнобічно розвинених фахівців з високим рівнем сформованості візуально-інформаційної культури (воно є вихідним для визначення цілей навчання й, відповідно, проектування змісту цільового компонента моделі);

- «візуальний поворот» у суспільстві, що призводить до зміни способу сприйняття інформації та потребу випереджувальної підготовки вчителів;

- збільшення обсягів інформаційного навчального контенту;

- інформатизація та діджиталізація суспільства і освітньої галузі, активне поширення інформаційних технологій, постійний розвитком інформаційних засобів і технологій предметного спрямування.

Зазначені процеси зумовлюють *вимоги* до вчителів математики та інформатики, серед яких:

- наявність знань про психологічні та вікові особливості сприйняття навчального контенту;

- наявність знань в галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій;

- обізнаність із наявними засобами когнітивної візуалізації;

- здатність використовувати засобів комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності;

- вміння розробляти навчальні матеріали з різною навчальною метою, створені на основі засобів комп'ютерної візуалізації;

- навички візуалізації та якісного інформаційного наповнення освітньої діяльності;

- вміння раціонально обрати доцільну технологію візуалізації для створення власних когнітивно-візуальних моделей;

- вміння оцінювати ефективність обраної технології;

*Метою* структурно-функціональної моделі є формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Відповідно до поставленої мети та враховуючи зміст визначених структурних *компонентів* візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики ( професійно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, рефлексивний), до основних *завдань* формування такої культури віднесено:

– сформувати професійну мотивацію майбутнього вчителя математики та інформатики до використання засобів комп'ютерної візуалізації;

- сформувати знання в галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій, про психологічні та вікові особливості сприйняття навчального контенту;

- сформувати такі навички роботи з візуальними матеріалами як сприйняття, розпізнавання, аналіз, інтерпретація, оцінка, представлення; вміння візуалізувати та інформаційно наповнювати освітню діяльність, раціонального вибору технології когнітивної візуалізації; розробляти дидактичні матеріали з різною навчальною метою, створені на основі засобів комп'ютерної візуалізації;

– сформувати здатність до оцінки ефективності власної професійної діяльності та налаштованість на оновлення і поповнення власних знань, умінь та навичок у галузі цифрових технологій.

Для розв'язання окреслених завдань формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти визначено методологічну основу процесу формування: підходи (системний, діяльнісний, особистісно орієнтований, компетентнісний, акмеологічний, синергетичний, інтегрований, когнітивно-візуальний, праксеологічний, BYOD-підхід), принципи (неперервності, системності та послідовності, науковості, доступності, використання міжпредметних зв'язків, технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризма) (детальніше у підрозділі 2.2).

**Змістово-процесуальний блок** визначає дидактичну модель навчальних дисциплін (навчальні програми, навчальні плани, навчальні матеріали), включає етапи формування візуально-інформаційної культури, завдання яких реалізуються через впровадження певних технологій, методів, форм і засобів навчання.

Зміст процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, її компонентів визначається з урахуванням нейрофізіологічних основ теорії зорового сприйняття (Р. Арнхейм, П. Гальперін, В. Крутецький), теоретико-практичних аспектів візуального мислення (Л. Занков, В. Зінченко, Н. Манько, О. Набока, О. Пескова, С. Сергєєв, В. Шаталов), теоретико-методичних засад когнітивної візуалізації в навчанні математики (В. Резник, В. Далінгер та ін.); дослідження фундаментальних ідей та оцінки тенденцій і перспектив сучасної інформатико-математичної освіти (В. Биков, Л. Гризун, М. Жалдак, М. Ковтонюк, М. Лапчик, Н. Морзе, М. Працьовитий, Ю. Тріус, С. Семеріков), застосування ІТ у професійній освіті (М. Жалдак, І. Роберт,

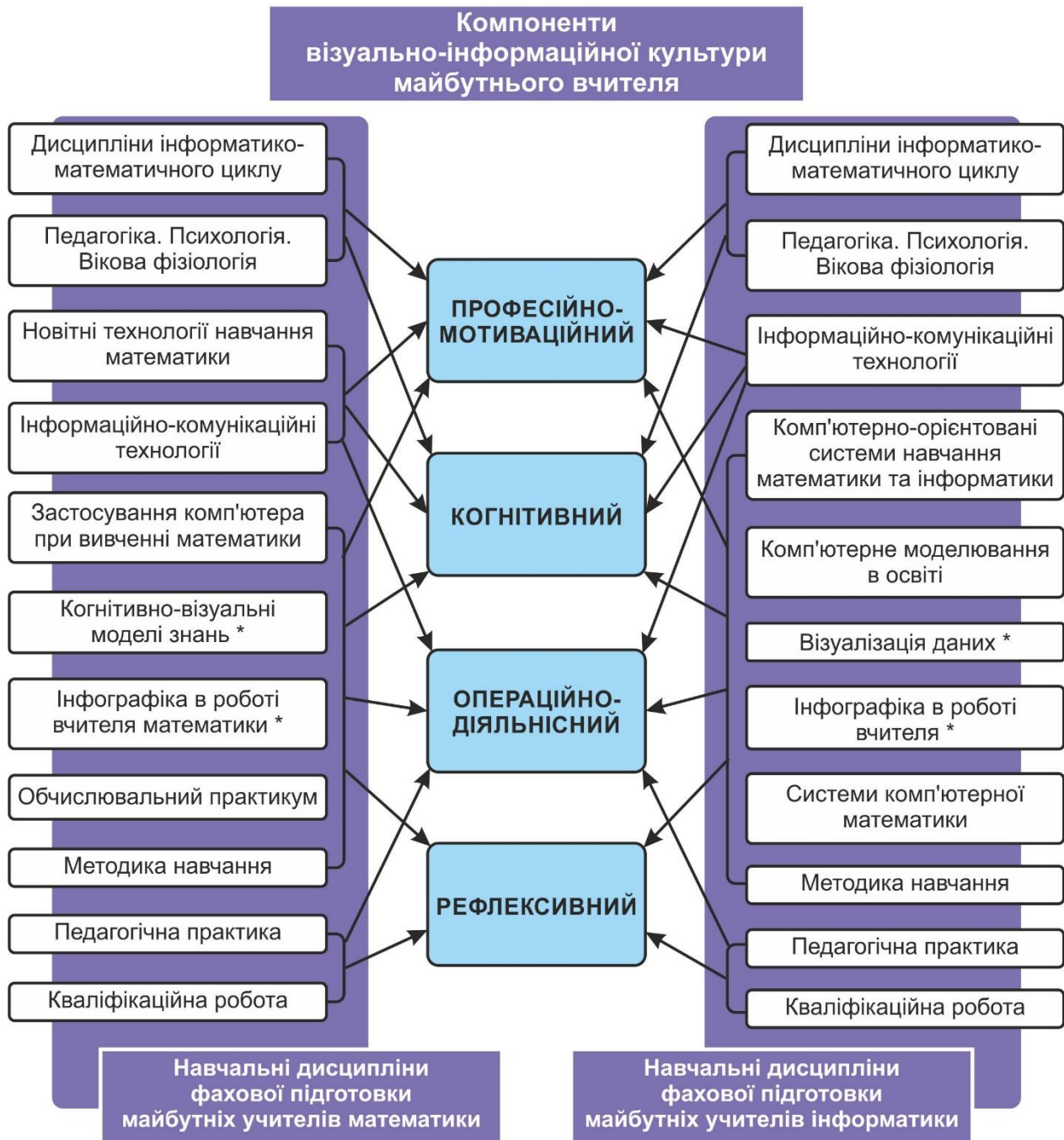
О. Самойленко та ін.); теорії підготовки вчителя в умовах інформатизації освіти (Ю. Горошко, С. Раков, Ю. Рамський, С. сапожников, М. Солдатенко, С. Харченко та ін.), теоретичних засад формування професійної і інформаційної культури вчителів (Л. Гаврілова, В. Монахов, В. Прошкін, Ю. Рамський, В. Стрельников), концептуальних досліджень в галузі теорії і методики навчання математики (В. Далінгер, Г. Дорофеев, Т. Коростіянець, Г. Михалін, В. Моторіна, С. Семенець, С. Скворцова, Н. Тарасенкова), концептуальних досліджень в галузі теорії і методики навчання інформатики (Б. Ю. Биков, Т. А. Вакалюк, Н. В. Морзе, С. О. Семеріков, О. М. Спирін та ін.), освітніх програмах для спеціальностей 014.04 Середня освіта (Математика) та 014.09 Середня освіта (Інформатика) для першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Розроблена модель ґрунтується на нормативно-правових документах, про які детально зазначено у підрозділі 2.3.

Мета та зміст визначених структурних *компонентів* візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики передбачали включення до навчальних планів підготовки майбутніх учителів математики та інформатики дисциплін, які спрямовані на досягнення високого рівня такої культури (наприклад, «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»), використання та демонстрації можливостей використання засобів комп'ютерної візуалізації (у рамках вивчення дисциплін інформатико-математичного циклу), поглиблення змісту навчальних дисциплін з метою вивчення психологічних та вікових особливостей сприйняття навчального контенту, нейрофізіологічних основ сприйняття інформації (наприклад, «Педагогіка», «Психологія», «Вікова психологія», «Вікова фізіологія»), вивчення правових основ використання вже готових візуальних дидактичних матеріалів (наприклад, «Цифрові технології в освіті», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики та інформатики») (рис.3.2).

Оновлення змісту професійної підготовки майбутніх учителів математики та інформатики реалізовано лише частково і такі дисципліни як «Когнітивно-візуальні моделі знань», «Інфографіка в роботі вчителя», «Візуалізація даних» плануються бути включеними у блоки дисциплін вільного вибору.

Комплекс дидактичних матеріалів, які використовуються у процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів

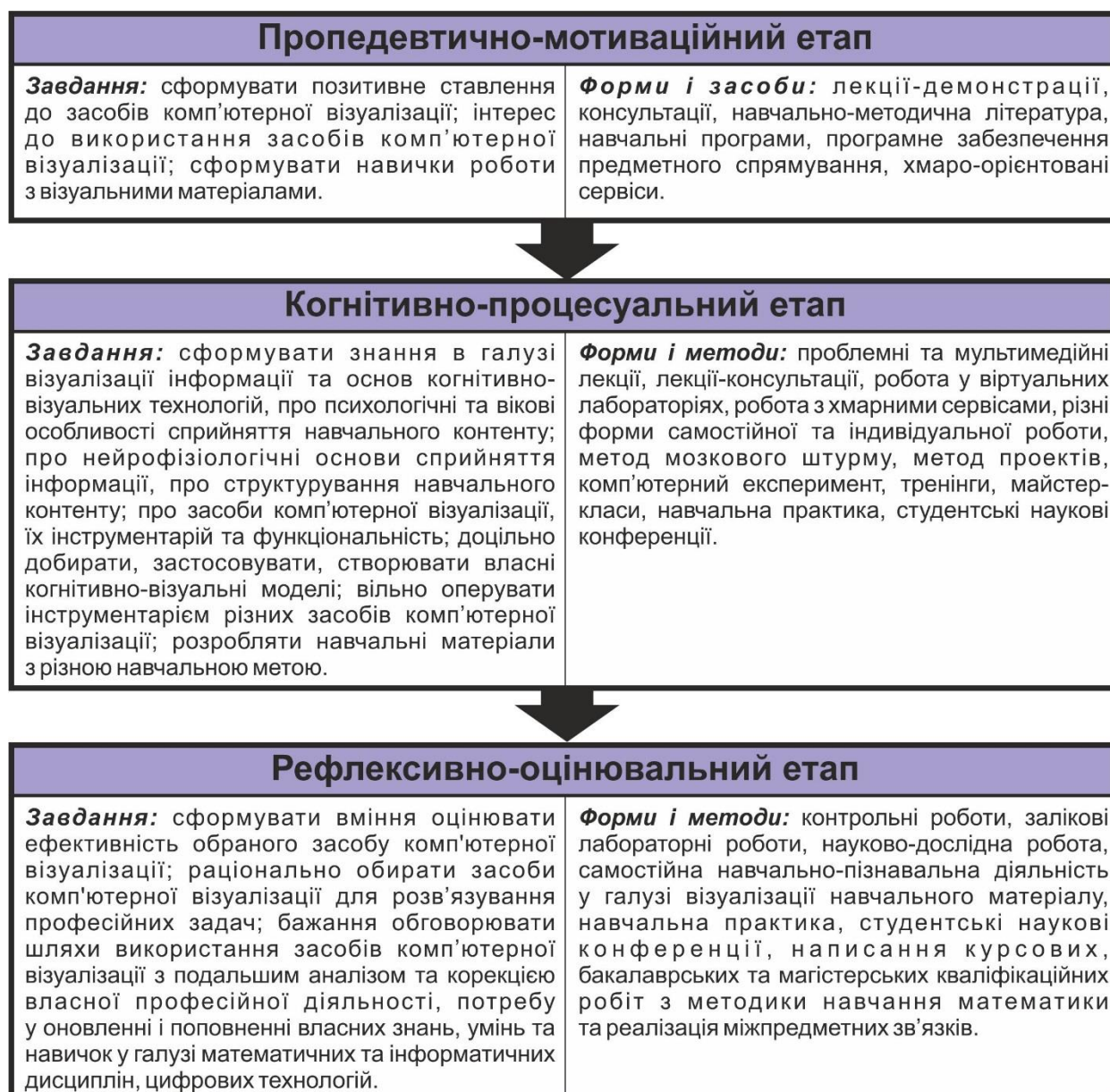
математики та інформатики, доповнено авторськими навчальними програмами (Додаток А) та навчальними посібниками для дисциплін «Застосування комп'ютерів при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики» [363], «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою» [115].



**Рис. 3.2. Зміст процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики**

Формування компонентів візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики проходить у три *етапи*: пропедевтично-

мотиваційний, когнітивно-процесуальний, рефлексивно-коригувальний. На кожному етапі виділено цільову домінанту, яка визначала специфіку завдань і реалізувалася через засоби, форми і методи навчальної діяльності (рис.3.3).



**Рис.3.3. Етапи формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики**

*Пропедевтично-мотиваційний етап* спрямований на формування стійкої зацікавленості у використанні засобів комп'ютерної візуалізації. Завданнями цього етапу було сформувати: позитивне ставлення до технологій візуалізації; інтересу до засобів комп'ютерної візуалізації через демонстрацію шляхів їх використання з різною дидактичною метою в освітньому процесі; навички роботи з візуальними матеріалами (сприйняття, розпізнавання, аналіз, інтерпретація та оцінка). Даний етап реалізується на I-

III роках навчання, але його можна продовжити за необхідності.

Реалізація окреслених завдань пропедевтично-мотиваційного етапу потребує використання та демонстрації можливостей використання засобів комп'ютерної візуалізації у рамках вивчення дисциплін інформатико-математичного циклу («Лінійна алгебра», «Теорія чисел», «Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Проективна геометрія і методи зображень», «Дискретна математика», «Інформатика», «ІКТ», «Програмування», «Основи мікроелектроніки», «Архітектура інформаційних систем»). Причому таке використання повинно бути як на «підміні», коли відбувається пряма заміна традиційного інструменту без будь-яких функціональних змін, так і на рівні «покращення», коли використовуються більш широкі інструментальні можливості засобів комп'ютерної візуалізації, наприклад, під час проведення лекцій-демонстрацій, використання візуалізованих завдань, автоматизованого контролю знань на практичних заняттях, виконання індивідуальних робіт.

Реалізація окреслених завдань даного етапу потребує поглиблення змісту таких навчальних дисциплін як «Педагогіка», «Психологія», «Вікова психологія», «Вікова фізіологія» з метою вивчення психологічних та вікових особливостей сприйняття навчального контенту, нейрофізіологічних основ сприйняття інформації.

Основними формами і засобами на цьому етапі є: лекції-демонстрації, консультації, навчально-методична література, навчальні програми, програмне забезпечення предметного спрямування, хмаро орієнтовані сервіси предметного спрямування.

*Когнітивно-процесуальний етап* спрямований на формування у студентів системи знань, умінь і навичок, пов'язаних із використанням засобів комп'ютерної візуалізації навчального матеріалу. Завданням цього етапу є формування:

– знань у галузі візуалізації інформації та основ технологій візуалізації, про психологічні та вікові особливості сприйняття навчального контенту; про нейрофізіологічні основи сприйняття інформації, про структурування навчального контенту; про класифікацію спеціальних програмних засобів предметного спрямування, про засоби комп'ютерної візуалізації, про програми динамічної математики, про їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач;

– умінь обирати технології когнітивної візуалізації навчальної інформації; доцільно добирати, застосовувати, створювати власні когнітивно-візуальні моделі, адаптувати їх до умов освітнього процесу та вирішення професійних завдань; структурувати навчальний контент з огляду на

педагогічну мету, вільно оперувати інструментарієм різних засобів комп'ютерної візуалізації при розв'язуванні певних класів задач шкільного курсу математики; розробляти навчальні матеріали з різною навчальною метою засобів комп'ютерної візуалізації; розробляти уроки, поєднуючи традиційні підходи з інформаційно-цифровими технологіями.

Даний етап реалізується на III-IV роках навчання, але його можна продовжити за необхідності на другому (магістерському) рівні вищої освіти.

У рамках даного етапу відбувається використання та демонстрація можливостей використання засобів комп'ютерної візуалізації при вивченні спецкурсів («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Системи комп'ютерної математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», «Шкільний курс геометрії з комп'ютерною підтримкою», «Віртуальні й цифрові лабораторії», «Комп'ютерне моделювання в освіті», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики і інформатики»), коли засоби комп'ютерної візуалізації є об'єктом вивчення (детально вивчається їх інструментарій, відпрацьовуються уміння застосовувати його до розв'язування задач різних класів та уміння подати знання в «стислому», «згорнутому» вигляді за рахунок когнітивної візуалізації навчального матеріалу з використанням прийомів візуального структурування: від традиційних графіків і діаграм до денотатних графів, схем фішбоун, «Будівля», «стратегічних» (дорожніх) карт (roadmaps), променевих схем-павуків (spiders), каузальних ланцюгів (causal chains) та інтелект-карт (mind maps) до спецкурсів і професійно-спрямованих дисциплін («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», «Шкільний курс геометрії з комп'ютерною підтримкою», «Методика навчання математики», «Методика навчання інформатики», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики і інформатики»), коли засоби комп'ютерної візуалізації є засобом навчання та засобом підтримки професійної діяльності на рівнях «модифікації» – засоби комп'ютерної візуалізації замінюють традиційні засоби навчання, змінюючи тип заняття, переосмислюючи форми і методи навчання, перепроєктуючи результати навчання, та «переосмислення» – використання засобів комп'ютерної візуалізації дозволяє створити умови для розв'язування таких завдань, які раніше неможливо було розв'язати у рамках традиційних підходів.

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів на цьому етапі у навчальні плани спеціальностей 014.04 «Середня

освіта (Математика)» і 014.09 «Середня освіта (Інформатика)» планується введення спецкурсів «Візуалізація даних», «Інфографіка в роботі вчителя», «Когнітивно-візуальні моделі знань».

Основними формами і методами на цьому етапі є: проблемні та мультимедійні лекції, лекції-консультації, робота у віртуальних лабораторіях, робота з хмарними сервісами предметного спрямування, різні форми самостійної та індивідуальної роботи, метод мозкового штурму, метод проєктів, науково-дослідні проєкти, комп'ютерний експеримент, тренінги, майстер-класи, навчальна практика, студентські наукові конференції.

*Рефлексивно-оцінювальний етап* спрямований на формування навичок самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес. Завданням цього етапу є: забезпечення інтеграції та корекції знань і вмінь, здобутих на попередніх етапах, формування вмінь оцінювати ефективність обраної технології когнітивної візуалізації навчальної інформації, раціонально обирати програмне забезпечення предметного спрямування для розв'язування професійних задач; бажання обговорювати шляхи використання засобів комп'ютерної візуалізації при вивченні певних тем шкільного курсу математики, інформатики з подальшим аналізом та корекцією власної професійної діяльності, усвідомлення типових помилок при застосуванні інформаційних технологій в освітньому процесі, потребу в оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі математичних та інформатичних дисциплін, цифрових технологій. Даний етап починається на IV році навчання і продовжується впродовж усієї професійної діяльності. Реалізація окреслених завдань даного етапу потребує вивчення спецкурсів, професійно-спрямованих дисциплін, проведення кваліфікаційного дослідження.

Основними формами і методами на цьому етапі є: контрольні роботи, залікові лабораторні роботи, науково-дослідна робота, самостійна навчально-пізнавальна діяльність у галузі візуалізації навчального матеріалу, навчальна практика, студентські наукові конференції, написання курсових, бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт з методики навчання математики та реалізація міжпредметних зв'язків.

У **діагностично-результативному блоці** відображені критерії та показники сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, методика оцінювання рівнів сформованості такої культури, що включає стандартизований та авторський діагностичний інструментарій.

Для діагностики сформованості компонентів візуально-інформаційної

культури майбутніх учителів математики та інформатики були визначені *критерії*: мотиваційний, когнітивний, процесуальний та рефлексивний. Кожен критерій характеризувався низкою *показників*: мотиваційний – «Мотивація», «Потреба», когнітивний – «Обізнаність», «Знання», «Візуальне мислення», процесуальний – «Операціонально-інструментальні уміння», «Професійні уміння», рефлексивний – «Здатність до самоаналізу», «Здатність до самовдосконалення»), які було градуйовано за *рівнями*: низький, середній, високий. Охарактеризуємо кожен із критеріїв.

*Мотиваційний критерій* характеризується професійною умотивованістю на впровадження технологій когнітивної візуалізації в освітній процес та ступенем інтересу до професійної діяльності із використанням засобів комп'ютерної візуалізації з різною дидактичною метою. Показниками мотиваційного критерію є: мотивація щодо вдосконалення власної професійної діяльності як відповідь на збільшення візуальної складової в освітній сфері та на зростання обсягів інформації і обмеженості у можливостях її опанування (шифр М1 – «Мотивація»); потреба у використанні засобів комп'ютерної візуалізації з метою підвищення ефективності та інтенсифікації освітнього процесу (шифр М2 – «Потреба»).

*Когнітивний критерій* характеризується наявністю предметних, методичних, психологічних та технологічних знань щодо візуалізації та діджиталізації освіти. Показниками когнітивного критерію є: ступінь інформованості про наявність засобів комп'ютерної візуалізації та можливість їх використання в освітньому процесі (шифр К1 – «Обізнаність»); наявність системи знань в галузі візуалізації інформації та основ когнітивно-візуальних технологій, про можливості використання засобів комп'ютерної візуалізації з урахуванням навчальної мети, обраних форм і методів навчання, про психологічні та вікові особливості сприйняття навчального контенту, про структурування навчального контенту, про класифікацію спеціальних програмних засобів предметного спрямування, про засоби комп'ютерної візуалізації, зокрема про програми динамічної математики, про їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач (шифр К2 – «Знання»); розвинене візуальне мислення (шифр К3 – «Візуальне мислення»).

Щодо вимірювання показника К2 зазначимо, що знання характеризуються наступними якостями: *повнота* відображає склад знань, *кількість*, вимірюється кількістю програмних знань про досліджуваний об'єкт; *глибина* характеризується числом усвідомлених істотних зв'язків між елементами знання; *згорнутість* виявляється в ущільненому вираженні знань, полягає у здатності особистості висловити знання компактно, але так,

щоб воно представляло видимий результат ущільнення деякою сукупності знань; *розгорнутість* виявляється при розкритті системи кроків, що ведуть до згортання знань; *систематичність* характеризується усвідомленням складу деякої сукупності знань, їх ієрархії і послідовності, тобто усвідомлення одних знань як базових для інших; *оперативність* характеризується числом ситуацій, в яких суб'єкт навчання може свідомо застосувати те чи інше знання, або числом способів, якими він може це знання застосувати, характеризує готовність застосовувати знання; *гнучкість* реалізовується тільки при творчому рівні засвоєння, що виявляється в швидкому самостійному знаходженні варіантів способу застосування знань при зміні ситуації, проявляється в готовності людини до знаходження способу застосування знань при зміні ситуації або різних способів в одній і тій же ситуації [316].

Щодо показника КЗ зазначимо, що наші дії в ході експерименту були спрямовані на розвиток операційної сфери візуального мислення шляхом активізації конструктивної активності суб'єктів навчання та аналітико-синтетичних операціональних структур мислення, що є базисом для побудови якісно нових конструкцій – когнітивно візуальних моделей.

О. В. Іванюта та О. Ю. Яницька вважають, що «однією з визначальних характеристик розвинутого візуального мислення є здатність до створення нових образів та оперування ними, яка реалізується в процесі продукування візуальних гіпотез, на основі заданого стимульного матеріалу. Розв'язання задачі в образах здійснюється, переважно, з опорою на наочний матеріал» [152; 153].

Операційна сфера візуального мислення розвивається при розв'язуванні задач, в ході якого мисленнєво трансформується заданий матеріал; актуалізуються мисленні образи (поза наочним сприйняттям); видозмінюються образи. Успішність розв'язання задач такого типу залежить від рівня конструктивної активності візуального мислення. На думку О. В. Іванюти та О. Ю. Яницькою «здатність оперування образами пов'язана з розвитком довільності мисленнєвих механізмів, а також з оволодінням спеціальними способами створення образів та маніпулювання ними» [там само]. Зміст візуального мислення полягає в оперуванні образами, а умовою продуктивності даного процесу є наявність достатнього запасу вихідних образів. Від їх змістовного наповнення напряму залежать можливості їх видозміни, оперування ними.

Візуальна продуктивність, або активність висування візуальних гіпотез, – це продуктивність, основою якої є «пошукова пізнавальна активність, яка пов'язана з проявами пізнавальних потреб в результаті виникнення

проблемних ситуацій і пошуку невідомих у них» [102, с. 42.] Візуальна продуктивність пов'язана з розв'язуванням задач та пошуком нових методів їх розв'язування.

Конструктивна активність полягає у мисленнєвій трансформації заданого матеріалу, актуалізації мисленнєвих образів, видозміні образів через використання основних мисленнєвих операцій – візуальний аналіз, візуальний синтез, узагальнення, класифікація та абстрагування [там само, с. 49]. Конструктивна активність проявляється в процесі створення когнітивно-візуальної графіки та когнітивно-візуальних моделей засобами комп'ютерної візуалізації.

«Стратегіально-семантична гнучкість визначає здатність бачити об'єкт по-новому, знаходити нове його використання, надавати змістове наповнення створеного образу» [там само, с. 47]. Кожний створений об'єкт має змістове навантаження відповідно до навчального досвіду та рівня навчальних досягнень суб'єкта навчання. Різні суб'єкти навчання «бачать» різні властивості, можливо, і різні числові характеристики візуального об'єкта, по-різному інтерпретують отримані результати. Якщо навчальний досвід недостатній, то будуть використані лише шаблонні розв'язання і отримані очікувані відповіді. Наприклад, при побудові перерізів многогранників, що проходять через задані точки, у програмі *The Geometer's SketchPad* деякі студенти лише побудують переріз, а деякі «підуть далі», дослідивши форму перерізу залежно від розташування точок, умови, за яких переріз взагалі не може бути побудований.

Візуальна оригінальність визначає ступінь несхожості, нестандартності, несподіваності пропонованого розв'язання серед інших стандартних [там само, с. 45]. Візуальна оригінальність проявляється при використанні нестандартних підходів до розв'язування задач (наприклад, конструктивний підхід при розв'язуванні геометричних задач на екстремум) [493], використанні нестандартних комп'ютерних інструментів при розв'язуванні задач (наприклад, використання параметричного кольору при розв'язуванні задач на ГМТ) [364], нестандартні застосування засобів комп'ютерної візуалізації в освітньому процесі (наприклад, як засоби візуалізованого контролю знань, як засоби візуального повторення теоретичного матеріалу, як візуалізовані підказки до розв'язування задач).

*Процесуальний критерій* характеризується комплексом умінь щодо використання хмаро орієнтованих технологій та технологій мобільного навчання у освітньому процесі з метою візуалізації.

Показниками процесуального критерію є: вміння раціонального вибору технології когнітивної візуалізації для створення власних когнітивно-

візуальних моделей та вмінням оцінювати ефективність обраної технології з урахуванням візуального типу сприйняття навчальної інформації учнями (шифр П1 – «Операціонально-інструментальні уміння»); вміння розробляти навчальні матеріали з різною навчальною метою, створені на основі засобів комп'ютерної візуалізації та доцільно, виважено та виправдано впроваджувати їх в освітній процес (шифр П2 – «Професійні уміння»).

*Рефлексивний критерій* характеризується здатністю до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес.

Показниками рефлексивного критерію є: критичне ставлення до обраного засобу комп'ютерної візуалізації, до обраної технології візуалізації навчального контенту, усвідомлення типових помилок при впровадженні інформаційних технологій у освітній процес (шифр Р1 – «Здатність до самоаналізу»); потреба у самовдосконаленні, у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі інформатико-математичних дисциплін та цифрових технологій (шифр Р2 – «Здатність до самовдосконалення».)

Даний блок передбачає педагогічний моніторинг перебігу основних етапів навчально-пізнавальної діяльності студентів. Зворотній зв'язок забезпечується можливістю коригування складових запропонованої моделі, внесення змін та доповнень в змістово-процесуальний блок залежно від результату сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Запропонована структурно-функціональна модель характеризується відповідним *результатом* – сформованість візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Розроблена модель є: цілісною (всі її складові та їх елементи перебувають у взаємозв'язку та взаємодії); динамічною (зміст складових може змінюватися залежно від різних факторів, зокрема, соціального замовлення); має лінійно-зворотний характер (реалізує оперативний зворотній зв'язок з можливістю коригування недоліків одержаного результату).

### ***Висновки до розділу 3***

Концепція формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики на теоретичному рівні передбачає контент-аналіз стану проблеми професійної підготовки вчителів математики та інформатики, формування інформаційної, графічної, візуальної культури

майбутнього вчителя, візуалізації навчальної інформації і розвитку візуального мислення.

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 компетентності та програмні результати навчання частково охоплюють компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, але не забезпечують високого рівня сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики. Тому доцільним є у межах професійної підготовки вчителя обґрунтувати модель формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Розроблена модель складається із взаємопов'язаних блоків (методологічно-цільовий, змістово-процесуальний, діагностично-результативний). Методологічно-цільовий блок представлено єдністю мети та зумовлених потребою у фахівцях із сформованою візуально-інформаційною культурою завдань. Даний блок визначає методологічну основу процесу формування: підходи (системний, діяльнісний, особистісно орієнтований, компетентнісний, акмеологічний, синергетичний, інтегрований, когнітивно-візуальний, праксеологічний, BYOD-підхід), принципи (неперервності, системності та послідовності, науковості, доступності, використання міжпредметних зв'язків, технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризма).

У змістово-процесуальному блоці згідно мети та змісту визначених структурних *компонентів* візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики передбачено включення до навчальних планів підготовки майбутніх учителів математики та інформатики дисциплін, які спрямовані на досягнення високого рівня такої культури (наприклад, «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»), використання та демонстрації можливостей використання засобів комп'ютерної візуалізації (у рамках вивчення дисциплін інформатико-математичного циклу), поглиблення змісту навчальних дисциплін з метою вивчення психологічних та вікових особливостей сприйняття навчального контенту, нейрофізіологічних основ сприйняття інформації (наприклад, «Педагогіка»,

«Психологія», «Вікова психологія», «Вікова фізіологія»), вивчення правових основ використання вже готових візуальних дидактичних матеріалів (наприклад, «Цифрові технології в освіті», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики та інформатики»).

Змістово-процесуальний блок передбачає, що формування компонентів візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики проходить у три *етапи*: пропедевтично-мотиваційний, когнітивно-процесуальний, рефлексивно-коригувальний. На кожному етапі виділено цільову домінанту, яка визначала специфіку завдань і реалізувалася через засоби, форми і методи навчальної діяльності.

У діагностично-результативному блоці відображені критерії та показники сформованості візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики, методика оцінювання рівнів сформованості такої культури, що включає стандартизований та авторський діагностичний інструментарій. Для діагностики сформованості компонентів візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики були визначені критерії: мотиваційний, когнітивний, процесуальний та рефлексивний. Кожен критерій характеризується низкою показників: мотиваційний – «Мотивація», «Потреба», когнітивний – «Обізнаність», «Знання», «Візуальне мислення», процесуальний – «Операційно-інструментальні уміння», «Професійні уміння», рефлексивний – «Здатність до самоаналізу», «Здатність до самовдосконалення»), які було градуйовано за рівнями: низький, середній, достатній, високий.

Запропонована структурно-функціональна модель спрямована на очікуваний результат – сформованість візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

## РОЗДІЛ 4

### ПРАКТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

#### ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

Технологічний концепт передбачає розроблення науково-методичного забезпечення (технологічного, діагностико-моніторингового, навчально-методичного) процесу формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

#### *4.1. Спецкурси з формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики*

*Програми динамічної математики.* Проведений ретроспективний аналіз спеціалізованого в галузі математики програмного забезпечення виявив наявність двох класів програм: системи комп'ютерної математики (СКМ) та програми динамічної математики (ПДМ). Системи комп'ютерної математики здебільшого підтримують вивчення класичних математичних курсів і ефективні при розв'язуванні прикладних задач, насамперед, задач математичного моделювання в науці і техніці. Тоді як програми другого класу – програми динамічної математики – задумувалися розробниками як програми підтримки вивчення шкільного курсу математики, у яких передбачена не лише можливість креслення яскравих і чітких рисунків, побудови різноманітних графіків, візуалізація розв'язків рівнянь, нерівностей та їх систем тощо, а й можливість динамічних змін вихідної математичної конструкції, вивчення набору її числових характеристик чи відношень саме на основі візуалізації. Зауважимо, що останні версії окремих програм динамічної математики мають такі комп'ютерні інструменти, які дозволяють розв'язувати і різноманітні задачі вищої математики.

В основу програм динамічної математики покладена ідея «динамізації». Суть її у тому, що в побудованій фігурі зберігаються геометричні відношення при будь-якій зміні цієї фігури, тобто при перетягуванні деяких елементів фігури по екрану вона відповідно змінюється, але геометричні відношення, які були закладені в первинній конфігурації, залишаються сталими. Так, змінюючи положення вершин прямокутного трикутника, за умови, що він побудований правильно, а не візуально схожим на прямокутний, трикутник залишається прямокутним.

Ретроспективний аналіз розвитку програм динамічної математики висвітлено нами у роботі [363]. Коротко зазначимо, що своє існування програми такого типу починають з 80-х років з проекту Cabri (Cahier de

BRouillon Informatique, що в перекладі на українську мову – Чернетка для інформатики), який передбачав створення середовища для роботи з об'єктами дискретної математики (графами і булевими функціями). У 1985 році Жан-Марі Лаборд (Jean-Marie Laborde) написав книгу «Carbi-geometre», присвячену експериментальному вивченню геометрії, а його студенти (Philippe Cayet, Yves Baulac, Frank Bellemain) підготували програмне забезпечення для підтримки курсу динамічної геометрії. В. М. Дубровський [121] припускає, що в момент створення автори цієї програми не розуміли, наскільки перспективну ідею використання комп'ютерних технологій вони запропонували. Потім ідею динамізації підхопили і інші розробники в різних країнах, створюючи власні авторські продукти.

Найбільш поширені динамічні комп'ютерні середовища, які підтримують вивчення шкільної математики та наразі використовуються навчальними закладами, зібрані в таблиці 4.1.

Окремо відзначимо, по-перше, вітчизняні програми динамічної геометрії *DG* і *GRAN* (*Gran1*, *Gran2d*, *Gran3d*), які наразі рекомендовані Міністерством освіти та науки України для використання при вивченні шкільного курсу математики. По-друге, виділимо серед усього розмаїття програм динамічної математики програму *GeoGebra*, яка однією з останніх з'явилася на ринку динамічних середовищ і яка на даний момент є однією з найпотужніших і найпопулярніших у всьому світі. До розробки цього продукту долучилися і науковці країн СНД. Так у 2010 році з метою та підтримки «динамічних» досліджень, локалізації програмного забезпечення та веб-ресурсу в Україні було створено Інститут GeoGebra [156; 157].

Що ж до термінологічного поля, яке характеризує програми підтримки шкільного курсу математики, то воно досить широке. Так С. А. Раков [322] поряд із потужними професійними математичними програмами виділяє програми динамічної геометрії, які більшою мірою, ніж СКМ, підтримують навчальний процес у контексті шкільної та початкової вузівської математичної підготовки. Під його керівництвом було розроблено програмний засіб *DG*, який позиціонується автором саме як програма динамічної геометрії. Визначальним для таких ПЗ, на його думку, є передбачена можливість інтерактивних досліджень геометричних об'єктів.

Про окремий клас програм динамічної геометрії зазначають також і інші науковці. Так, В. Н. Дубровський [120], О. Л. Безумова, Е. Н. Єрилова, С. Н. Котова, С. В. Ларін, Р. П. Овчиннікова, Н. Н. Патронова, М. А. Павлова, А. Е. Томілова, О. Н. Троїцька, Л. В. Форкунова, М. В. Шабанова [429], Т. С. Ширікова [437], Г. Шуман [444], І. С. Храповицький [418] описують

програми динамічної геометрії як комп'ютерні системи, де є можливим створення і використання динамічних креслень, тобто таких геометричних конструкцій, які можна візуально змінювати при збереженні алгоритму їх побудови шляхом задання змін однієї чи кількох геометричних параметрів конструкції.

Таблиця 4.1

**Поширені програми динамічної математики**

Програма	Країна, рік	Розробник	Сайт	Вільне поширення
<i>Cabri</i> (Cahier de Brouillon Informatique)	Франція 80-ті р.р. XXст.	Philippe Cayet, Yves Baulac, Franck Bellemain)	<a href="http://www.cabri.com">http://www.cabri.com</a>	-
<i>Cabri 3D</i>	Франція 2000 р.	Jean-Marie Laborde	<a href="http://www.cabri.com">http://www.cabri.com</a>	-
<i>Geometers' SketchPad</i> (Блокнот геометра)	США, 1995р.	Key Curriculum Press, Nicholas Jackiw	<a href="http://www.dynamicgeometry.com">http://www.dynamicgeometry.com</a>	+
<i>GeoGebra</i> (Geometry and Algebra)	Австрія, 2001р.	Markus Hohenwarter	<a href="http://www.geogebra.org">http://www.geogebra.org</a>	+
<i>Cinderella</i>	Німеччина		<a href="http://www.cinderella.de">http://www.cinderella.de</a>	-
<i>GeoNext</i>	Німеччина, 1999 р.	Кафедра математики та дидактики Університету Байройта	<a href="http://geonext.uni-bayreuth.de">http://geonext.uni-bayreuth.de</a>	+
<i>Живая Геометрия</i>	Росія, 1995 р.	Інститут Нових Технологій	<a href="http://www.int-edu.ru">http://www.int-edu.ru</a>	-
<i>Живая Математика</i>	Росія, 2005 р.	Інститут Нових Технологій	<a href="http://www.int-edu.ru">http://www.int-edu.ru</a>	-
<i>Математический конструктор</i>	Росія, 2006 р.	Фирма 1С	<a href="http://obr.1c.ru/mathkit">http://obr.1c.ru/mathkit</a>	+
<i>DG</i> (Динамічна геометрія)	Україна, 2003 р.	Раков С.А., Осенко К.О.	<a href="http://dg.osenkov.com/index_ru.html">http://dg.osenkov.com/index_ru.html</a>	+
<i>Gran1</i>	Україна, 1990 р.	Жалдак М.І Горошко О.В.		+
<i>Gran2d, Gran3d</i>	Україна, 2003 р.	Жалдак М.І Вітюк О.В.		+
<i>Winggeom</i>	США, 1985 р.	Richard Parris	<a href="http://math.exeter.edu/rparris/winggeom.html">http://math.exeter.edu/rparris/winggeom.html</a>	+
<i>Geometria</i>	Румунія, 2000 р.	Stelian Dumitrascu	<a href="http://geocentral.net/geometria/ru">http://geocentral.net/geometria/ru</a>	+
<i>Archimedes3DGeo</i>	Німеччина	Andreas Goebel	<a href="http://raumgeometrie.de/drupal">http://raumgeometrie.de/drupal</a>	+

З термінами «програми динамічної геометрії», «системи динамічної геометрії» науковці О. П. Зеленьак, F. Olivero, C. Mogetta, K. Jones, S. Patsiomitou, A. Leung, D. N. Nguyen, D. Özen ототожнюють термін «середовище динамічної геометрії», що підтверджують роботи [139; 482; 483].

У роботах І. М. Сербіс [369], Т. В. Маркова, Т. С. Ширікова, М. В. Шабанова, Т. Ф. Сергєєва [371] зустрічається термін «інтерактивне геометричне середовище», під яким розуміється таке програмне забезпечення, яке дозволяє виконувати геометричні побудови на комп'ютері таким чином, що при зміні одного з геометричних об'єктів креслення інші також змінюються, зберігаючи незмінними задані між ними відношення. Перевагами таких середовищ та створених на їх базі цифрових освітніх ресурсів є інтерактивність.

Разом з цим нам імпонує підхід, який пропонують науковці до опису математичних середовищ, де передбачені динамічні зміни математичних об'єктів. При цьому зазначимо, що термін «програми динамічної геометрії» (поряд з ним «середовища динамічної геометрії» або «інтерактивні геометричні середовища») з'явився, завдяки появі програм для оперування саме геометричними об'єктами. Дещо пізніше розвиток програмного забезпечення зумовив появу наступних версій таких програм, де стали з'являтися інші послуги математичного напрямку (побудова графіків функцій, дотичних, параметрична візуалізація, інтегрування тощо). Тому вважаємо природною і зміну у термінології: «програми динамічної геометрії» перетворилися у «програми динамічної математики».

Таким чином, наразі під програмами динамічної математики варто розуміти програмні засоби комп'ютерної візуалізації, які передбачають динамічне оперування різними математичними, у тому числі геометричними, об'єктами і можливість інтерактивного одержання відомостей про їх властивості.

До таких засобів не можна віднести СКМ, оскільки в них реалізовані інші математичні операції та не передбачено того механізму візуальних перетворень, які притаманні програмам динамічної математики. Також до таких засобів не можна віднести табличні процесори, системи статистичних розрахунків тощо через специфіку роботи у згаданих середовищах.

Порівняно з іншими програмами математичного спрямування ПДМ мають простий інтерфейс і не потребують багато часу на оволодіння їх комп'ютерними інструментами та методичними прийомами роботи з ними. Насамперед, це пов'язано з тим, що у програмах реалізовані всі ті операції, для виконання яких раніше учні використовували лінійку, олівець і

транспортир.

Програми динамічної математики як засоби навчання відіграють надважливу роль у процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики через високий рівень візуалізації, у тому числі за рахунок динамізації, зокрема у тих випадках коли у суб'єктів навчання недостатньо розвинена просторова уява (наприклад, при вивченні тих тем курсу шкільної математики, коли досить важко наводити відповідні аналогії чи демонструвати певні властивості).

ПДМ дозволяють організувати навчання із використанням дослідницького методу шляхом пошуку закономірностей між параметрами математичних об'єктів (наприклад, сума кутів трикутника, теорема Фалеса, відношення довжини кола до його діаметра тощо), тобто «підведення» учнів до формулювання гіпотез при доведенні математичних теорем; проведення експериментальних випробувань (наприклад, при вивченні елементів теорії ймовірностей та математичної статистики для візуалізації закономірностей чи їх характеристик); не аналітичного, а емпіричного пошуку відповіді при визначенні окремих характеристик об'єктів (наприклад, при розв'язуванні задач на екстремум і аналізі числових значень досліджуваної функції). Результатом такої організації освітнього процесу є формування складових опеційно-діяльнісного компонента візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Вивчення комп'ютерного інструментарію програм динамічної математики та можливостей їх використання в освітньому процесі відбувається в межах вивчення спецкурсів «Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», робочі програми до яких наведено у Додатку .

*Авторський спецкурс «Застосування комп'ютерів при вивченні математики» як засіб формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики.* Формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики визначає цілі його професійної підготовки:

– особистісні цілі (формування інтересу до використання ПДМ, готовності використовувати їх інструментарій);

– пізнавальні цілі (формування знань про особливості зорового сприйняття навчального матеріалу, особливості візуалізації математичних знань, методи й форми візуалізації математичних понять із застосуванням комп'ютерного інструментарію, знання візуальних способів подання навчального матеріалу);

– процесуальні цілі (формування вмінь з урахуванням обраного методу навчання обрати для візуалізації доцільний комп'ютерний інструмент, вміння моделювати, демонструвати розв'язання математичних задач з урахуванням когнітивно-візуальних підходів);

– рефлексивні цілі (формування навичок самоаналізу щодо вибору комп'ютерних вінструментів чи розроблених моделей).

Означені цілі стали базовими в розробці спецкурсу «Застосування комп'ютерів при вивченні математики» для студентів 4 року навчання спеціальності 014.04 Середня освіта (Математика). Даний спецкурс викладається протягом 2008-2019 років. За цей час декілька разів змінювалося його наповнення, варіювалися як програми, які можна використовувати в підтримку вивчення математики, їх кількість та зміст лабораторних робіт. Але в результаті вибір зупинився лише на програмах динамічної математики.

Провідними завданнями вивчення спецкурсу є ознайомлення студентів з програмним забезпеченням математичного спрямування, а саме програмами динамічної математики, формування умінь розв'язувати типові задачі тем шкільного курсу математики із застосуванням комп'ютерного інструментарію, а також формування цілісного бачення шляхів використання програмного забезпечення у процесі навчання математики, критичного погляду на можливості залучення комп'ютерних інструментів у професійну діяльність з подальшим раціональним їх вибором при вивченні певної теми чи розв'язуванні певної задачі (для візуалізації умови, покрокової демонстрації розв'язання, прискорення одержання результату, перевірки відповіді тощо).

По закінченні курсу студенти, майбутні вчителі математики, мають вміння аналізувати літературу з проблем використання програмних засобів у галузі навчання шкільної математики, проводити елементарні математичні обчислення, здійснювати чисельні і символічні перетворення з використанням програмних засобів математичного спрямування; моделювати у віртуальному просторі математичні об'єкти і процеси, в тому числі за допомогою їх візуалізації або анімації; створювати власні комп'ютерні інструменти, у тому числі писати процедури, створювати макроси, що уніфікують розв'язування певного класу задач; обирати доцільний інструмент з множини комп'ютерного математичного інструментарію для розв'язування конкретної математичної задачі; використовувати комп'ютерні інструменти у науковій і професійній діяльності; розв'язувати типові задачі шкільного курсу засобами ІТ.

Лекційні заняття проводяться традиційно із використанням

інтерактивної дошки для демонстрації презентацій та динамічних побудов. В ході ілюстрації застосування комп'ютерних інструментів до розв'язування певного типу задач лектор діє за принципом «одна задача – одна ПДМ», тобто демонструє розв'язання задачі із використанням лише однієї програми динамічної математики.

Зрозуміло, що специфіка такого спецкурсу в тому, що головний акцент потрібно робити на лабораторних роботах. Лабораторні роботи розділені на дві категорії: тренувальні та залікові. В ході тренувальних лабораторних робіт студенти вчать розв'язувати задачі шкільного курсу математики із використанням програм динамічної математики, порівнюють комп'ютерні інструменти різних програм та заповнюють порівняльні таблиці. Використовуючи праксеологічний підхід, в ході таких лабораторних робіт відпрацьовується вміння раціонально обирати програму для розв'язування того чи іншого класу задач, тобто студент діє за принципом «одна задача – різні ПДМ».

Наведемо приклад практичних завдань одного варіанта тренувальної лабораторної роботи з теми «Використання комп'ютера при вивченні алгебри і початків аналізу» та порівняльну таблицю комп'ютерних інструментів різних програм динамічної математики (таблиця 4.2).

#### Практичні завдання

1. Розв'язати рівняння  $x^2 - 17x + 3 = 0$  в програмах *Математичний Конструктор*, *Жива Геометрія* та *GeoGebra*.

2. Розв'язати нерівність  $\sin x \leq \frac{1}{3}$ ,  $x \in [-5, 5]$  в програмі *Gran1*.

3. Розв'язати систему нерівностей  $\begin{cases} x^2 + y^2 \leq 16, \\ |x| + |y| \leq 5. \end{cases}$  в програмі *Gran1*.

4. Обчислити визначений інтеграл  $\int_{-3}^3 \log_2(2|x|) dx$  в програмах *Gran1* та *GeoGebra*.

5. При яких значеннях параметра  $a$  рівняння  $|x^2 - 5x + 6| + a = 0$  має найбільшу кількість розв'язків? Найменшу кількість розв'язків? Три розв'язки? Розв'язати задачу, використовуючи програми *Gran1*, *Математичний Конструктор* та *GeoGebra*.

6. При яких значеннях параметра  $c$  рівняння  $2 \log_7(cx - 2) = \log_{\sqrt{7}}(-x^2 - 9x - 18)$  має тільки один розв'язок? Хоча б один розв'язок? Розв'язати задачу, використовуючи програми *Gran1*, *Математичний Конструктор* та *GeoGebra*.

7. Побудувати графік функції  $y = a f(x - m) + n$  для функції  $f(x) = \sqrt{x}$  в одній з програм *Gran1*, *Математичний Конструктор* або *GeoGebra* та дослідити залежність графіка від параметрів  $a$ ,  $m$  та  $n$ .

Таблиця 4.2.

## Порівняльний аналіз програм динамічної математики

№	Комп'ютерні інструменти, наявні у середовищі	<i>Gran1</i>	<i>ЖГ</i>	<i>МК</i>	<i>GG</i>
1	Задання явної функціональної залежності				
2	Задання неявної функціональної залежності				
3	Задання параметричної функціональної залежності				
4	Задання оберненої функціональної залежності				
5	Задання функції у декартовій системі координат				
6	Задання функції у полярній системі координат				
7	Побудова графіка функціональної залежності				
8	Знаходження точок перетину графіка з осями координат				
9	Візуалізація точок перетину графіка з осями координат				
10	Знаходження точок перетину декількох графіків				
11	Розв'язування рівнянь				
12	Розв'язування систем рівнянь				
13	Точність розв'язування рівнянь та їх систем				
14	Розв'язування нерівностей				
15	Візуалізація розв'язків нерівностей				
16	Розв'язування систем нерівностей				
17	Автоматичне задання параметра				
18	Створення повзунка				
19	Зміна властивостей параметра				
20	Задання кроку параметра				
21	Побудова графіка функції, що залежить від параметра				
22	Лінійна форма повзунка				
23	Кутова форма повзунка				
24	Знаходження похідної функції				
25	Знаходження критичних точок функції				
26	Знаходження точок екстремуму функції				
27	Побудова дотичної до графіка функції				

№	Комп'ютерні інструменти, наявні у середовищі	Gran1	ЖГ	МК	GG
28	Знаходження рівняння дотичної				
29	Обчислення визначеного інтеграла				
30	Інтегрування з параметрами				
31	Обчислення невластного інтеграла				
32	Знаходження площі криволінійної трапеції				

Зауважимо, що кожні два роки змінювалося наповнення лабораторних робіт. Наведемо деякі з причин такої вимушеної трансформації.

По-перше, змінювалися програми, які пропонувалися до вивчення:

2009-2011 р.р. – *Gran (Gran1, Gran2d, Gran3d), DG, Живая геометрия;*

2012-2013 р.р. – до цих програм додаються програми *Математичний конструктор, Cabri3D;*

2014-2016 р.р. – додатково починає вивчатися програма *GeoGebra.*

По-друге, змінювалися теми лабораторних робіт. Так, наприклад, у 2013 році з'являються лабораторні роботи «Комп'ютерна підтримка вивчення теми «Геометричні перетворення», «Комп'ютерна підтримка вивчення теми «Декартові координати», «Комп'ютерна підтримка теми «Геометричні перетворення в просторі», які вже у 2016 році було виключено через скорочення годин, що відводилися на вивчення спецкурсу, хоча деякі задачі цих лабораторних робіт було включено в інші роботи.

По-третє, з часом програми динамічної математики удосконалювалися, з'являлися нові методичні інструменти (можливість покрокового відтворення побудови моделі, можливість автоматизованого контролю правильності побудови конфігурації, побудова власних комп'ютерних інструментів, розширення набору базових геометричних конструкцій для використання на уроці), нові комп'ютерні інструменти (наприклад, інструменти для підтримки вивчення статистики у програмі *Математичний Конструктор*). Так, у 2013 році розроблено лабораторну роботу «Організація контролю знань в програмі «Математичний конструктор», в 2016 році – «Створення інтерактивних аплетів у програмах динамічної математики», а у 2019 році – до лабораторної роботи «Статистичні розрахунки у програмах динамічної математики» додаються задачі, які розв'язуються із підтримкою програми *Математичний Конструктор*.

По-четверте, варіювалася кількість задач за різними темами, оскільки з року в рік змінювався рівень студентів. Так, наприклад, у 2009-2013 р.р.

потрібно було проводити додаткове заняття для ознайомлення студентів з інтерфейсами програм. За результатами 2014-2016 р.р. було зроблено висновок, що потрібно вилучити задачі на побудову, які розв'язувалися методом геометричних перетворень, оскільки цьому методу в шкільному курсі математики приділено менше уваги порівняно з іншими методами геометричних побудов такими як метод геометричних місць та алгебраїчний метод.

По-п'яте, аналіз виконання робіт виявив, що деякі задачі просто виявилися не досить вдалими.

По-шосте, з часом кількість годин спецкурсу скорочувалася: 2011р. – 40 годин лабораторних робіт, а в 2016 році – 22 години. Але при цьому збільшувалася кількість годин, відведених на самостійну роботу, тому частину лабораторних робіт було переформатовано у індивідуальні домашні завдання. Так, у 2016 році з'являються індивідуальні домашні завдання «Побудова перерізів многогранників у програмі *Жива геометрія*», «Статистичний аналіз самостійно проведеного експерименту із застосуванням програм *Gran1* та *GeoGebra*».

З 2014 року було введено залікові лабораторні роботи, де студентам пропонується розробити фрагмент того чи іншого уроку із комп'ютерною підтримкою з метою використання компетентнісного підходу, оскільки важливо не тільки навчити студентів розв'язувати задачі із використанням програм динамічної математики (показник «Операціонально-інструментальні уміння» процесуального критерію сформованості візуально-інформаційної культури), але й уміти використовувати набуті операціонально-інструментальні уміння при проектуванні освітнього процесу.

Застосування комп'ютера на уроці математики повинне бути виваженим, доцільним та виправданим. Програми динамічної математики не повинні використовуватися тільки як інструмент для побудови статичного рисунку, тобто використовуватися там, де достатньо дошки та крейди або паперу та олівця. Потрібно знайти такі «точки дотику» програм динамічної математики з навчанням математики, які б розкривали родзинку програм такого типу, привносили ідею динамізації в деякі фрагменти уроку, спонукали до математичного відкриття, надавали підґрунтя для роздумів з подальшими висновками, зацікавлювали у математичних пошуках (показник «Професійні уміння» процесуального критерію сформованості візуально-інформаційної культури).

Зазначимо, що не до всіх задач і не у всіх ситуаціях доцільно застосовувати програми динамічної математики. Наведемо декілька ситуацій, коли на нашу думку вчителю важко обійтися без програм такого типу.

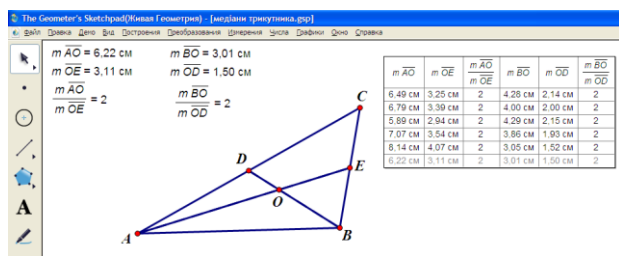
*Ситуація 1.* Організація навчального експерименту. З метою активізації навчального процесу вчитель може змінити форму роботи, переформулювавши завдання. Наприклад, вчитель переформулює теорему шкільного курсу математики у задачі на дослідження, тим самим спонукає учнів до проведення експерименту.

**Теорема.** Медіани трикутника перетинаються в одній точці і точкою перетину діляться у відношенні 2:1, починаючи від вершини.

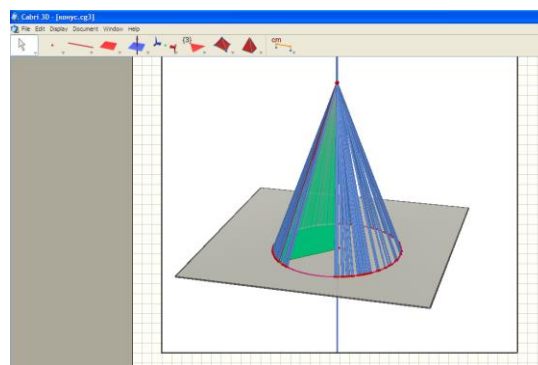
**Задача.** Дослідити, у якому відношенні медіани трикутника діляться точкою їх перетину (починаючи від вершини).

Учням пропонується провести експеримент, заповнити таблицю, зробити висновок і сформулювати гіпотезу (рис. 4.1).

*Ситуація 2.* Складні в плані унаочнення традиційними засобами конфігурації математичних об'єктів. Так, при вивченні тіл обертання, наприклад, конуса, у підручниках пропонується наступне означення: конус – це тіло, утворене обертанням прямокутного трикутника навколо одного з катетів (рис.4.2).



**Рис. 4.1.** Організація дослідження на уроці планіметрії



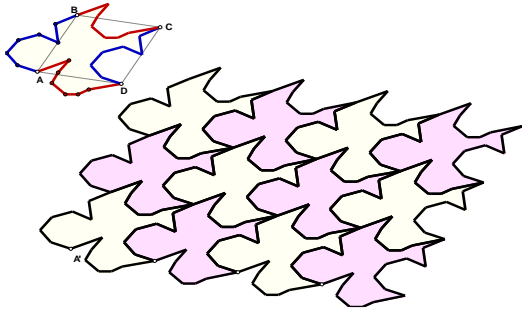
**Рис. 4.2.** Візуалізація генетичного означення конуса

Наведемо приклад завдань залікових лабораторних робіт з тем «Застосування комп'ютерів при вивченні планіметрії» та «Застосування комп'ютерів при вивченні стереометрії».

*Завдання залікового заняття*

*з теми «Застосування комп'ютерів при вивченні планіметрії»*

Розробити фрагмент уроку математики з комп'ютерною підтримкою на запропоновану тему. Підібрати завдання, розробити когнітивно-візуальні моделі. Провести «захист» розробленого фрагменту. Визначити переваги і недоліки використаних ПДМ (три на вибір *Gran2D*, *DG*, *Жива Геометрія*, *Математичний Конструктор* та *GeoGebra*).

В-т	Завдання
1	<p><b>Задача на доведення.</b> Підготувати задачу на доведення, попередньо переформулювавши її у задачу на дослідження. Створити модель з динамічним виразом та підказками (якщо потрібно). Розробити таблицю для запису результатів дослідження та висновків.</p> <p>У квадрат вписано коло. Довести, що сума квадратів відстаней від точки кола до вершин квадрата не залежить від вибору цієї точки.</p>
2	<p><b>Задача на ГМТ.</b> Записати покроковий алгоритм побудови шуканого ГМТ. Відтворити хід побудови, використовуючи кнопки. Продемонструвати (якщо можливо) відмінності ГМТ, побудованого із використанням інструменту <i>Слід</i>, <i>Локус</i> та технології <i>Параметричний колір</i>.</p> <p>Якщо в трикутнику відмітити точку <math>P</math> і з'єднати її з вершинами, то трикутник розіб'ється на три менших трикутника. Знайти ГМТ точок, для яких сума площ двох з цих трикутників буде дорівнювати площі третього.</p>
3	<p><b>Задача на побудову.</b> Записати покроковий алгоритм розв'язання задачі на побудову. Відтворити хід побудови, використовуючи кнопки.</p> <p>Задача з недоступними елементами. Прямі <math>a</math> і <math>b</math> перетинаються за межами доступної частини площини. Провести через дану точку <math>P</math> пряму <math>c</math>, яка проходить через точку перетину прямих <math>a</math> і <math>b</math>.</p>
4	<p><b>Тема «Декартові координати на площині»</b></p> <p>Запропонувати учням створити колекцію рисунків «У світі тварин». Відтворити на площині ланцюжок, заданий координатами точок, за якими приховано зображення тварини. З'єднати точки ламаною чи відрізками.</p>
5	<p><b>Тема «Геометричні перетворення на площині»</b></p> <p>Побудувати варіант паркету, використовуючи зразок.</p>  <p>Написати інструкцію для учнів, описавши покроковий алгоритм побудови.</p>
6	<p><b>Тема «Круг та його частини»</b></p> <p>Запропонувати учням створити рисунок, в якому є приховані круги та їх частини. Розфарбувати отримане зображення.</p>

Завдання залікового заняття

з теми «Застосування комп'ютерів при вивченні стереометрії»

Розробити фрагмент уроку математики з комп'ютерною підтримкою на запропоновану тему. Підібрати завдання, розробити когнітивні моделі. Провести «захист» розробленого фрагменту. Визначити переваги і недоліки кожної з програм *GRAN3D*, *Cabri 3D* та *GeoGebra*.

В-г	Завдання
1	<p><b>Тема «Тіла обертання»</b> Продемонструвати означення конуса, циліндра, сфери як фігур обертання. Створити динамічну модель з текстовими фрагментами.</p>
2	<p><b>Тема «Перерізи многогранників»</b> Побудувати переріз куба <math>ABCDA_1B_1C_1D_1</math> площиною, яка проходить через три точки <math>M, N, K</math>, які належать відповідно ребрам 1) <math>AB, AD, AA_1</math>; 2) <math>AB, AD, CC_1</math>; 3) <math>AB, AD, B_1C_1</math>. Провести дослідження форми многокутника-переріза (зокрема, чи може бути перерізом куба трикутник, шестикутник, восьмикутник). Розробити бланк для запису результатів дослідження та висновків. Під час виконання дослідження запропонувати учням додаткові запитання, на зразок, чи завжди п'ятикутник буде перерізом куба? як треба розмістити точки, щоб побудувати переріз було неможливо? тощо.</p>
3	<p><b>Тема «Розгортки многогранників»</b> Побудувати многогранник із заданими властивостями. Побудувати його розгортку, роздрукувати її та створити паперову модель многогранника.</p>
4	<p><b>Тема «Розгортки многогранників»</b> Підібрати задачу на найкоротшу відстань по поверхні многогранника. Створити динамічну модель для демонстрації її розв'язання. Запропонувати додатково аналітичне розв'язання обраної задачі.</p>
5	<p><b>Тема «Комбінації геометричних тіл»</b> Підібрати задачу на комбінацію геометричних тіл, при розв'язуванні якої використовується прийом «відхід на площину» (допоміжний переріз). Створити динамічну модель. Записати покроковий алгоритм її побудови, тим самим створивши інструкцію для учнів. Розташувати конфігурацію у найкращому ракурсі.</p>
6	<p><b>Тема «Піраміда»</b> <u>Задача.</u> Медіанами тетраедра називаються відрізки, що сполучають вершини тетраедра із центроїдами протилежних граней. У якому відношенні діляться медіани тетраедра точкою їх перетину, починаючи від вершин? Переформулювати задачу на доведення у вигляді задачі на дослідження. Створити модель із динамічним виразом. Розробити таблицю для учнів для запису результатів дослідження та висновків.</p>

Для захисту залікових лабораторних робіт студенти поділяються на дві категорії: студенти-учні та студенти-вчителі. По закінченню проведеного фрагменту уроку відбувається дискусія, щодо позитивних моментів уроку та недоліків, які були допущені студентами-вчителями, з подальшим знаходженням шляхів подолання проблем, що виникли.

Дещо подібним за своєю метою та завданнями до спецкурсу «Застосування комп'ютерів при вивченні математики», що викладається у рамках підготовки майбутніх учителів математики (спеціальність 014. Середня освіта (Математика) є спецкурс «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики», що викладається у рамках підготовки майбутніх учителів інформатики (спеціальність 014.09 Середня освіта (Інформатика), але акцент робиться на методичних рекомендаціях щодо організації навчання в комп'ютерно орієнтованому навчальному середовищі. Під *комп'ютерно-орієнтованими засобами навчання математики* будемо розуміти такі засоби, які забезпечують цілеспрямований процес здобування знань, набуття умінь і навичок, засвоєння способів пізнавальної діяльності суб'єктом навчання і розвиток його творчих здібностей на основі широкого використання інформаційно-комунікаційних технологій. Відповідно навчання з певної дисципліни, організоване на основі комп'ютерно-орієнтованої методичної системи навчання називають комп'ютерно-орієтованим [401].

За результатами вивчення даних спецкурсів у майбутніх учителів математики та інформатики спостерігалось підвищення рівнів сформованості візуально-інформаційної культури за наступними показниками:

«Мотивація» та «Потреба» – майбутні вчителі математики та інформатики проявляли бажання використовувати програми динамічної математики у власній професійній діяльності;

«Обізнаність» – майбутні вчителі математики та інформатики були ознайомлені із класифікацією програмного забезпечення предметного спрямування, зокрема, із таким типом як програми динамічної математики, із історією виникнення програм такого типу та останніми світовими «новинками»;

«Знання» – майбутні вчителі математики та інформатики демонстрували наявність знань про можливості використання програм динамічної математики, їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач шкільного курсу математики;

«Візуальне мислення» – майбутні вчителі математики та інформатики демонстрували активність висування візуальних гіпотез при розв'язуванні різних класів задач, проявляли конструктивну активність при створенні когнітивно-візуальних моделей засобами комп'ютерної візуалізації;

стратегіально-семантичну гнучкість та візуальну оригінальність, пропонуючи нестандартні розв'язання математичних задач.

«Операціонально-інструментальні уміння» – майбутні учителі математики та інформатики демонструвати вміння раціонального вибору програм динамічної математики для розв'язування певного класу задач шкільного курсу математики з урахування наявного в них комп'ютерного інструментарію;

«Професійні навички» – в ході виконання залікових лабораторних робіт та контрольної роботи майбутні учителі математики та інформатики демонстрували вміння розробляти уроки із доцільним, виваженим та виправданим використанням програм динамічної математики з різною навчальною метою;

«Здатність до самоаналізу» – в ході спільного групового обговорення результатів залікових лабораторних робіт та контрольної роботи (проведених фрагментів уроку із використанням програм динамічної математики) майбутні учителі математики та інформатики проявляли критичне ставлення до обраної програми динамічної математики та до того, з якою дидактичною метою вона була використана, акцентували увагу на допущення типових помилок колегами при проведенні фрагментів уроків.

*Авторський спецкурс «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою» як засіб формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів інформатики.* Даний спецкурс розрахований на студентів першого року навчання другого освітнього рівня (магістр) спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика).

При вивченні спецкурсу особлива увага приділяється організації комп'ютерного контролю знань. Ми звертаємо увагу на формування умінь у майбутніх учителів математики та інформатики організовувати комп'ютерне тестування із використанням різного програмного забезпечення та хмарних технологій. Але така форма контролю математичних знань як тестування не завжди є ефективною, оскільки не дозволяє продемонструвати хід думок того, хто проходить тестування, і фіксує лише результат навчання. Тому затребуваними стають комп'ютерні засоби, які з одного боку спрощують для вчителя процес контролю, а з іншого, – відслідковують правильність розв'язування поставлених задач, зокрема такого виду задач як задачі на побудову, які складно перевірити автоматизовано.

Важливим у цьому напрямку є опанування вміннями працювати з комп'ютерним інструментарієм та впроваджувати у освітній процес програми *Математический конструктор* та *GeoGebra* і передбачені в них інструменти контролю.

Наведемо завдання залікової лабораторної роботи з теми «Організація комп'ютерного контролю знань», метою якої є формування у майбутніх учителів інформатики вмінь організувати комп'ютерний контроль знань учнів із використанням програм динамічної математики *Математический конструктор*, *GeoGebra*, програми комп'ютерного тестування *MyTest* та сервісу *Google*.

*Практичні завдання лабораторної роботи  
«Організація комп'ютерного контролю знань»*

Створити п'ять завдань контролю, використовуючи програми *МК*, *GeoGebra*, *MyTest* у різних комбінаціях, з відповідної теми. Описати критерії оцінювання для двох завдань.

В-т	Теми
1	Тема «Застосування похідної до дослідження функцій та побудови їх графіків». 11 клас.
2	Тема «Рівняння дотичної до графіка функції у заданій точці». 11 клас.
3	Тема «Визначений інтеграл, його геометричний зміст». 11 клас.
4	Тема «Формула Ньютона-Лейбніца. Обчислення площ плоских фігур». 11 клас.
5	Тема «Властивості та графіки тригонометричних функцій». 10 клас.

З метою інтенсифікації освітнього процесу та покращення його технологічної складової майбутній вчитель інформатики повинен бути в тренді сучасних підходів. Одним із таких підходів, провадження якого ми розглядаємо у контексті мобільного навчання, є ВУОD-підхід. При підготовці майбутніх учителів інформатики акцентуємо увагу на окремому аспекті ВУОD-підходу – використанні QR-кодів у освітньому процесі.

Наведемо приклад практичних завдань лабораторної роботи «Використання QR-кодів при вивченні алгебри та початків аналізу».

*Практичні завдання лабораторної роботи  
«Використання QR-кодів при вивченні алгебри та початків аналізу»*

1. Завантажити з Інтернету програми для створення та зчитування QR-кодів, які якнайкраще підходять для виконання відповідного завдання.
2. Розглянути та реалізувати різні шляхи використання QR-кодів при вивченні шкільного курсу алгебри та початків аналізу.

В-т	Завдання
1	В курсі алгебри та початків аналізу 11 класу учні знайомляться з теоремами Больцано-Коші. Підготувати макети стендів для кабінету математики, які містять портрети вчених, біографічні відомості про них та формулювання першої та другої теорем Больцано-Коші. Текстову

	інформацію зашифрувати QR-кодом.
2	Розробити картку для проведення контрольної роботи з теми «Показникові рівняння» (10 клас). На аркуші з контрольним завданням розмістити QR-код з підказкою до першого завдання, прикладом розв'язання завдання аналогічного до другого завдання, додаткове завдання для учнів з високим рівнем успішності. Зробивши QR-коди різних кольорів для різних завдань.
3	Розробити контрольньо-тестовий матеріал у QR-вигляді з теми «Логарифмічна функція та її властивості» (11 клас), використовуючи спеціальний сервіс ClassTools ( <a href="http://www.classtools.net/QR">http://www.classtools.net/QR</a> ).
4	Розробити квест з алгебри із завданнями з QR-кодом до тижня математики для 10 класу.
5	Розробити картку для проведення контрольної роботи з теми «Логарифмічні нерівності» (11 клас). На аркуші з контрольним завданням розмістити QR-код з підказкою до першого завдання, прикладом розв'язання завдання аналогічного до другого завдання, додаткове завдання для учнів з високим рівнем успішності. Зробивши QR-коди різних кольорів для різних завдань.

У рамках даного спецкурсу вивчаються особливості використання мобільного додатку *Plickers* при вивченні алгебри та початків аналізу з метою контролю знань учнів.

Наведемо приклад практичних завдань тренувальної лабораторної роботи з теми «Організація контролю із використанням платформи та мобільного додатку *Plickers*» з метою формування навичок організації автоматизованого контролю знань учнів.

*Практичні завдання лабораторної роботи «Організація контролю із використанням платформи та мобільного додатку Plickers»*

Для студентів своєї групи, які виступають у ролі учнів, провести опитування із використанням мобільного додатку *Plickers*.

В-т	Завдання
1	Опитування наприкінці уроку «Синус, косинус, тангенс кута. Радіанне вимірювання кутів» (10 клас).
2	Опитування на початку уроку «Найбільше і найменше значення функції на проміжку» (10 клас).
3	Тест за результатами вивчення теми «Елементи комбінаторики. Комбінаторні правила суми та добутку» (11 клас).
4	Опитування наприкінці уроку «Властивості та графік логарифмічної функції» (11 клас).
5	Опитування на початку уроку «Обчислення площ плоских фігур. Застосування інтеграла до розв'язування прикладних задач» (11 клас).

За результатами вивчення даного спецкурсу у майбутніх учителів інформатики спостерігалось підвищення рівнів сформованості візуально-інформаційної культури за наступними показниками.

«Мотивація» та «Потреба» – майбутні вчителі інформатики проявляли бажання використовувати засоби комп'ютерної візуалізації у власній професійній діяльності.

«Обізнаність» – майбутні вчителі інформатики були ознайомлені із класифікацією засобів комп'ютерної візуалізації, зокрема, із таким типом як програми динамічної математики, із історією виникнення програм такого типу; із наявними хмаро орієнтованими сервісами математичного спрямування; із дидактичними можливостями використання QR-кодів у освітньому процесі.

«Знання» – майбутні вчителі інформатики демонстрували наявність знань про можливості використання програм динамічної математики, їх комп'ютерний інструментарій та функціональність при розв'язуванні певних класів задач шкільного курсу математики; про особливості використання комп'ютерного контролю знань; про перспективи впровадження BYOD-підходу в освітній процес, про можливості використання хмаро орієнтованих сервісів у межах зазначеного підходу, зокрема, сервісу *GeoGebra*, про дидактичний потенціал інтерактивних аплетів, створених на базі даного сервісу; про перспективні напрямки використання мобільних технологій у навчанні, зокрема про дидактичні можливості використання QR-кодів.

«Візуальне мислення» – майбутні вчителі математики та інформатики демонстрували активність висування візуальних гіпотез при розв'язуванні різних класів задач, проявляли конструктивну активність при створенні когнітивно-візуальних моделей засобами комп'ютерної візуалізації та інтерактивних аплетів засобами хмарних сервісів; стратегіально-семантичну гнучкість та візуальну оригінальність, пропонуючи нестандартні розв'язання математичних задач, знаходячі несподівані застосування інтерактивних аплетів та QR-кодів в освітньому процесі.

«Операціонально-інструментальні уміння» – майбутні вчителі інформатики демонструвати вміння раціонального вибору програм динамічної математики для розв'язування певного класу задач шкільного курсу математики з урахування наявного в них комп'ютерного інструментарію; навички створення візуальних моделей для автоматизованого контролю знань учнів; навички створення інтерактивних аплетів та адаптації їх до умов освітнього процесу; навички створення QR-кодів (статичних та динамічних) з різною навчальною метою та створення відео контенту на базі візуальних моделей, побудованих на базі програм

динамічної математики, для подальшого їх шифрування у QR-код.

«Професійні навички» – в ході виконання залікових лабораторних робіт та контрольної роботи майбутні учителі інформатики демонстрували вміння розробляти уроки із доцільним, виваженим та виправданим вибором методів, засобів і форм навчання, що базувався на раціональному виборі програм динамічної математики, засобів для автоматизованого контролю знань учнів, хмаро орієнтованих сервісів математичного спрямування, QR-кодів, поєднуючи традиційні системи навчання та зазначені цифрові технології; демонстрували розуміння доцільності «невикористання» засобів комп'ютерної візуалізації у певних навчальних ситуаціях.

«Здатність до самоаналізу» – в ході спільного групового обговорення результатів залікових лабораторних робіт та контрольної роботи (проведених фрагментів уроку) майбутні учителі інформатики проявляли критичне ставлення до обраних засобів комп'ютерної візуалізації та до того, з якою дидактичною метою вони були використані, акцентували увагу на допущених типових помилках колег в ході проведенні фрагментів уроків.

#### ***4.2. Засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики***

Деякі автори, наприклад Н. П. Волкова [74, с.365.] вважають, що засоби навчання – допоміжні матеріально-технічні засоби, які виконують специфічні дидактичні функції. Але таке тлумачення поняття «засіб навчання» звужує його зміст, тому у своєму дослідженні ми будемо дотримуватися більш широкого розуміння даного поняття і засобами навчання вважати все те, що сприяє досягненню цілей освіти, тобто всю сукупність методів, форм, змісту, а також спеціальних засобів навчання [199, с. 145].

З метою формування візуально-інформаційної культури мабутніх учителів математик та інформатики використані нами засоби навчання можна умовно поділити на групи: спецкурси, друковані засоби (навчально-методична література, навчальні посібники, навчальні програми, системи задач для лабораторних робіт), комп'ютерні засоби (програмне забезпечення предметного спрямування, програми динамічної математики, хмаро орієнтовані сервіси, віртуальні лабораторії), інтерактивні засоби (візуалізовані завдання, інтерактивні аплеті, когнітивно-візуальні моделі).

*Візуалізовані завдання з фахових дисциплін у контексті формування візуальної культури майбутніх учителя математики та інформатики.*

У навчальних планах підготовки вчителя математики та інформатики особливе місце займають дисципліни фундаментальної предметної підготовки, оскільки саме вони забезпечують майбутнього вчителя науковим,

фундаментом, базисом для побудови інформаційної наукової картини світу і необхідним професійним інструментарієм, розрахованим на тривале його застосування в мінливих умовах життя.

Для формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики при викладанні професійних дисциплін важливо використовувати не лише візуальну підтримку теоретичного матеріалу, а й візуалізовані завдання із дотриманням принципів науковості та доступності.

О. О. Князева дає визначення *візуалізованої задачі* як задачі, «в якій образ явно чи неявно задіяний в умові, відповіді, задає метод розв'язання задачі, створює опору кожному етапу розв'язання задачі або явно чи неявно супроводжує на певних етапах її розв'язання». Автор класифікує візуалізовані завдання за їх функціями у процесі навчання: пропедевтичні дидактичні візуалізовані завдання, наступні дидактичні візуалізовані завдання, візуалізовані завдання з розвивальними функціями, пізнавальні візуалізовані завдання, візуалізовані завдання з прикладними функціями [168].

Використання візуалізованих завдань в процесі фахової підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики дозволяє швидко засвоювати певні фрагменти теорії, формулювати і розповсюджувати узагальнений алгоритм практичних дій, акцентувати увагу на вузлових моментах процесу розв'язування задачі. Візуалізовані завдання дозволяють надавати інформацію про навчальні досягнення, певні особливостях розумової діяльності учнів і тим самим слугують інструментарієм для діагностики навчальних і особистісно значущих якостей.

Візуалізовані завдання є інструментом реалізації когнітивно-візуального підходу до навчання і є засобом формування навичок візуального пошуку. Візуальний пошук – це процес породження нових образів, нових візуальних форм, що несуть конкретне візуально-логічне навантаження і роблять видимим значення шуканого об'єкта або його властивості. Вихідною позицією такого процесу є запас готових, відомих студенту візуальних образів, структура і елементи інформації, візуально доступні для спостереження зв'язку між ними. При розв'язуванні математичних задач образ може використовуватися або явно, або неявно, але і в тому, і в іншому випадку це призводить до пошуку шляхів розв'язування завдання [105].

Авторським колективом під керівництвом Н. А. Резник підготовлена низка візуальних конспектів-практикумів з певних розділів вищої математики, в яких основу складають саме візуалізовані завдання [339; 340; 335; 336; 337; 338; 332; 333; 169].

Нами розроблено авторські приклади візуалізованих завдань з фахових дисциплін підготовки майбутнього вчителя математики та інформатики у вигляді візуалізованих динамічних моделей на базі програм динамічної математики.

### Математичний аналіз

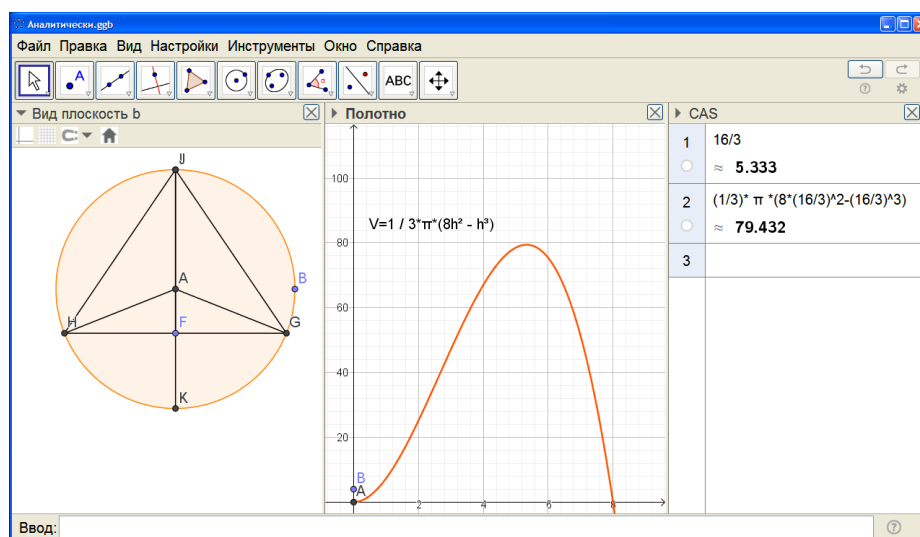
Ми пропонуємо візуалізовані завдання, розроблені засобами програм динамічної математики.

*Візуалізоване завдання.* У сферу радіуса 4 вписано конус. Якою має бути висота конуса, щоб його об'єм був найбільшим?

Традиційно геометричні задачі на екстремум розв'язуються шляхом написання формули для залежності об'єму конуса від його висоти, з подальшою диференціацією цієї функції залежності. Для даної задачі:

$$V = \frac{1}{3}\pi(8h^2 - h^3), V' = \frac{1}{3}\pi(16h - 3h^2) = 0, h = \frac{16}{3} \approx 5,33, V_{max} \approx 79,43.$$

Результат аналітичного розв'язання представлено на рис. 4.3.



**Рис.4.3. Графік залежності об'єму конуса від його висоти, побудований аналітично**

У метою формування візуально-інформаційної культури студентів запропонуємо інший підхід до розв'язування такого типу задач – конструктивний підхід. Конструктивний підхід дозволяє не лише одержати відповідь, а і її унаочнити дані задачі 3D-інструментами, поглибити розуміння поняття екстремум, підтвердити емпіричним шляхом, що це дійсно максимум, а також продемонструвати шляхи застосування інформаційних технологій для активізації пізнавальної діяльності суб'єктів навчання.

У таблиці 4.4 пропонуємо алгоритм побудови конфігурації даної задачі, виконаний у програмі *GeoGebra*, проводячи паралель між конструктивними

діями студента та комп'ютерними інструментами, які він повинен використовувати.

Таблиця 4.4

**Алгоритм побудови комбінації тіл**

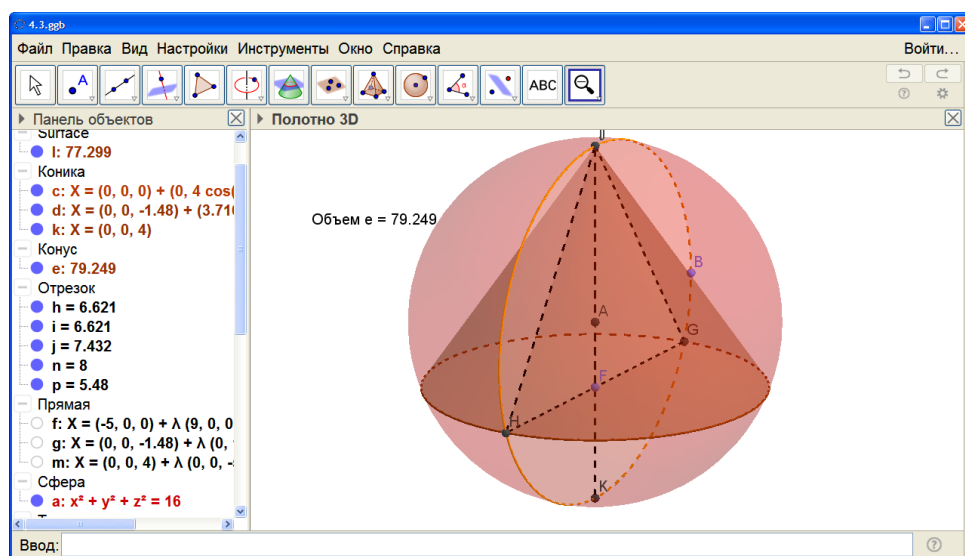
Конструктивні дії учня		Комп'ютерний інструмент
1	Побудувати сферу радіуса 4.	<i>Сфера по центру и радиусу</i>
2	Побудувати довільну пряму, що проходить через центр сфери – точку А.	<i>Прямая</i>
3	Побудувати площину $\alpha$ , яка перпендикулярна даній прямій і проходить через центр сфери.	<i>Перпендикулярная плоскость</i>
4	Побудувати лінію перетину даної площини і сфери – велике коло сфери.	<i>Кривая пересечения</i>
5	Побудувати довільну точку U на колі і провести через неї та центр сфери пряму UA – вісь конуса.	<i>Точка, Прямая</i>
6	Побудувати іншу точку перетину цієї прямої та кола – точка К.	<i>Пересечение</i>
7	Побудувати відрізок UK, що сполучає ці дві точки перетину.	<i>Отрезок</i>
8	Побудувати довільну точку F на відрізку UK.	<i>Точка</i>
9	Побудувати у площині $\alpha$ пряму, яка перпендикулярна осі конуса і проходить через точку F.	<i>Перпендикулярная линия</i>
10	Побудувати точки перетину цієї прямої і великого кола сфери – точки H та G.	<i>Пересечение</i>
11	Побудувати трикутник UHG. Він вписаний у велике коло сфери і є осьовим перерізом вписаного в сферу конуса.	<i>Отрезок</i>
12	Побудувати коло, яке проходить через точку H і вісь конуса є його віссю. Побудоване коло – основа конуса.	<i>Окружность по точке и оси</i>
13	Побудувати конус.	<i>Выдавить пирамиду или конус</i>
14	Обчислити висоту та об'єм конуса.	<i>Расстояние или длина, Объем</i>

Розв'язування цієї задачі у *GeoGebra* реалізується через побудову динамічної конструкції та візуальне спостереження за значенням об'єму конуса, яке буде інтерактивно змінюватися при переміщенні базової точки – точки F, яка є центром основи конуса (рис.4.4).

Алгоритм розв'язання задачі на основі інших методів (побудова

емпіричного графіка залежності між висотою конуса та його об'ємом за допомогою інструменту *Динамічний слід*, за допомогою інструменту *Локус*, виведення таблиці знань емпіричної функції) наведено у Додатку.

Такий підхід до розв'язування геометричних задач на екстремум не забезпечує знання математичних формул, понять чи функціональних залежностей, але є тим інструментом, який сприяє формуванню у студентів дослідницьких якостей, математичного мислення та критичного погляду на будь-які твердження.



**Рис.4.4.** Візуальна модель для спостереження за значенням об'єму конуса

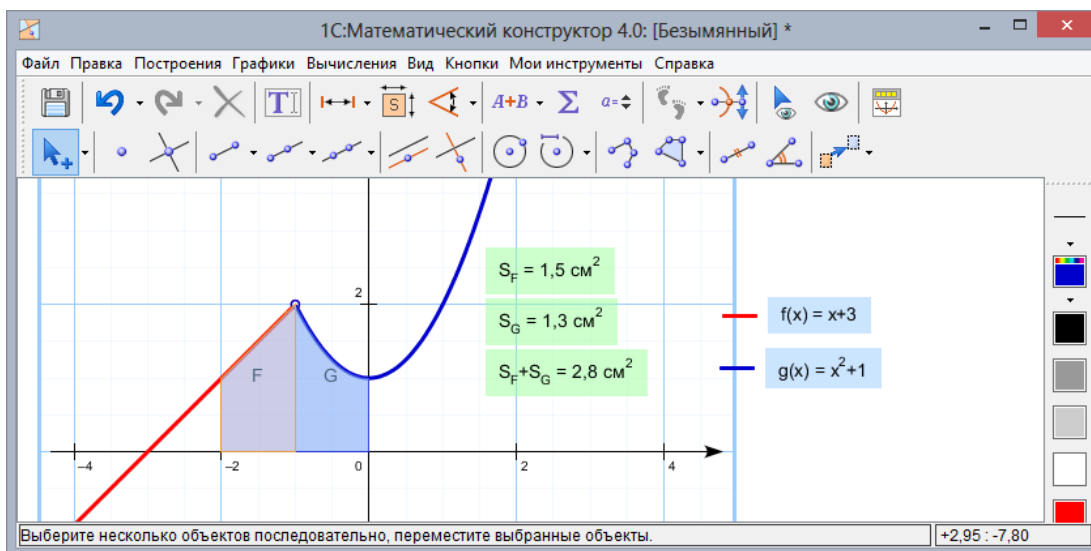
*Візуалізоване завдання.* Знайти площу фігури, обмеженої графіком функції  $y = \begin{cases} x + 3, & x < -1 \\ x^2 + 1, & x \geq -1 \end{cases}$  і прямими  $y = 0$ ,  $x = -2$ ,  $x = 0$ .

Традиційно задача зводиться до обчислення визначеного інтеграла на відрізку  $[-2; 0]$  від заданої функції. Ми пропонуємо візуально-когнітивний підхід до розв'язування задач такого типу.

Побудуємо графіки функцій  $y = x + 3$  при  $x < -1$ ,  $y = x^2 + 1$  при  $x \geq -1$  у програмі *Математичний конструктор* (деякі версії передбачають можливість побудови кусочно-гладкої функції). Потім побудуємо області під графіками, причому у вкладці *Свойства объекта/Границы отрисовки по оси x* області  $F$  задамо межі від  $x = -2$  до  $x = -1$ , а для області  $G$  – від  $x = -1$  до  $x = 0$ . Зауважимо, що за замовчуванням будується область під графіком функції до осі  $Ox$ . У діалозі властивостей побудованої області можна вказати спосіб розташування області (над чи під графіком), границі побудови області по осям координат (до певного значення чи до нескінченності) та кольорові характеристики.

Знайдемо площі областей  $F$  і та їх суму. Площа області  $F$  дорівнює 1,5, а області  $G$  – 1,3. Площа криволінійної трапеції дорівнює 2,8 (рис.4.5)

Розв'язування такого завдання дозволяє візуалізувати поняття визначеного інтеграла, зрозуміти його геометричний зміст, акцентувати увагу на вузлових моментах – адитивній властивості визначеного інтеграла (результат є сумою двох визначених інтегралів від функцій  $y = x + 3$  на проміжку  $[-2; -1]$  та від функції  $y = x^2 + 1$  на проміжку  $[-1; 0]$ ).



**Рис.4.5. Обчислення площі криволінійної трапеції на основі когнітивно-візуального підходу**

### *Аналітична геометрія*

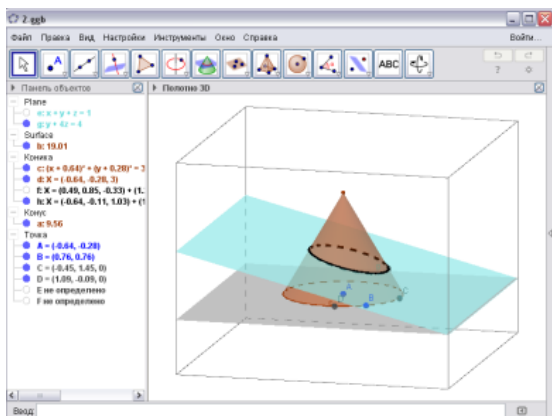
Серед науковців, які актуалізували проблему візуалізації при вивченні аналітичної геометрії відзначимо наступних. Г. В. Горр [101] описує ідею комп'ютерної динамічної візуалізації при вивченні теорії кривих, але не акцентує увагу на програмах, за допомогою яких цю ідею можна реалізувати. Т. М. Махомета [237] зазначає, що при вивченні аналітичної геометрії найбільш поширеними є програми *GRAN* та *Derive*, але водночас пропонує використання програми *3D Plotter*, основним призначенням якої є побудова графіків функцій. Г. Шуман [445] пропонує використовувати програму *Cabri 3D* для побудови перерізів типових математичних об'єктів. Дослідники описують способи візуалізації кривих другого порядку через переріз поверхонь другого порядку або за їх рівняннями.

Водночас такі криві можна інтерпретувати і як геометричні місця точок площини, і саме ця ідея використовується авторами при вивченні відповідних тем курсу аналітичної геометрії під час підготовки майбутніх учителів математики та інформатики. Наведемо приклади візуалізованих завдань.

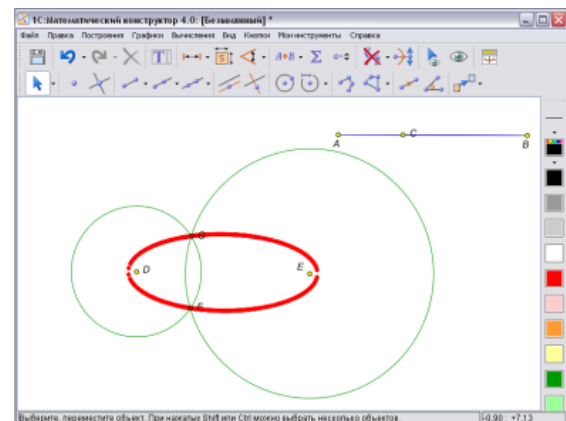
1. Побудувати еліпс як переріз конічної поверхні на базі *GeoGebra* (рис. 4.6)

2. Побудувати еліпс як геометричне місце точок, яке визначається через фокальні відстані, на базі *GeoGebra* (рис. 4.7).

Із використанням візуально-когнітивного підходу напрацьовуються не лише знання про основні властивості кривих другого порядку, а й формуються конструктивні уміння побудови геометричних об'єктів та навички використовувати комп'ютерний інструментарій у майбутній професійній діяльності.



**Рис.4.6. Побудова еліпса як кривої перетину конуса та площини**



**Рис. 4.7. Побудова еліпса як ГМТ**

Також на заняттях з аналітичної геометрії нами використовується електронний ресурс, де можна знайти достатньо навчальних відеофільмів на підтримку вивчення даної теми [235].

### *Дискретна математика*

Теорія графів позиціонується як наука про абстрактні об'єкти та зв'язки між ними, що, у свою чергу, обумовлює формалізацію умов типових задач, їх відрив від реальності, й у багатьох випадках передбачає виконання громіздких обчислень, результат яких не лише «не відчувається» студентами, але й часто відштовхує своєю формалізованістю. Це спричиняє труднощі у сприйнятті студентами навчального матеріалу з теорії графів, а тому виникає потреба у пошуку шляхів їх уникнення.

Зазвичай використання комп'ютерних програм при вивченні теорії графів зводиться до простої побудови вершин та ребер графа, визначенні деяких характеристик графа (планарності, ейлеровості тощо) та виконанні ряду елементарних дій (визначенні степенів вершин, побудові каркасного дерева, пошуку найкоротших шляхів між вершинами у зваженому графі).

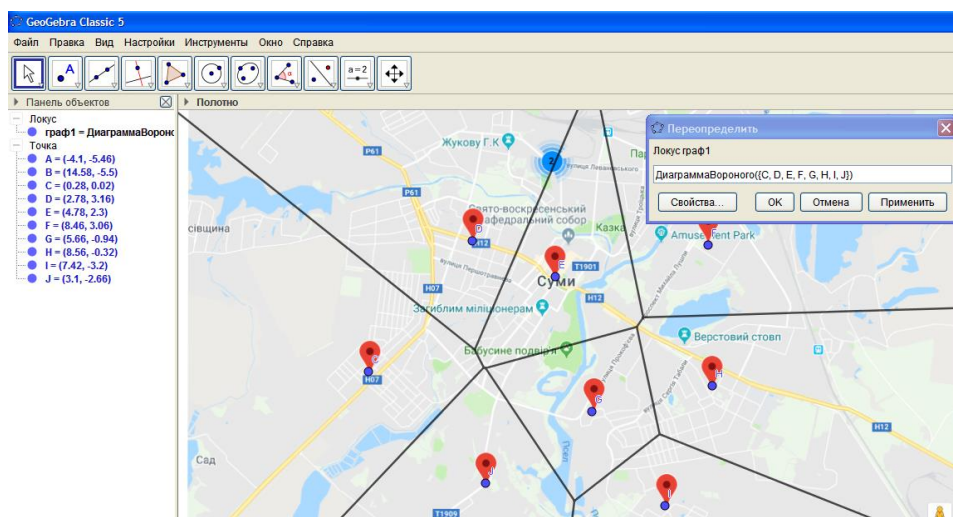
Розробниками ПДМ *GeoGebra* закладено більш різноманітні інструменти для роботи з графами, які зосереджені у розділі Дискретная математика: *Диаграмма Вороного*, *Триангуляция Делоне*, *Коммивояжер*, *Кратчайшее Расстояние*, *Минимальное Остовное Дерево*, *Выпуклая Оболочка*, *Оболочка*, і які реалізуються через рядок вводу [464; 465; 126].

Вказані команди дозволяють розв'язати широке коло задач, причому побудова графу може здійснюватися із прив'язкою до готових схем, планів та карт місцевості. Це вигідно відрізняє ПДМ *GeoGebra* від інших СКМ, дозволяє продемонструвати прикладний аспект теорії графів (у тому числі з орієнтацією на місцевий матеріал) і тим самим викликати особистий інтерес у студентів до вивчення теорії графів.

*Візуалізоване завдання.* На карті міста Суми точками відмічені поштові відділення. Позначте своє місце розташування і з'ясуйте, яке з поштових відділень знаходиться до Вас найближче.

Для розв'язання задачі потрібно побудувати діаграму Вороного для множини поштових відділень, тобто розкреслити карту міста так, щоб в кожній комірці знаходилося тільки одне поштове відділення і для всіх точок відповідної комірки воно б було найближчим.

Додатньо застосувати команду *ДиаграммаВороного(<Список точек>)* і отримуємо розбиття поштових відділень міста (рис.4.8). Виявляється, що найближчим є відділення, що відповідає вершині *D*.



**Рис.4.8. Діаграма Вороного для множини поштових відділень**

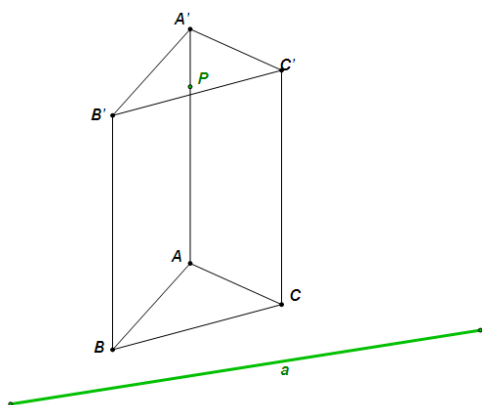
### *Проективна геометрія*

В. Р. Майер, Е. В. Крум наголошують на зниженні останнім часом інтересу студентів, майбутніх учителів математики та інформатики, до вивчення проективної геометрії і пов'язують це з надмірною теоретизацією

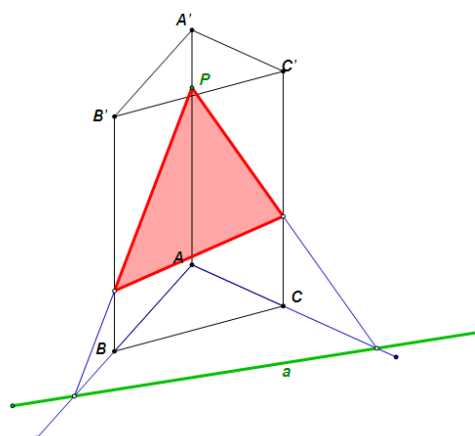
навчальної дисципліни, і як наслідок, із зниженням її візуальної складової [226]. До того ж зменшується кількість аудиторних годин, відведених на вивчення курсу. Для того, щоб дані фактори не спричинили зниження якості геометричної підготовки майбутніх вчителів математики та інформатики, автори пропонують використовувати динамічні моделі з елементами анімації, розроблені за допомогою програм динамічної математики.

Програми динамічної математики дозволяють будувати моделі плоских і просторових фігур та оперувати ними, зберігаючи інцидентність точок і прямих, створювати складні відношення точок, розв'язувати задач методом зображень [507].

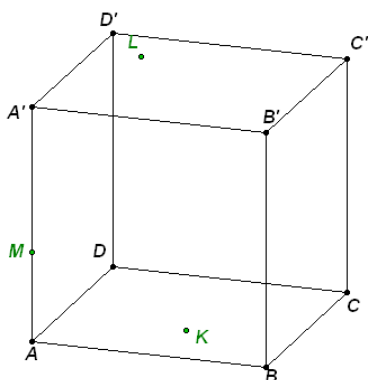
*Візуалізоване завдання (пропедевтичне).* Дана точка  $P$  на ребрі  $AA'$  призми  $ABCA'B'C'$ . Змінюючи положення призми, переконайтеся, що точка справді лежить в площині  $ABC$ . Побудуйте переріз призми площиною, що проходить через  $P$  та пряму  $a$  (рис. 4.9).



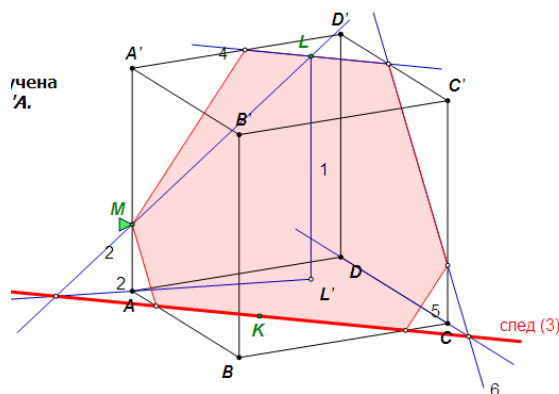
**Рис. 4.9, а.** Умова задачі у програмі *The Geometer's SketchPAD*



**Рис. 4.9, б.** Розв'язання задачі у програмі *The Geometer's SketchPAD*



**Рис. 4.10, а.** Умова задачі у програмі *The Geometer's SketchPAD*



**Рис. 4.10, б.** Розв'язання задачі у програмі *The Geometer's SketchPAD*

*Візуалізоване завдання.* Побудуйте переріз куба площиною, що проходить через три точки  $K, L, M$ , що лежать на гранях  $ABCD, A'B'C'D'$  та на ребрі  $AA'$  відповідно (рис.4.10).

### *Теорія ймовірностей*

При введенні геометричного і статистичного означення ймовірності комп'ютерний інструментарій програм динамічної математики дозволяє візуалізувати експериментальні випробування на базі випадкових подій. Це одночасно спрощує побудову математичної моделі задачі, забезпечує достатню кількість випадкових випробувань, візуалізує ці випадкові події і надає навчальному процесу дослідницького характеру.

*Візуалізоване завдання (задача про зустріч).* Юнак та дівчина домовилися про побачення з 15.00 до 16.00. Відомо, що кожен з них приходить у будь-який момент з 15.00 до 16.00 незалежно від іншого. Якщо юнак прийде і не зустріне дівчину, то він буде чекати її ще протягом 20 хв. Дівчина в аналогічній ситуації буде чекати юнака протягом лише 10 хв. Яка ймовірність того, що побачення відбудеться?

Це класична задача на застосування геометричного тлумачення ймовірності, аналітичне розв'язання якої можна знайти в [93, с. 31]. Ми приведемо розв'язання задачі з використанням статистичного означення ймовірності на основі серії випадкових випробувань.

Нехай  $a$  та  $b$  – час (у хвиликах) приходу на побачення юнака і дівчини відповідно, відраховані від 15.00. Задамо відповідні параметри  $a$  та  $b$ , використовуючи інструмент *Ползунок*. За умовою  $a \in [0;60]$ ,  $b \in [0;60]$ , а також при їх заданні поставимо позначку *Случайное число*. У квадраті, побудованому на осях з вершиною в початку координат і довжиною сторони 60, координати точки  $(a;b)$  можуть характеризувати час приходу юнака і дівчини відповідно.

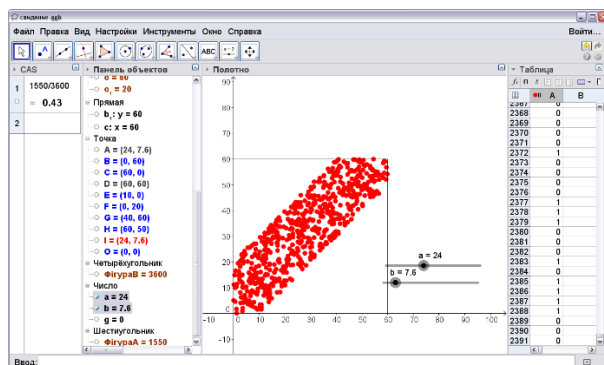
За умовою задачі побачення відбудеться, якщо виконуються аналітичні умови  $(a < b \leq a + 20) \vee (b \leq a \leq b + 10)$  ( $a < b \leq a + 20$ ) $\vee$ ( $b \leq a \leq b + 10$ ).

Побудуємо точку з координатами  $(a;b)$ . У властивостях точки у вкладці *Дополнительно* зазначимо *Условия отображения объекта*  $(a < b \leq a + 20) \vee (b \leq a \leq b + 10)$  ( $a < b \leq a + 20$ ) $\vee$ ( $b \leq a \leq b + 10$ ), тобто умову, за якої відбудеться побачення.

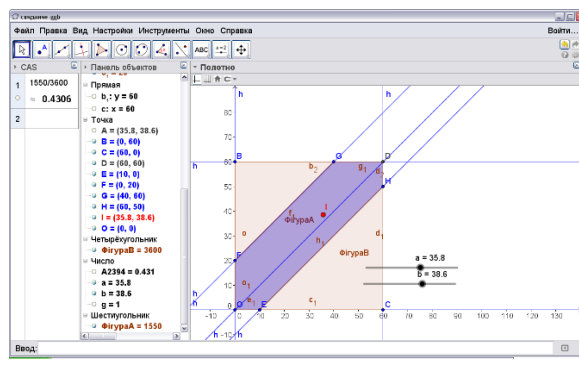
Вкажемо у властивостях точки *Оставляют след* і анімуємо параметри  $a$  та  $b$ . Отримаємо результат, який наочно показує, де має знаходитися точка  $(a;b)$  для того, щоб зустріч відбулась (рис. 4.11). Через командний рядок задамо логічну функцію, яка дорівнює 1, якщо виконуються умови для побачення, і яка дорівнює 0, якщо побачення не відбудеться – *Если*[ $a < b \leq$

$a+20 < b \leq a \leq b+10, 1, 0]$ . Далі у властивостях даної функції оберемо послугу *Запис в таблицю* для запису експериментальних даних у електронну таблицю. При анімації параметрів  $a$  та  $b$  значення цієї функції будуть заноситися у перший стовпчик таблиці.

Потім виділимо усі отримані значення і обчислимо відносну частоту того, що зустріч відбудеться, тобто відносну частоту значень 1 для заданої функції. Для цього скористаємося інструментом *Среднее арифметическое* на панелі вікна *Таблица*.



**Рис. 4.11.** Положення точки  $(a;b)$  за умови, що зустріч відбулась



**Рис. 4.12.** Класичний спосіб розв'язання задачі із використанням геометричного означення ймовірності

Якщо провести 408 експериментів, то отримуємо відносну частоту значень або ймовірність зустрічі 0,4606; при кількості експериментів 594 – 0,4476; при 806 – 0,4353; при 1041 – 0,4306. Як бачимо, при збільшенні кількості випробувань ймовірність зустрічі прямує до 0,4306.

Після одержання результатів комп'ютерного експерименту розв'яжемо задачу класичним способом, використовуючи геометричне означення ймовірності.

Побудуємо фігуру  $A$ , точки якої задовольняють нерівності  $x < y \leq x+20$  або  $y \leq x \leq y+10$  або  $0 \leq x \leq 60$  або  $0 \leq y \leq 60$ . Побудуємо також квадрат  $B$  зі сторонами на осях координат, вершиною в початку координат і довжиною сторони 60. Юнак і дівчина зустрінуться тоді і лише тоді, коли навмання вибрана в квадраті точка належатиме фігурі  $A$ .

Обчислимо площі фігур  $A$  та  $B$ : площа фігури  $A$  – 1550, площа фігури  $B$  – 3600. Використовуючи геометричне означення ймовірності, за допомогою

полотна *CAS* отримаємо –  $\frac{1550}{3600} \approx 0,4306$  (рис. 4.12). Цей

результат співпадає з результатом, одержаним завдяки випадковому вибору точок у квадраті і визначенню відносної частоти появи зустрічі.

Наступні задачі можна пропонувати для закріплення ідеї візуалізації експериментальних випробувань у середовищі *GeoGebra*.

*Візуалізоване завдання.* На відрізку  $[-2;2]$  навмання обирають число  $x$ . Яка ймовірність того, що  $|x| < 1$   $|x| < 1$ ?

*Візуалізоване завдання.* У прямокутнику зі сторонами 5 і 7 навмання обирають точку. Яка ймовірність того, що відстань від обраної точки до кожної зі сторін прямокутника виявиться меншою від 4?

*Візуалізоване завдання.* У кулю радіуса 2 вписали куб. Яка ймовірність того, що точка, навмання обрана в кулі, потрапить до вписаного куба?

Зауважимо, що традиційними методами або через власну уяву моделювання цієї задачі (на основі випадкових подій) важко уявити і відтворити. При цьому використання програм динамічної математики не тільки формує підґрунтя для спрощення побудови математичної моделі задачі, організації достатньої кількості випадкових випробувань, візуалізації цих випадкових подій і дозволяє надати навчальному процесу дослідницького характеру, а й впливає на формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики.

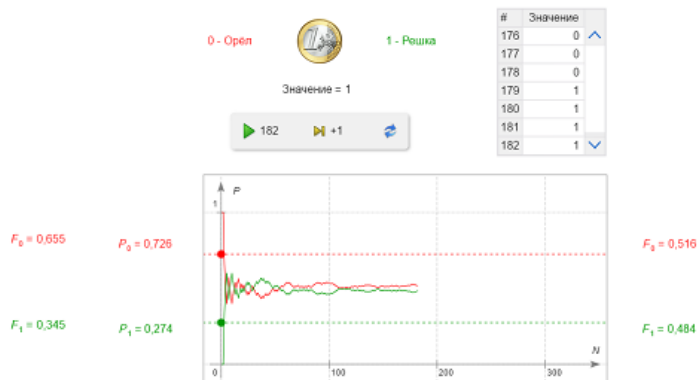
Разом з цим вважаємо потрібним зазначити, що динамічна візуалізація не завжди має дидактичні переваги перед статичним поданням навчального матеріалу. Питання про доцільність динамічної візуалізації тої чи іншої статичної моделі є контекстно залежним, і у разі використання ідеї унаочнення експерименту з випадковими величинами на вибір форм та засобів динамізації, характер та ступінь інтерактивності обов'язково вплине досвід вчителя, рівень його володіння комп'ютерними засобами математичного спрямування, відчуття навчальної аудиторії, а отже, і на рівень його візуально-інформаційної культури.

*Візуалізоване завдання.* Програми динамічної математики дозволяють продемонструвати статистичне означення ймовірності як граничне значення частоти в ході проведення комп'ютерного експерименту, коли відбувається процес стабілізації частот із збільшенням числа дослідів.

Пропонуємо динамічні моделі для проведення експериментів з підкиданням канцелярської кнопки (два результати: кнопка може впасти на підлогу вістрям вгору, або вістрям вниз) та підкиданням монети (два результати: випаде «орел» або «решка») (рис. 4.13, рис. 4.14).



**Рис. 4.13. Експеримент з підкиданням канцелярської кнопки**



**Рис. 4.14. Експеримент з підкиданням монети**

Під час обговорення даної моделі можна зробити наступні важливі зауваження.

1. Ймовірність закладена «в природі речей»: якщо дослід з тієї ж кнопкою повторити через тиждень, частота буде прямувати до того ж числа (для кнопки, зробленої за іншою технологією, це число може бути вже іншим).

2. Значні відхилення частоти від ймовірності можливі навіть при великій кількості дослідів – але чим більше дослідів, тим менш ймовірні такі відхилення (питання про їх кількісну оцінку виходить за рамки шкільного курсу).

3. У деяких випадках можна «передбачити» ймовірність (тобто майбутню частоту) без проведення експерименту.

4. У прикладі з монетою ми мали справу з симетричним предметом, тому всі результати дослідів були рівно можливими. При підкиданні монети було два рівноможливі результати – «герб» і «цифра». В силу симетрії не було ніяких підстав вважати один з таких випадків найімовірніше іншого. Тому у цьому випадку можна сформулювати наступне означення (воно називається класичним визначенням ймовірності):

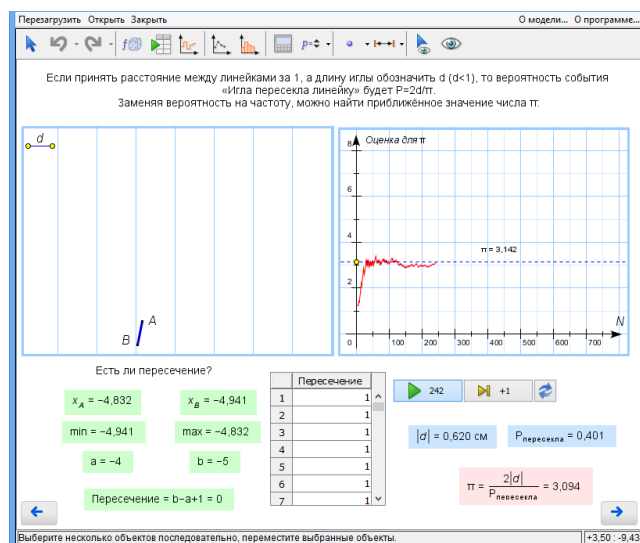
**Означення.** Нехай випадковий експеримент може завершитися одним з  $n$  рівноможливих результатів; і нехай рівно  $m$  з цих випадків сприяють, тобто призводять до настання випадкової події  $A$ . Тоді ймовірність цієї події може бути обчислена за формулою  $P(A) = m/n$ .

5. Але у досліді з кнопкою цим означенням користуватися не можна, оскільки подія не симетрична і результати не є рівноможливими.

Наведемо ще одне візуалізоване завдання для введення поняття геометричної ймовірності – модель дослідів Бюффона з голкою, розроблену у програмі динамічної математики *Математичний конструктор*.

*Візуалізоване завдання* (дослід Бюффона з голкою). На поверхні стола проведено ряд паралельних прямих, відстань між якими дорівнює 1. На стіл кидають голку, довжина якої  $d$  ( $d < 1$ ). Яка ймовірність того, що голка перетне одну з прямих? (рис.4.15).

Задача Бюффона використовується для статистичного знаходження числа  $\pi$ . Це один із перших прикладів застосування метода Монте-Карло (чисельний метод розв'язування математичних задач за допомогою моделювання випадкових величин).



**Рис.4.15. Візуалізація дослід Бюффона з голкою**

### *Математична статистика*

Аналіз науково-методичної літератури з використання інформаційних технологій при вивченні математичної статистики дозволяє стверджувати, що найчастіше розглядаються можливості застосування потужних спеціалізованих середовищ (наприклад, Statgraphics, Statistica, SPSS, Systat, Stadia, Maple, MathCad [353] тощо), електронних таблиць [108; 77], віртуальних оболонок програмування з використанням генератора випадкових чисел (наприклад, Pascal [58; 61; 244], DevC++ тощо). Також можна стверджувати, що в шкільній практиці при вивченні теорії ймовірності використовуються табличний процесор Excel, і це, як правило, відбувається на інтегрованих уроках математики та інформатики. З 2013 року навчальними програмами з інформатики для старшої школи пропонується вивчення пакетів *Gran*, розробниками яких передбачена можливість обробки розподілів випадкових величин і визначення окремих характеристик вибірок. Підтвердженням тому – велика кількість публікацій, присвячених застосуванню програми *Gran1* до вирішення завдань теорії ймовірностей і статистики (наприклад, [130; 100]).

У роботі [357] нами проведено порівняльний аналіз комп'ютерного інструментарію програм *GeoGebra* та *Gran1* при розв'язуванні типових задач курсу статистики. Аналіз науково-методичних джерел щодо використання інформаційних технологій при вивченні теорії ймовірності та основ статистики дозволяє стверджувати, що програми *GeoGebra* та *Gran1* є найбільш зручними у використанні та найбільш вдалимими з точки зору візуалізації результатів експериментів з випадковими величинами.

#### *Методика навчання математики*

Вчителі математики часто стикаються з потребою продемонструвати математичний об'єкт у динаміці. Наприклад, при вивченні квадратичної функції доцільною є демонстрація руху будь-якого тіла (каменю, м'яча, артилерійського снаряду), кинутого під кутом до горизонту, яка підтвердить, що рух тіла під дією гравітації підкорюється законам квадратичної функції, а траєкторією буде парабола. В таких випадках на допомогу вчителю математики можуть прийти такі засоби комп'ютерної візуалізації як ПДМ.

*Візуалізоване завдання.* Побудуємо модель руху снаряда, який випущено з пушки (початку координат) під кутом до поверхні землі (до осі абсцис) із використанням програми *GeoGebra* (рис.4.16).

Але дана анімація буде набагато цікавіша учням, якщо її доповнити відповідними зображеннями. У ПДМ *GeoGebra* реалізована можливість імпорту зображень за допомогою інструмента *Зображення*: додамо потрібні зображення до створеної конструкції (керувати зображенням можна парою точок, які визначають дві його нижні вершини) і прикріпимо їх (дві його нижні точки  $K$  та  $L$ ) до точки  $E'$ , для чого у властивостях точки  $K$  змінимо її координати на  $(x(E'), y(E'))$ , а у точки  $L$  – на  $(x(E') + 0.5, y(E') + 0.25)$  (рис.4.17).

Комп'ютерна візуалізація прикладних задач у програмах динамічної математики дає можливість вчителю не лише унаочнити у динаміці математичні закони, а й додати прикладного змісту до задач, що розв'язуються, та зацікавити вивченням математики через залучення яскравих зображень.

Останнім часом видозмінюється роль вчителя – він перестає бути єдиним джерелом навчальної інформації на уроці математики. А мета процесу навчання видозмінюється з «пасивного споживання інформації» на «активне її перетворення» [343]. Вчитель повинен вміти знайти таке методичне забезпечення діяльності учня, яке дозволить залучити функції його візуального мислення для отримання продуктивних результатів у оволодінні математичними поняттями. Тому ми вважаємо, що використання візуальних динамічних моделей реальних об'єктів є доцільним при формуванні нових понять шкільного курсу математики.

## Алгоритм побудови моделі

	Дія	Комп'ютерний інструмент
1.	Будуємо промінь $OA$ (напряв пострілу)	<i>Луч</i>
2.	Задаємо параметром $k$ (швидкість снаряду без урахування гравітації)	<i>Ползунок</i>
3.	Будуємо графік функції $y = kx$ (залежність відстані $y$ від часу $x$ при рівномірному русі з постійною швидкістю $k$ )	Через рядок вводу.
4.	На осі абсцис будуємо відрізок $OB$ і відмічаємо на ньому точку $X$ , абсциса якої відповідає змінній $x$ .	<i>Отрезок, Точка.</i>
5.	Будуємо вертикальну пряму через точку $X$ і будуємо точку її перетину з графіком функції $y = kx$ – точку $C$	<i>Перпендикулярная прямая, Пересечение.</i>
6.	Через точку $C$ проводимо горизонтальну пряму і будуємо точку її перетину з віссю ординат – точку $D$ . При русі точки $X$ точка $D$ буде рухатися по вісі ординат за законом $y = kx$ .	<i>Перпендикулярная прямая, Пересечение.</i>
7.	Будуємо коло з центром в початку координат і радіусом $OD$ , точку $E$ перетину кола і променю $OA$ . При русі точки $X$ точка $E$ рівномірно рухається в заданому напрямку $OA$ (без урахування гравітації).	<i>Окружность по центру и точке, Пересечение.</i>
8.	Будуємо графік рівноприскореного руху – параболу $y = -5x^2$ (графік вільного падіння з прискоренням $g = 10 \text{ м/сек}^2$ ) для урахування гравітації.	Через рядок вводу.
9.	Будуємо точку $F$ перетину параболи з вертикальною прямою.	<i>Пересечение.</i>
10.	Будуємо вектор $\overrightarrow{XF}$ і вектор $\overrightarrow{EE'} = \overrightarrow{XF}$ .	<i>Вектор, Отложить вектор.</i>
11.	Примушуємо точку $E'$ залишати слід. За бажанням можна увімкнути анімацію точки $X$ .	<i>Оставляют след.</i>

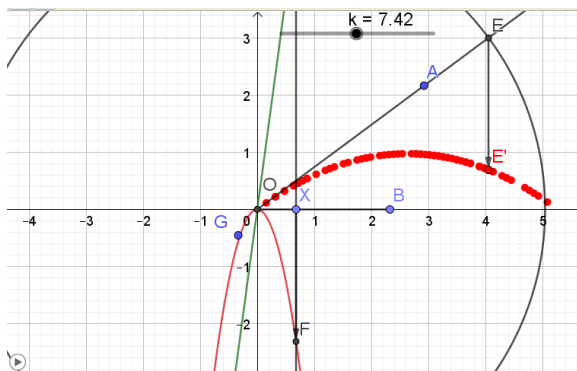


Рис.4.16. Модель руху снаряду, який випущено під кутом до горизонту

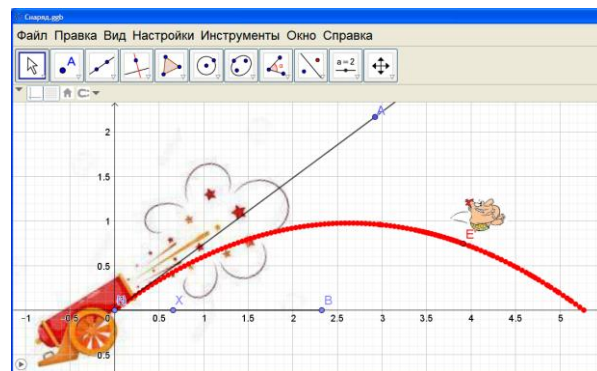


Рис.4.17. Модель руху під кутом до горизонту



Рис.4.18. Кут нахилу Пізанської вежі

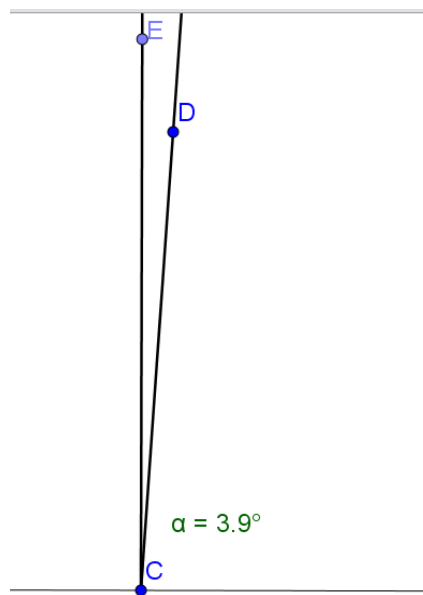


Рис.4.19. Геометричний об'єкт

*Візуалізоване завдання.* Приклад комп'ютерної підтримки формування геометричного поняття «кут».

На етапі актуалізації інтуїтивної моделі можна запропонувати учням пояснити як вони розуміють речення «Кут нахилу Пізанської вежі дорівнює  $4^{\circ}$ » із використанням побудови на зображенні (рис. 4.18). В результаті цієї роботи учень замінить реальний об'єкт, який позначається терміном «кут», його моделлю – геометричним об'єктом (рис. 4.19).

Побудований рисунок динамічний відносно величини кута і його розташування на площині. Це дозволяє використовувати його у якості інструмента перевірки можливості розповсюдження терміна «кут» на інші реальні об'єкти: кут нахилу вісі Землі (рис. 4.20), кут стрибка (рис. 4.21). Програма дозволяє імпортувати зображення до вже готового динамічного рисунка.

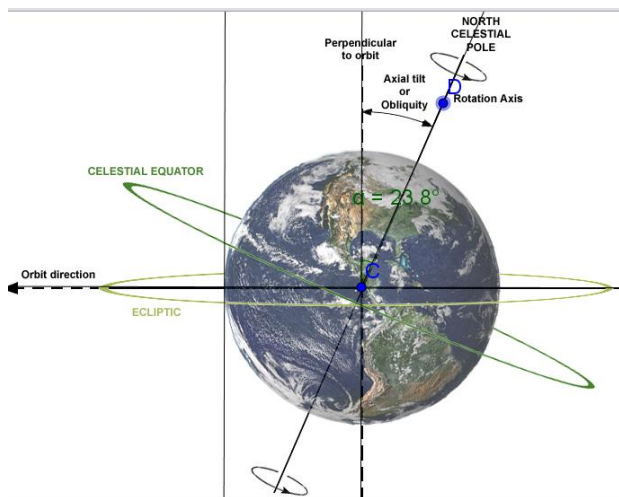


Рис. 4.20. Кут нахилу вісі Землі

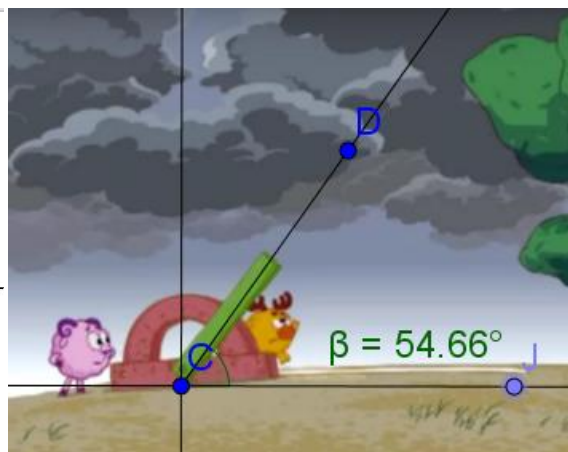


Рис. 4.21. Кут стрибка

*Візуалізовані завдання для контролю навчальних досягнень у професійній підготовці майбутнього вчителя математики та інформатики*

Поширення інформаційних технологій на усі галузі функціонування суспільства зумовили появу комп'ютерних засобів підтримки освітнього процесу, яка виявилася не лише у використанні пакету офісних програм (тексти, презентації тощо), а й у залученні спеціалізованого програмного забезпечення предметного спрямування, а також створенні програм комп'ютерного контролю знань. Останні, як правило, зорієнтовані на тестування як метод діагностики навчальних досягнень, що передбачає у своїй більшості закриті форми відповіді (одна з багатьох, декілька з багатьох, встановлення відповідності, упорядкування тощо), але не завжди може охарактеризувати реальний стан засвоєння навчального матеріалу. Особливо це стосується математики як галузі знань, для якої часто більш важливими є логіка міркувань, їх обґрунтованість і лаконічність, а не одержання відповіді.

З цих позицій тестування як форма контролю математичних знань не завжди є ефективною, а тому затребуваними стають комп'ютерні засоби, які з одного боку спрощують для вчителя/викладача процес контролю, а з іншого, – відслідковують правильність розв'язування поставлених задач.

Контроль навчальних досягнень є об'єктом багатьох досліджень: методи діагностики знань досліджували О. Ануфрієва, Г. Дмитренко, В. Кошак, Т. Пінчук та ін.; особливості впровадження комп'ютерного тестування розкрито в [57]; використання тестового комп'ютерного контролю знань у професійній підготовці вчителя досліджували [196; 399].

Результати досліджень підтверджують, що комп'ютерне тестування не дозволяє продемонструвати хід думок того, хто проходить тестування, і фіксує лише результат навчання. Також підтверджено, що для організації

якісного контролю навчальних досягнень потрібні чималі витрати часу, а інколи й залучення експертів у галузі стандартизації, психології, педагогіки для забезпечення адекватної оцінки на основі тестів, валідності тестів, відповідності тестів віковим характеристикам тощо.

Вивчення особливостей тестового контролю навчальних досягнень у галузі математики виявило активне використання програм комп'ютерного тестування у закладах загальної середньої освіти [189], закладах професійної [209] і вищої освіти [187]. Водночас науковцями актуалізується не лише проблема розробки тестових завдань, а й потреба у створенні таких комп'ютерних засобів, де було б можливим відслідкувати логіку міркувань суб'єктів учіння [119].

Проведений нами аналіз програмних засобів предметного (математичного) спрямування виявив клас програм динамічної математики (ПДМ, до яких відносимо *MathKit*, *GeoGebra*, *Cabri*, *The Geometers SketchPad*, *Gran* та інші), у яких передбачено можливість вивчення/дослідження окремих властивостей чи числових характеристик математичних об'єктів за результатами безпосереднього оперування ними [363]. Запит освітян на автоматизацію контролю математичних знань зумовив розвиток зазначених програм у бік розширення їх методичного інструментарію. Останні версії окремих ПДМ поповнилися додатковими комп'ютерними інструментами, використання яких не зводиться до простого тестування і водночас може забезпечити спрощення організації контролю навчальних досягнень саме у галузі математики.

Проведений нами аналіз комп'ютерного інструментарію ПДМ *MathKit*, *GeoGebra* (програми обрані як найбільш популярні за результатами опитування майбутніх учителів математики та інформатики і працюючих учителів [493]) дозволив визначити шляхи автоматизації контролю математичних знань, серед яких:

- 1) безпосередня перевірка цілісності конструкції;
- 2) покрокова демонстрація розв'язання;
- 3) використання спеціальних інструментів контролю (інструмент *Проверить ответ* для автоматичної перевірки відповіді через реалізований заздалегідь алгоритм розв'язання, *Поле ввода ответа* для запитань з відкритою формою відповіді, *Чекбокс* для запитань із закритою формою відповіді (з однією чи кількома правильними відповідями).

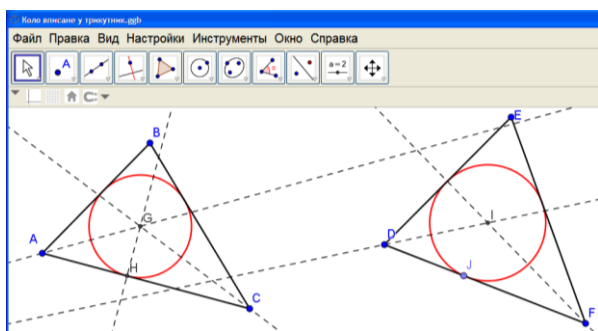
Опишемо більш детально шляхи автоматизації контролю математичних знань на базі ПДМ та проведений педагогічний експеримент.

1. *Безпосередня перевірка цілісності конструкції* (використовується, як правило, при розв'язуванні геометричних задач).

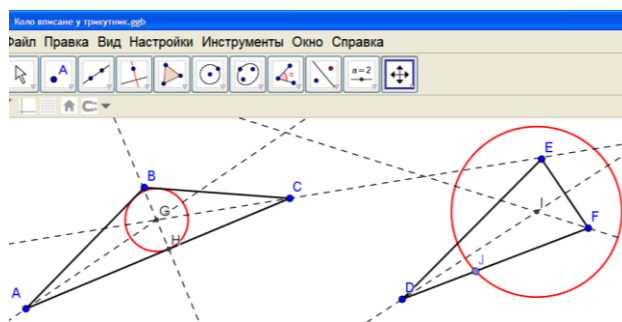
У ПДМ передбачено можливість перевірити правильність побудови через інтерактивний вплив на об'єкт – зміна положення елементів, на яких побудована конструкція, не має вплинути на коректність відображення результату.

Досить часто при побудові математичної моделі задачі суб'єкти учіння спираються на візуальну схожість/подібність геометричної конструкції, а не усталені правила побудови. У цьому випадку навіть при незначних змінах положення базових об'єктів цілісність побудов порушується .

Приклад 1 Побудувати коло, вписане у заданий трикутник (*GeoGebra*, рис.4.22).



**Рис.4.22, а. Правильна побудова**



**Рис.4.22, б. Неправильна побудова**

Описаний спосіб контролю відбувається швидко, але застосовується як правило при перевірці геометричних задач (задачі на побудову, задачі на геометричне місце точок, задачі на побудову перерізів многогранників).

## 2. Покрокова демонстрація розв'язання.

У ПДМ передбачено можливість покрокової демонстрації розв'язання

Приклад 2. Побудувати бісектрису заданого кута (рис. 4.23).

У такий спосіб маємо можливість перевірити логіку міркувань суб'єктів учіння при розв'язуванні математичної задачі, але таку форму контролю вважаємо частково автоматизованою, оскільки її використання вимагає додаткових витрат часу на перегляд кожного кроку розв'язання та аналізу коректності їх послідовності.

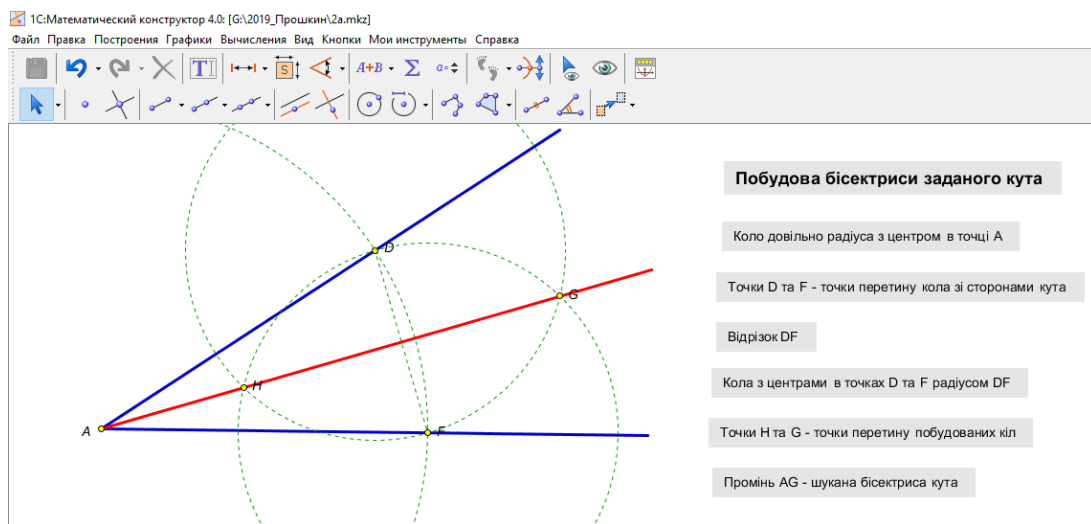


Рис. 4.23, а. Покрокова демонстрація побудови бісектриси кута в *MathKit*

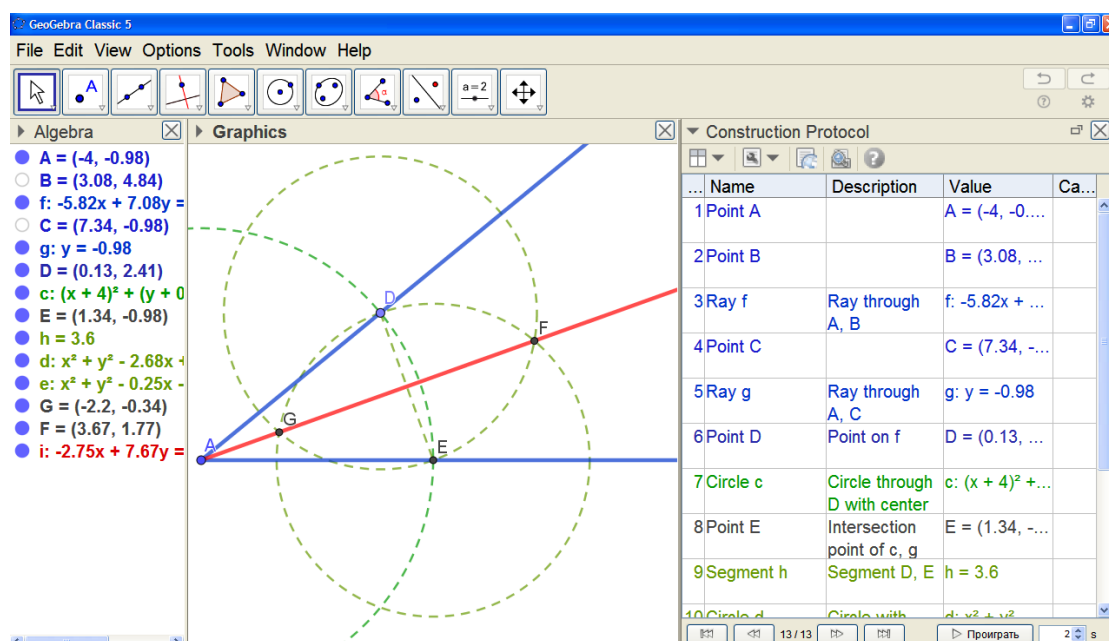


Рис.4.23, б. Покрокова демонстрація побудови бісектриси кута в *GeoGebra*

3. Окремі ПДМ передбачають автоматизовану перевірку у вигляді тесту (вибір однієї чи декількох відповідей з багатьох) та логіки розв'язування.

Так, розробниками програми *MathKit* пропонуються інструменти *Чекбокс*, *Поле вводу ответа*, *Проверит ответ*.

Інструмент *Чекбокс* покликаний автоматизувати тестову перевірку знань за двобальною шкалою «правильно-неправильно».

Приклад 3. Вкажіть пари подібних трикутників (рис. 4.24).

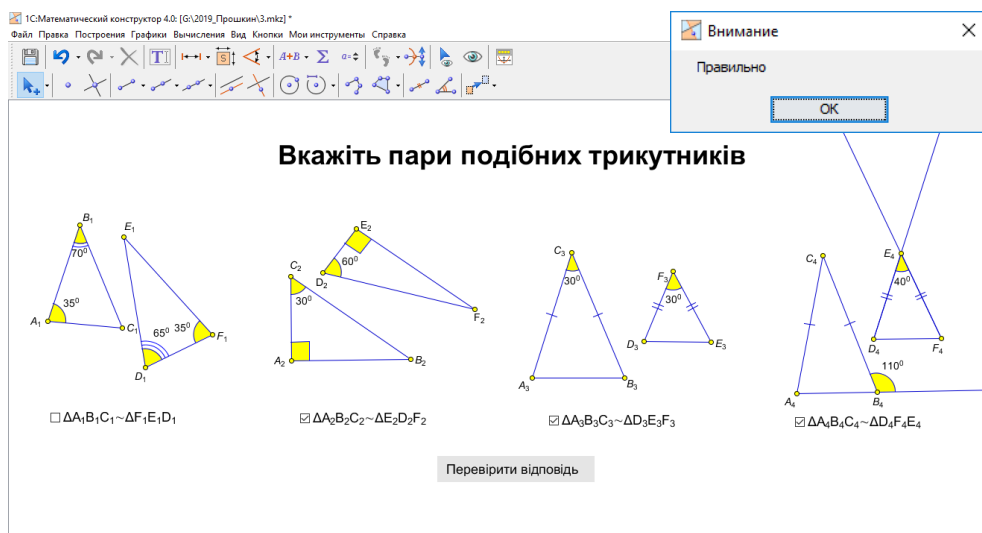


Рис.4.24. Автоматизована перевірка у вигляді тесту в *MathKit*

Інший інструмент, інструмент *Поле ввода ответа* дозволяє створити поле для відповіді, що вводиться з клавіатури. Такий інструмент є аналогом тесту з відкритою формою відповіді.

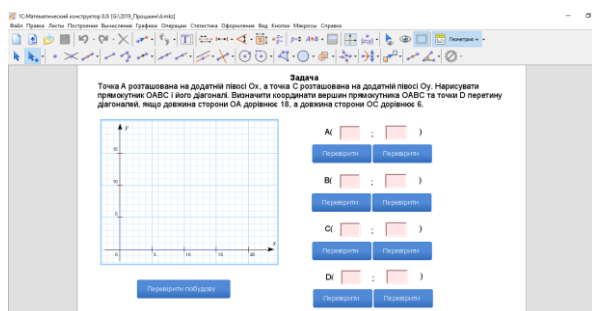
**Приклад 4.** Точка  $A$  розташована на додатній півосі  $Ox$ , а точка  $C$  розташована на додатній півосі  $Oy$ . Нарисувати прямокутник  $OABC$  і його діагоналі. Визначити координати вершин прямокутника  $OABC$  та точки  $D$  перетину діагоналей, якщо довжина сторони  $OA$  дорівнює 18, а довжина сторони  $OC$  дорівнює 6 (рис.4.25).

Технічно створення такого типу завдань для організації контролю не є складним, але вимагає прискіпливої уваги до урахування усіх можливих варіантів уведення відповіді – порядок чисел, формат чисел, регістр літер, використання розділових знаків тощо.

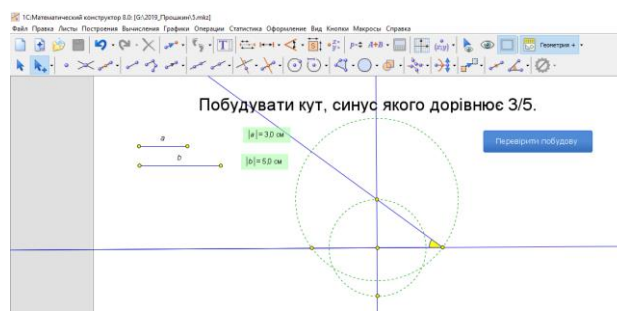
Використання інструменту *Проверить ответ* програми *MathKit* дозволяє автоматизувати перевірку логіки міркувань при розв'язуванні математичної задачі, чого не передбачено у інших програмних засобах математичного спрямування. Щоб організувати автоматизований контроль математичних знань, потрібно здійснити побудову чи розрахунки, потім виділити об'єкти, які є відповіддю на задачу, і зафіксувати кнопку *Проверить ответ*. Після цього усі проміжні побудови і результати приховуються, а залишається тільки умова і створена кнопка. Зауважимо, що розробниками програми передбачено можливість редагування скриптів використання кнопок.

Вчитель/викладач, пропонуючи розв'язати задачу у програмі *MathKit*, де передбачена кнопка *Проверить ответ*, може відразу перевірити правильність відповіді і при цьому не витратити час на розуміння методу розв'язування, яких може бути не один.

**Приклад 5.** Побудувати кут, синус якого дорівнює  $3/5$  (рис.4.26).



**Рис.4.25.** Організація перевірки відповіді у *MathKit*

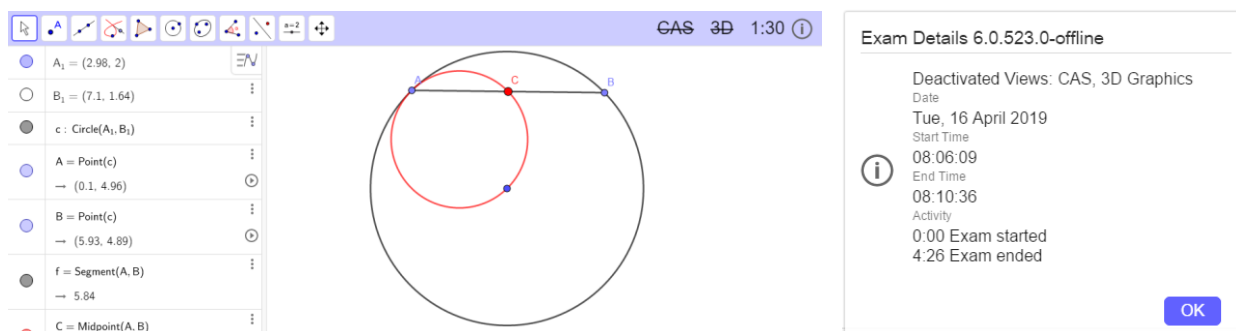


**Рис.4.26.** Автоматизована перевірка правильності побудови в *MathKit*

Вивчення інструменту підтвердило його коректну роботу за тієї умови, що об'єктом перевірки є точка, пряма, відрізок і т.п. (базовий геометричний об'єкт). Більш детально про коректність роботи цього інструменту ми зазначали у [365].

Для посилення самостійності при виконанні завдань розробниками *GeoGebra Exam* передбачено режим *GeoGebra Exam* передбачає обмеження доступу до окремих комп'ютерних інструментів (обираються викладачем) та файлів, розміщених на комп'ютері, а також заборону виходу в інтернет (рис. 4.27). Режим не автоматизує контроль за навчальними досягненнями, але фіксацією дій у спеціальному журналі підтверджує/спростовує самостійність виконання завдань. У журналі фіксуються: дата і час початку виконання завдання, встановлені налаштування, вихід з повноекранного режиму, якщо такий мав місце, та повернення до нього, час завершення роботи [362].

По завершенні екзамену можна побачити деталі його проходження у журналі (рис. 4.28) – задача розв'язана за 4,26 хвилин.



**Рис. 4.27.** Режим *GeoGebra Exam*

**Рис. 4.28.** Журнал виконання завдання в режимі *GeoGebra Exam*

Візуалізовані завдання використовувалися нами як на пропедевтично-мотиваційному етапі у рамках вивчення дисциплін математичного циклу («Математичний аналіз», «Аналітична геометрія», «Проективна геометрія і методи зображень», «Дискретна математика») як на рівні «підміни», коли відбувається пряма заміна традиційного інструменту без будь-яких функціональних змін, так і на рівні «покращення», коли використовуються більш широкі можливості програм динамічної математики, наприклад, під час проведення лекцій-демонстрацій, використання візуалізованих завдань, автоматизованого контролю знань на практичних заняттях, виконання індивідуальних робіт, так і на когнітивно-процесуальному етапі у рамках вивчення спецкурсів («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерна математика», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», «Шкільний курс геометрії з комп'ютерною підтримкою», «Віртуальні і цифрові лабораторії», «Комп'ютерне моделювання в освіті», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики і інформатики»), коли візуалізовані завдання виступали як об'єкт навчання, тобто детально відпрацьовувалися уміння їх створення, та у рамках вивчення професійно-спрямованих дисциплін («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики та інформатики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», «Шкільний курс геометрії з комп'ютерною підтримкою», «Методика навчання математики», «Методика навчання інформатики», «Інформаційні технології в роботі вчителя математики і інформатики»), коли візуалізовані завдання виступали у ролі засобу навчання в організації освітнього процесу.

За результатами впровадження візуалізованих завдань у підготовку у майбутніх учителів математики та інформатики спостерігалось підвищення рівнів сформованості візуально-інформаційної культури за наступними показниками.

«Мотивація» та «Потреба» – майбутні вчителі математики та інформатики проявляли позитивне ставлення до впровадження візуалізованих завдань з різною дидактичною метою у освітній процес.

«Обізнаність» – майбутні вчителі математики та інформатики були з можливостями використання засобів комп'ютерної візуалізації при вивченні фундаментальних математичних дисциплін.

«Знання» – майбутні вчителі математики та інформатики демонстрували наявність знань про можливості використання засобів комп'ютерної візуалізації, їх функціональність при візуалізації розв'язання математичних задач; про можливості використання комп'ютерного контролю знань.

«Візуальне мислення» – майбутні вчителі математики та інформатики демонстрували конструктивну активність при мисленнєвій трансформації заданого матеріалу, актуалізації мисленнєвих візуальних образів та видозміні образів; стратегіально-семантичну гнучкість при встановленні властивостей математичних об'єктів, знаходженні їх числових характеристик та інтерпретації отриманих результатів.

«Операціонально-інструментальні уміння» – майбутні вчителі математики та інформатики демонструвати вміння раціонального вибору засобів комп'ютерної візуалізації для розв'язування математичних задач з урахування наявного в них комп'ютерного інструментарію; навички використання та створення візуальних моделей для автоматизованого контролю знань учнів; навички усвідомленої інтерпретації отриманого результату під час розв'язування математичних задач засобами комп'ютерної візуалізації; навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування та оцінки навчального матеріалу, поданого візуально.

«Професійні навички» – майбутні вчителі математики та інформатики демонстрували вміння раціонально використовувати візуалізовані завдання при розробці уроків, поєднуючи традиційні системи навчання та зазначені цифрові технології.

«Здатність до самоаналізу» – майбутні вчителі математики та інформатики проявляли критичне ставлення до обраних засобів комп'ютерної візуалізації та до того, з якою дидактичною метою вони були використані.

«Здатність до самовдосконалення» – майбутні вчителі математики та інформатики проявляли потребу у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі математичних дисциплін.

#### *Інтерактивні аплети*

#### *як засоби формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики*

Термін «апет» по різному трактується дослідниками. Так, Д. Клеменс [460] описує «аплет» (англ. applet від application – додаток і -let – зменшувальний суфікс) як комп'ютерні програми, використання яких дає можливість маніпулювати репрезентацією конкретного об'єкта. Термін «апет» також трактують як несамостійний компонент програмного забезпечення, який може працювати в рамках іншої програми і який призначений для однієї вузької задачі. Відзначимо, що С. І. Сергєєв [370] ототожнює поняття «комп'ютерна математична модель» і «апет» в області математичної освіти, а дослідники В. Крістіан, М. Беллоні, М. Демсил, А.

Кох стверджують, що аплети – не тільки простий і наочний інструмент навчання, а й об'єкт, який заснований на Web-технологіях, а тому може поширюватися вільно [200].

Прикладами аплетів є Java-додатки і Flash-фільми. Аплети, які стосуються фізики, інколи називають фізлетами, математики – матлетами. Приклади фізлетів можна знайти на ресурсі <http://www.walter-fendt.de/ph14ru/>, матлетів – на ресурсі <https://edugalaxy.intel.ru/?automodule=blog&blogid=8&showentry=6180>, інтерактивні аплети для різних галузей знань – на ресурсі <http://demonstrations.wolfram.com/>.

Проведений нами аналіз джерел по створенню аплетів як засобів комп'ютерної візуалізації виявив два шляхи:

- 1) можливість безпосереднього написання коду самого аплету на мові Java, що не завжди підходить рядовому учителю математики;
- 2) можливість використання існуючих програмних засобів з послугою створення аплету.

Пропонуємо авторські інтерактивні аплети, розташовані на нашій сторінці спільноти *GeoGebra* (рис. 4.29) – <https://www.geogebra.org/u/marydru>.

Зауважимо, що інтерактивний аплет має конструюватися таким чином, щоб навігація і принципи роботи інструментів були інтуїтивно зрозумілі студентам, що є саме по собі непростим завданням. Якщо аплет має складну систему управління і неочевидні функції інструментів, то вся увага учня буде зосереджено на технічних деталях, а не на самій математичній проблемі. Тому конструктивно складні аплети за замовчуванням представляють мінімальний набір опцій і кнопок, достатній для початкового знайомства з інтерфейсом і для розуміння певних математичних ідей. Всі інші можливості аплету пред'являються поступово в ході практичної роботи з ним.

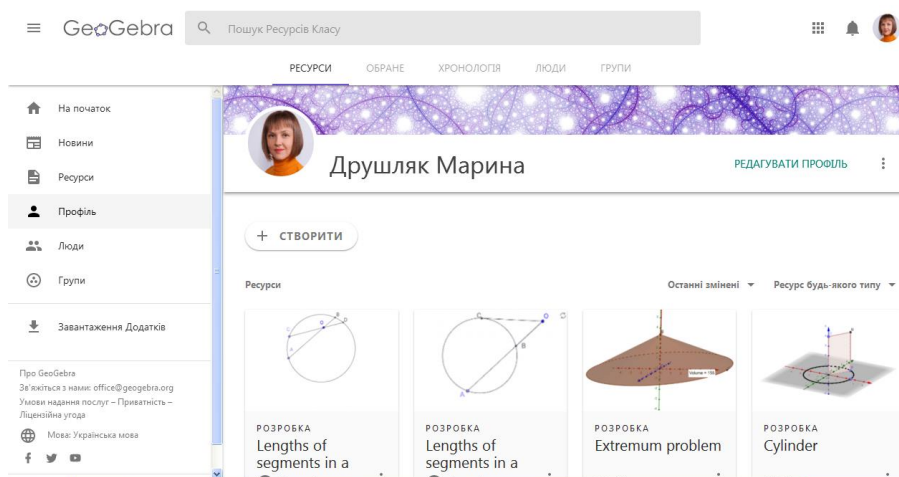


Рис.4.29. Сторінка спільноти *GeoGebra*

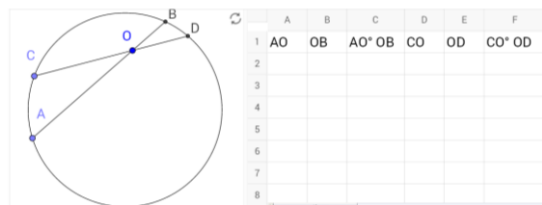
Виділимо дидактично значущі характеристики аплетів, які призначені для навчання математики: наявність динамічного зв'язування математичних об'єктів; можливість подання навчальної інформації з супроводжуваною її анімацією в покроковому режимі; маніпулювання об'єктами за допомогою миші; візуалізація процесу розв'язування, що сприяє побудові адекватних відповідним поняттям уявних образів.

Наявність цих характеристик є необхідною умовою для розробки та успішного використання в навчальному процесі інтерактивних аплетів.

*Інтерактивний аплет 1.* Перед вивченням теми «Метричні співвідношення у колі» (геометрія, 8 клас) вчитель може розмістити в мережі Інтернет (зокрема, на сайті *geogebra.org* або на власному сайті) аплети, де передбачено можливість експериментального дослідження метричних співвідношень для хорд кола (рис. 4.30, ресурс <https://www.geogebra.org/m/jhEexqpD>) та метричних співвідношень між січною та дотичною в колі (рис. 4.31, ресурс <https://www.geogebra.org/m/sPguGVsV>).

#### Метричні співвідношення в колі

Сформулюйте гіпотезу про співвідношення між відрізками хорд, проведених через точку всередині кола

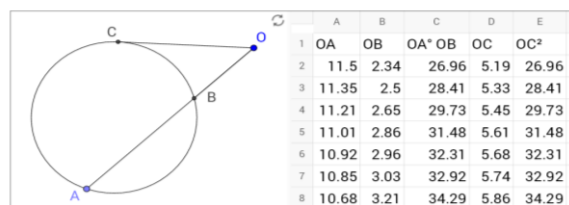


Звернути увагу на значення AO·OB та CO·OD в таблиці.

**Рис.4.30. Інтерактивний аплет «Метричні співвідношення для хорд кола»**

#### Метричні співвідношення в колі

Сформулюйте гіпотезу про співвідношення між відрізками січної та дотичної, проведеними через точку зовні кола до нього.



Звернути увагу на значення OA·OB та OC<sup>2</sup> в таблиці

**Рис.4.31. Інтерактивний аплет «Метричні співвідношення між січною та дотичною в колі»**

Завданням до роботи є вимога заповнити таблиці 4.6-4.7. Учні, провівши вдома дослідження та заповнивши таблиці, уже підготовлені до того, щоб на наступному уроці сформулювати гіпотези про співвідношення між відрізками хорд, проведених через точку всередині кола, та відрізками січної та дотичної, проведеними через точку зовні кола до нього.

*Гіпотеза 1:* якщо через точку всередині кола проведено хорди, то добуток відрізків кожної з хорд, на які вона ділиться заданою точкою, – величина стала для даного кола.

*Гіпотеза 2:* якщо з точки зовні кола до нього провести дотичну і січну, то добуток січної на її зовнішню частину дорівнює квадрату дотичної (рис. 4.31, стовпчики  $OA \cdot OB$  і  $OC^2$ ).

Таблиця 4.6

**Співвідношення між відрізками хорд,  
проведених через точку всередині кола**

№	$AO$	$OB$	$AO \cdot OB$	$CO$	$OD$	$CO \cdot OD$
1						
2						
3						

*Вказівка:* звернути увагу на значення  $AO \cdot OB$  та  $CO \cdot OD$  в таблиці.

Таблиця 4.7

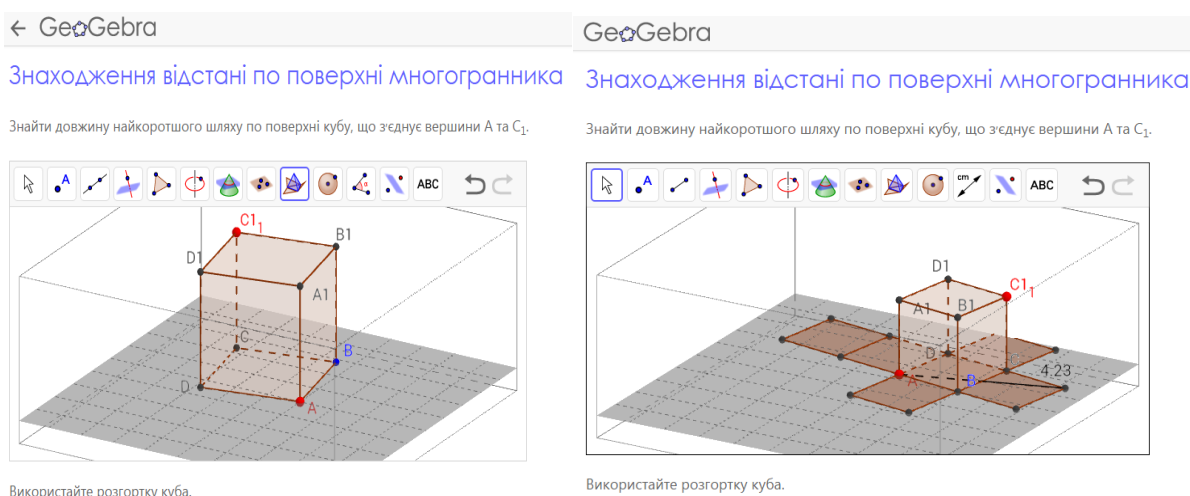
**Співвідношення між відрізками січної та дотичної,  
проведеними через точку зовні кола**

№	$OA$	$OB$	$OA \cdot OB$	$OC$	$OC^2$
1					
2					
3					

*Вказівка:* звернути увагу на значення  $OA \cdot OB$  та  $OC^2$  в таблиці.

*Інтерактивний аплет 2.* Знайти довжину найкоротшого шляху по поверхні куба  $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$  з ребром 1 см, що з'єднує вершини  $A$  та  $C_1$  (рис. 4.32, ресурс <https://www.geogebra.org/m/aqXSs3wB>).

Задачі на знаходження відстані по поверхні многогранника – це задачі, в яких побудова розгортки многогранника використовується як метод розв'язання (рис.4.32).



**Рис.4.32. Інтерактивний аплет «Найкоротша відстань по поверхні куба»**

Дидактичний аналіз проблеми, для розв'язання якої створюється аплет – візуалізація, є важливим фактором, який визначає ефективність його

використання. Сам аплет має бути орієнтований на цілісне сприйняття істотних характеристик математичного поняття. Також варто звертати увагу на конструювання спеціальних допоміжних віртуальних елементів, на основі яких можна такі зв'язки виявити, а також на розробку нетривіальних дидактичних завдань, які дозволяють учню вивчати математичне поняття в умовах проведення самостійного експерименту.

З розвитком інформаційних технологій та їх активним впровадженням в освітню сферу змінилися підходи до сприйняття підручника як основного засобу подання навчального матеріалу. Разом з друкованими виданнями активно стали використовуватися електронні, які за час свого розвитку пройшли етапи від простого текстового документа до структурованої системи, що включає в себе різні способи подачі навчального матеріалу (текст, аудіо, відео, графіка, анімація, аплети).

Основною рисою сучасного електронного посібника (ЕП) повинна бути інтерактивність, яка дозволяє суттєво змінити способи управління навчальною діяльністю студентів, залучити їх до активної роботи, спрямувати на самостійне оволодіння знаннями.

Нами було створено ЕП на підтримку вивчення спецкурсу «Застосування комп'ютера при вивченні математики», який викладається для студентів 4 року навчання спеціальності 014. Середня освіта (Математика) у Сумському державному педагогічному університеті імені А. С.Макаренка [359].

У нашому дослідженні інтерактивні аплети виступали як у ролі об'єктів вивчення, так і засобів навчання у структурі електронного посібника. Створений посібник має зручний, простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Він побудований за модульним принципом і вміщує у собі текстову частину, графіку та інтерактивний блок, який містить динамічні аплети, створені на базі програми динамічної математики *GeoGebra*. Зміст матеріалу ЕП не дублює матеріал, поданий у друкованому виданні – він його доповнює. Так, кожен розділ містить по декілька лабораторних робіт, де передбачені теоретичний блок та практична частина. Теоретичний блок (де це можливо і доцільно) містить інтерактивні аплети із вказівками до організації експерименту.

Головна сторінка, сторінка лабораторних робіт, на сторінка лабораторної роботи № 4-5 створеного ЕП представлена на рис. 4.35, рис. 4.36.

Кожен розділ містить по декілька лабораторних робіт, в яких передбачені теоретичний блок та практична частина. Теоретичний блок (де це можливо і доцільно) містить аплети із вказівками, що забезпечує високий рівень інтерактивності. Практичні завдання кожної лабораторної роботи

розроблені у кількості 6 варіантів. До того ж для виконання завдань із використанням тієї чи іншої програми динамічної математики ці програми можна завантажити на сторінці підручника «ПДМ».



Рис. 4.33. Структура ЕП

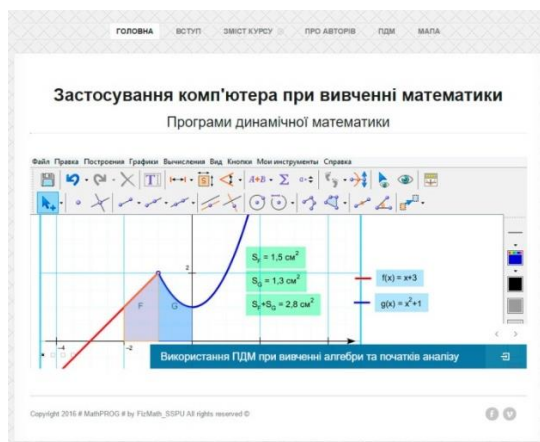


Рис. 4.34. Головна сторінка ЕП

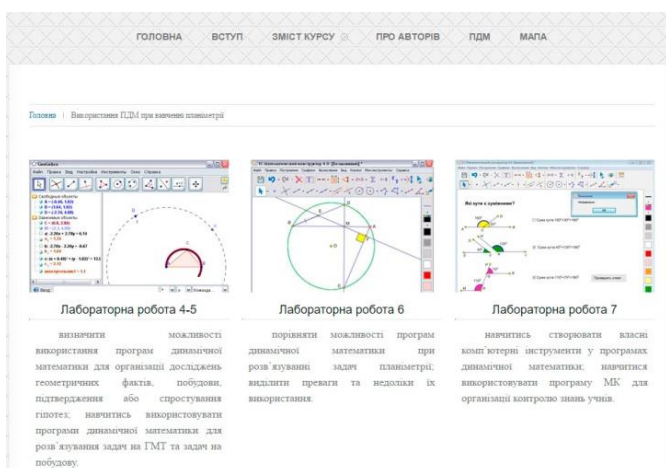


Рис. 4.35. Сторінка «Лабораторні роботи»



Рис. 4.36. Лабораторна робота №4-5

Як показує наш досвід, використання ЕП із вбудованими аплетами дозволяє вивести навчання на якісно новий рівень: організація безпосереднього експерименту у інтерактивному режимі для побудови гіпотез чи підтвердження певного факту сприяє більш ґрунтовному засвоєнню навчального матеріалу, підвищує зацікавленість у навчанні і демонструє шляхи використання ІТ у незвичному для традиційного подання матеріалу ключі.

За результатами впровадження запропонованої технології формуються такі компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики як

– професійно-мотиваційний – формується бажання та потреба у

використанні хмарних сервісів предметного спрямування;

– когнітивний – формуються уявлення про існування та можливості хмарних сервісів математичного спрямування щодо візуалізації навчального матеріалу, знання про інтерактивні аплети, створені на базі програм динамічної математики та їх дидактичний потенціал в освітньому процесі, розвивається візуальне мислення;

– операційно-діяльнісний – формуються вміння створення інтерактивних аплетів з різною навчальним призначенням, уміння впроваджувати власноруч створені інтерактивні аплети у освітній процес та вміння адаптувати вже готові інтерактивні аплети, розміщені на хмарному сервісі *GeoGebra*, для вирішення власних професійних завдань, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально;

– комунікативний – формуються навички візуальної комунікації, навички передання, сприйняття та розуміння візуального навчального повідомлення, представленого у вигляді інтерактивного аплету;

– рефлексивний – формується критичне ставлення до доцільності впровадження хмаро орієнтованих технологій в освітній процес.

#### *Використання доповненої реальності в освітньому процесі*

Інформаційні технології дуже швидко стали невід'ємною частиною сучасного життя. І якщо для покоління, яке переважно представляють викладачі, комп'ютерні технології є часто чимось новим, незрозумілим, чому потрібно вчитися, то для покоління студентів, народжених наприкінці ХХ-го століття і пізніше, які з раннього дитинства опинилися в умовах цифрового, комп'ютерно-орієнтованого, мобільного й переважно віртуального середовища, ці технології є природними. Навколишній світ для них не ділиться на цифровий і реальний, пошук будь-якої інформації займає лічені хвилини, перевага віддається спілкуванню в мережі.

Традиційні методи подання навчального контенту, такі як лекції, семінари, не можуть викликати інтересу у сучасних цифрових студентів. За традиційними педагогічними підходами студенти відіграють роль пасивних учасників освітнього процесу, але для цифрового покоління така позиція неприйнятна. Тому актуальною є ідея використання віртуальної, а також доповненої реальності в освітньому процесі.

Доповнена реальність (англ. *Augmented Reality, AR*) – це фактично звичайна реальність з доданою до неї цифровою графікою. Іншими словами, це поєднання реального світу і нашарування на нього віртуальних зображень. При цьому доповнена реальність принципово відрізняється від віртуальної

реальності (англ. Virtual Reality, VR), оскільки віртуальна реальність VR на відміну від доповненої AR – це повністю цифровий (і фактично не існуючий) світ. У VR спостерігач перебуває повністю у 3D-згенерованому світі [469].

Доповнена реальність додає навчальному контенту властивостей інтерактивності, динамічності, посилює інтерес до навчання, який важко викликати друкованими підручниками і довгими текстами. Доповнена реальність покращує сприйняття реального світу через нові відчуття і нові форми сприйняття, що є передумовою кращого розуміння фізичного світу і його процесів [472].

Доповнена реальність – це можливість навчання в реальному світі, в якому є можливості маніпулювати та взаємодіяти з об'єктами, які неможливі в фізичному світі (наприклад, з молекулами, атомами, планетами, органами людини). З доповненою реальністю студенти можуть активно брати участь у навчальному процесі. Вони отримують доступ до навчальних матеріалів через власні мобільні пристрої, активно досліджують властивості реальних і віртуальних об'єктів, можуть взаємодіяти з ними. В результаті простіше і швидше відбувається розуміння складних абстрактних понять [476].

Першим кроком впровадження доповненої реальності в освіту можна назвати впровадження інтерактивних підручників, які передбачають можливість використання доповненої реальності. Такі підручники містять більший обсяг навчального контенту, ніж традиційні, оскільки поряд зі звичним матеріалом вони додатково/паралельно пропонують цифровий контент. Додатковою перевагою таких підручників є те, що віртуальні навчальні матеріали можуть бути представлені у багатомовному режимі [473].

Нами досліджено мобільні додатки, які підтримують віртуальну і доповнену реальність в освітньому процесі. У таблиці 4.8 наведені такі додатки за окремими галузями знань.

Нами досліджувався додаток *GeoGebra AR*. Його можна безкоштовно завантажити на сайті <https://www.geogebra.org> (наразі існує версія тільки для iPad та iPhone, але швидкий розвиток ІТ сприятиме появі аналогів для інших операційних систем). Зокрема, з його використанням більш цікавим стає вивчення математичних дисциплін (аналітична геометрія, диференціальна геометрія, топологія тощо): студенти через мобільні додатки планшетів чи смартфонів можуть побачити просторовий аналог, наприклад, пляшки Клейна (рис.4.37, а) чи трикутника Пенроуза (рис.4.38, а), обертаючи власні камери, спостерігати об'єкти з різних ракурсів (рис.4.37, б, рис. 4.38, б), робити скріншоти екранів з різних точок, порівнювати та обговорювати одержані зображення з іншими.

**Мобільні додатки доповненої та віртуальної реальності  
за різними галузями знань**

Галузь знань	Додаток – віртуальна реальність, VR	Додаток – доповнена реальність, AR
Медицина	Anatomyou, 3DOrganonVR, VR Dentist, Human 3D Heart, 3D Brain	Anatomy 4D, Reality of AFib, Brain AR App, AR Liver Viewer
Хімія	Mel Chemistry	Elements 4D, Augmented Chemical Reactions
Астрономія	StarTracker, Astronomy VR, Virtual Reality Cosmos Journey	SkyView, Sun Seeker, Google SkyMap, BuildAR Planets, Star Chart, Amazing Space Journey 3D
Історія	TimeLooper, Discovery VR, King Tut VR	Civilisations AR, Shakespeare's Globe 360, Bulgarian Iwalk Guide
Географія	Google Earth VR	GoogleExpeditions, Transparent Earth
Математика	VR MATH, NeoTrie VR, Number Hunt VR, CalcFlow, Medieval Math VR, DataViz	GeoGebra Augmented Reality, GeometryAR, CleverBooks, Cyberchase 3D Builder, MathNinjaAR



Рис. 4.37, а

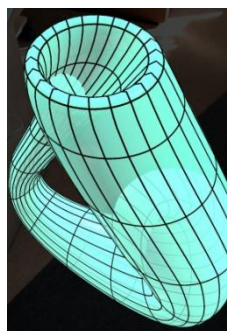


Рис. 4.37, б

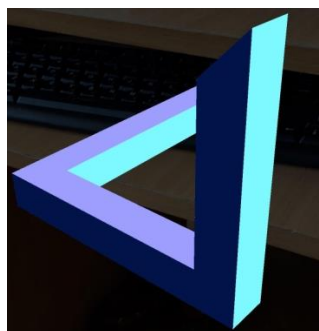


Рис. 4.38, а



Рис. 4.38, б

**Пляшка Клейна**

**Трикутник Пенроуза**

На нашу думку, такі технології не лише сприяють підвищенню інтересу до навчання, якісній візуалізації абстрактних понять, теорій, явищ, а й дозволяють перевести навчання на новий рівень спілкування між суб'єктами учіння, надати цифрову платформу для досліджень реальних процесів, а значить, для набуття навичок аналізу, спілкування, роботи в команді, що відповідає основним засадам Концепції Нової української школи і може сприяти модернізації української освітньої галузі.

*Автоматизований контроль знань студентів із  
використанням доповненої реальності*

Водночас використання мобільних додатків у рамках BYOD-підходу доцільно розглядати не тільки з позицій подання навчальної інформації, а також з позицій контролю знань студентів, серед яких відзначимо мобільний додаток Plickers.

При організації автоматизованого контролю знань останнього часу популярними стають мобільні додатки, серед яких найвідомішими є Clickers, Plickers, Kahoot та Socrative. Plickers порівняно з іншими програмами такого типу має низку переваг, серед яких не останнє місце займає його вільне розповсюдження та простота у використанні. Зауважимо, що програма Clickers коштує близько 1000-1500 USD, кожен набір якої містить 32 картриджа для 32 студентів, Plickers безкоштовна програма. Цей додаток простий у використанні. Для роботи з Plickers потрібні роздруковані паперові картки і лише один мобільний телефон чи планшет для їх сканування. Відповіді студентів автоматично збираються, зберігаються, аналізуються на сайті компанії, і є доступними викладачу.

Про доцільність та ефективність використання мобільного додатка Plickers наголошується у дослідженнях. J. R. De Thomas, V. López-Fernández, F. Llamas-Salguero, P. Martín-Lobo та S. Pradas аналізували зв'язок між рівнем навчальних досягнень, ступенем залучення та креативністю студентів при використанні Plickers. Вони стверджують, що через активну участь у опитуванні за допомогою Plickers покращується якість знань студентів [498].

T. A. Wood, K. Brown та J. M. Grayson [505] досліджували сприйняття учнями старшої школи технології Plickers як методу контролю знань. Вони з'ясували, що така технологія покращує атмосферу в аудиторії, сприймається учнями як захоплююча, незвичайна і швидка в плані отримання результату тестування. Аналогічні результати було отримано S. Wuttiptom, K. Toeddhanya, A. Vuachoom та K. Wuttisela [506].

M. G. McCargo [479] перевіряв вплив використання технології Plickers на поведінку учнів старшої школи та сприйняття вчителями середньої школи Plickers як соціально обгрунтованого методу боротьби з поведінкою учнів.

A. Gürişik [467] аналізували думки учнів середньої школи щодо використання Plickers та проблем учнів, що виникають при використанні цієї технології.

O. Demirkan, A. Gürişik, O. Akin [463] та E. A. Michael, I. E. A. Ejeng, M. A. Udit, M. M. Yunus [480] досліджували думки вчителів щодо використання Plickers у їх професійній діяльності.

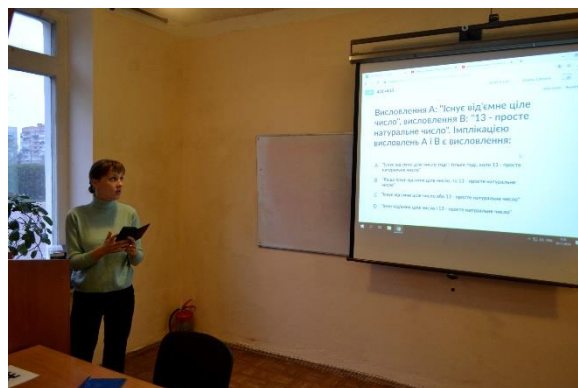
У рамках нашого дослідження технологію *Plickers* було використано при

перевірці результатів навчальних досягнень студентів третього року навчання з дисципліни «Математична логіка і теорія алгоритмів» (рис.4.39), де вивчалися:

- Тема 1. Алгебра висловлень.
- Тема 2. Числення висловлень.
- Тема 3. Логіка предикатів.
- Тема 4. Математичні теорії першого порядку.
- Тема 5. Елементи теорії алгоритмів.



**Рис. 4.39. Студенти відповідають на запитання**



**Рис. 4.40. Викладач формулює запитання**

Викладач ставить запитання (паралельно запитання висвічується на екрані та у мобільному телефоні). Запитання можна обрати з мобільного телефону, тобто викладач не повинен весь час знаходитися біля комп'ютера, все управління ведеться з телефону (рис.4.40).

Студенти, обравши відповідь, піднімають картки відповідними сторонами догори. За допомогою мобільного додатку викладач сканує відповіді студентів у режимі реального часу і результати зберігаються у базі даних (рис. 4.41). Студент може змінити свою відповідь, але зараховуватиметься тільки та, яка була у момент сканування.



**Рис. 4.41. Сканування відповідей студентів**

Name ^	Total	Які з наступних тверджень не	Висловлення А: "Існує від'ємне ціле	двох висловлень - це	Яка логічна операція позначається	Формула називається
Class Average	51%	60%	73%	53%	67%	7%
Бакганов	-	-	-	-	-	-
Гаррибаев	-	-	-	-	-	-
Джуманазаров	30%	A	A	C	D	C
Диченко	-	-	-	-	-	-
Захарченко	65%	B	B	D	B	B
Заєць	65%	B	B	D	B	B
Какаджанов	15%	D	B	C	A	A
Кирноз	65%	B	D	D	B	B

**Рис.4.42. Деталізовані результати тестування**

Результати доступні як у мобільному додатку, так і на сайті (на екрані) для миттєвого оголошення і опрацювання (Scoresheet) (рис.4.42).

Викладач може також роздрукувати результати тестування як для всієї групи (Reports) (рис. 4.43), так і для кожного окремого студента для проведення роботи над помилками (Students Reports або попередньо натиснувши на прізвищі студента). Таблицю з результатами можна експортувати у файл MS Exel (Export Data to CSV).

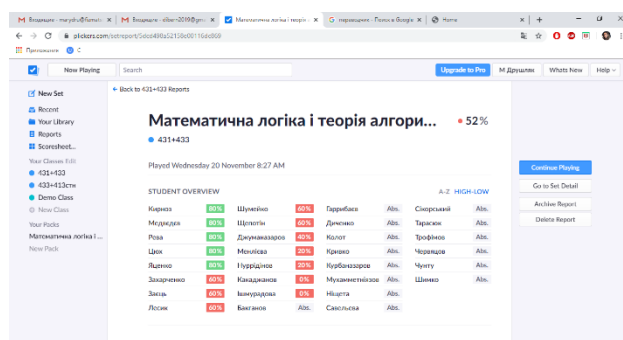


Рис. 4.43. Результати тестування

Досвід використання даної технології доповненої реальності дозволив виділити організаційні і методичні переваги та недоліки використання мобільного додатку Plickers.

Організаційні переваги: простота у користуванні; безкоштовність; не потребує попередньої підготовки студентів; не потребує наявності мобільних телефонів студентів, потрібен тільки мобільний пристрій викладача; картки для відповідей багаторазові. Серед організаційних недоліків програми Plickers саме з позицій використання на уроках математики можна виділити:

- неможливість вставки формул у текст запитання чи відповідей (лише у вигляді рисунків у текст запитання);

- лише два типи запитань із закритим типом відповідей – одиночний вибір та встановлення істинності чи хибності твердження;

- один тест може містити максимум п'ять запитань, отже, вчителю потрібно буде створити декілька тестів і провести їх один за одним. При цьому результати надаються як для окремого тесту, так і для проведеної серії тестів;

- потрібен стабільний канал виходу в мережу, як на комп'ютері, так і на мобільному телефоні;

- не підходить для великих студентських груп, коли камера телефону не може зафіксувати усі картки з відповідями.

Методичними перевагами вважаємо наступні можливості:

- використання Plickers інтенсифікує процес навчання, привносить

елементи інтерактивності у процес контролю;

- для студентів це своєрідна розвага;
- викладач відразу бачить, хто з студентів відповів правильно, а хто – ні;
- студенти можуть змінити свою відповідь, зафіксується лише та відповідь, що була у момент сканування;
- студенти не бачать відповідей інших;
- результати тестування миттєві, вони зібрані у таблиці як для студентів усієї групи, так і для кожного студента окремо;
- для кожного студента можна роздрукувати результати тестування за кожним запитанням для проведення роботи над помилками.

З методичних недоліків необхідно зазначити неможливість використання при дистанційному навчанні.

#### *Використання QR-кодів в освітньому процесі*

Однією з найбільш доступних технологій доповненої реальності, яка не потребує додаткових засобів, ніж ті, що вбудовані у звичайний смартфон, є технологія використання QR-кодів. QR-код (з англійської Quick Response Code «швидкий відгук») – це графічне зображення, в якому зашифрована інформація (текстова, графічна, відео тощо).

Т. В. Бондаренко вважає, що «педагогічна мета використання технології QR-кодів визначається можливостями реалізації інтенсивних форм та методів професійного навчання, підвищення мотивації освітньої діяльності за рахунок застосування сучасних засобів зчитування, опрацювання, відтворення інформації, підвищення рівня теоретичних основ сприйняття даних, формування умінь реалізовувати різноманітні форми самостійної діяльності зі збору та обробки необхідного контенту» [52].

Інтеграція мобільних технологій у освітню діяльність може докорінно модернізувати освітній процес, оскільки використання QR-кодів у освітньому процесі з різною дидактичною метою: розміщення у підручниках довідкового матеріалу, відомостей про видатних людей, підказок до вивчення теми, візуалізації умов деяких задач та геометричних об'єктів, завдань для самоперевірки, будь-якої додаткової інформації; завдання для самостійної або контрольної роботи, підказки, алгоритми розв'язання задач або додаткове завдання для учнів з високим рівнем успішності; при проведенні навчальних ігор, квестів, вікторин із завданнями з QR-кодом; у домашньому завданні (завданням відповідно до рівня знань студентів можуть відрізнятися кольорами); як доповнення до реального об'єкту; аудіо та відео версія теоретичного матеріалу для студентів «візуалів» та «аудіалів».

Ю. В. Єчкало виділяє переваги використання QR-кодів, серед яких зберігання великих обсягів цифрових та текстових даних будь-якою мовою;

швидкість створення QR-коду за допомогою програмних засобів; висока здатність до розпізнавання; можливість зчитування в будь-якому напрямку; для розміщення підходить практично будь-яка поверхня; стійкість до пошкоджень (зчитування при ушкодженні коду до 30%). Серед недоліків найбільш суттєвим, на нашу думку, є низький рівень поінформованості про технології QR-кодування [129].

У структурі спецкурсу «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою», який розрахований на студентів першого року навчання другого освітнього рівня (магістр) спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика), передбачено змістовий модуль «Використання BYOD-підходу при вивченні алгебри», в межах якого студенти знайомляться з можливостями використання QR-кодів, із застосунками для створення та зчитування QR-кодів, відпрацьовують уміння створювати QR-коди з різною початковою метою та доцільно впроваджувати їх у освітній процес.

У ході вивчення спецкурсу ми знайомимо майбутніх учителів із наступними можливостями використання QR-кодів на уроках алгебри та початків аналізу.

↻ Перерізом двох числових проміжків називають їх спільну частину.

Наприклад, перерізом проміжків  $(-\infty; 4)$  і  $(-3; \infty)$  є проміжок  $(-3; 4)$ .  
 Переріз двох множин позначають знаком  $\cap$ . Тому пишуть:  
 $(-\infty; 4) \cap (-3; \infty) = (-3; 4)$ .  
 Наочно цю рівність ілюструє малюнок 24.  
 Інші приклади.  
 Малюнок 25-27 відповідають рівності:  
 $(-3; 5) \cap (-2; 4) = (-2; 4)$ ;  
 $[-3; 5] \cap (-4; -3] = [-3]$ ;  
 $(-3; 5) \cap (-5; -4) = \emptyset$ .

Переріз проміжків\*

Мал. 24      Мал. 25      Мал. 26      Мал. 27

Друга рівність стверджує, що числові проміжки  $[-3; 5]$  і  $(-4; -3]$  мають тільки одне спільне число  $-3$ .  
 Знаком  $\emptyset$  позначають порожню множину. Остання рівність стверджує, що числові проміжки  $(-3; 5)$  і  $(-5; -4)$  не мають спільних чисел.

**Рис.4.44. Фрагмент підручника з алгебри для 9 класу авторів Г. П. Бевз В. Г. Бевз, Н. Г. Владімірова.**

**ДІЄМО**

**Вправа 3. Інформаційна етикетка.**  
**Завдання.** У вправі за посиланням <http://LearningApps.org/watch?v=p502ii7et16> відтворіть текст про дотримання правил інформаційної етикетки та закону про авторське право.

1. Відкрийте вправу за вказаним посиланням. Прочитайте текст, у якому деякі терміни та твердження пропущено, й оберіть їх зі списків.
2. Визначте, скільки правильних і неправильних відповідей ви отримали.

Виправте помилки так, щоб отримати правильну відповідь.

3. Завершіть роботу з браузером.

**ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРНЕТУ ДЛЯ НАВЧАННЯ**

**Рис.4.45. Фрагмент підручника з інформатики для 9 класу авторів Н. В. Морзе, О. В. Барна, В. П. Вембер.**

1. Розміщення у підручниках з математики довідкового матеріалу, відомостей про вчених-математиків, підказок до вивчення теми, візуалізації умов деяких задач та геометричних об'єктів, завдань для самоперевірки, будь-якої додаткової інформації, зазначаючи, що в Україні вже починають з'являтися підручники з QR-кодами, наприклад, підручник з алгебри для 9 класу авторів Г. П. Бевз В. Г. Бевз, Н. Г. Владімірова (2017 р.) [27], в якому за допомогою QR-коду візуалізовано процес знаходження перерізу двох

числових множин двома способами (рис.4.44), та підручник з інформатики для 9 класу авторів Н. В. Морзе, О. В. Барна, В. П. Вембер (2017 р.) [249], в якому за допомогою QR-коду зашифровано посилання на вправу «Заповнити пропуски у реченні (з випадającym списком)» на тему «Інформаційна етика» (рис.4.45).

2. Завдання для самостійної або контрольної роботи. На кожному аркуші з контрольним завданням можна розмістити надрукований QR-код з підказкою, алгоритмом розв'язання задачі або додаткове завдання для учнів з високим рівнем успішності. Організувати таку роботу можна із використанням сервісу ClassTools (<http://www.classtools.net/QR>) та мобільного додатку Plickers (<https://www.plickers.com>), які дозволяють створювати контрольні-тестові завдання у QR-вигляді.

3. При проведенні навчальних ігор, квестів, вікторин із завданнями з QR-кодом.

*Завдання квесту.* Розв'язати анаграми і знайти зайве слово:  
КВАРОТЕ, ОІКНРЬ, ТПЬСЕНІ, ЛТЦСІЕЬ.



*Відповідь.* Квадрат, Корінь, Степінь, Стілець (зайве слово).

4. У домашньому завданні. Вчитель може вклеїти в зошит (щоденник) QR-код або роздати карточки з цим кодом, у якому будуть зашифровані вправи, які учні повинні будуть виконати вдома. Можна буде підібрати вправи відповідно до рівня знань учнів, зробивши QR-коди різних кольорів (зелений – достатній рівень складності, помаранчевий – середній, червоний – високий).

Розв'язати рівняння  
 $x-56=41$   
 $392-x=22$   
 $37x-23x-8x=72$



*Завдання.* Периметр квадрата 32 см. Чому дорівнює його площа?

*Підказка.* У квадрата всі сторони рівні. Площа дорівнює добутку довжин його сторін. Успіхів!



5. Доповнення до реального об'єкту. Наприклад, на стендах в кабінеті математики. На стенді розміщується фото вченого та код із зашифрованою його біографією, теоремами вченого, які вивчаються в шкільному курсі математики, чи відео про нього.

Михаїл Кравчук – відомий на весь світ український математик (відео).



6. Аудіо та відео версія теоретичного матеріалу. За типом сприймання та запам'ятовування діти поділяються на візуалів та аудіалів, тому для останніх при засвоєнні та запам'ятовуванні теоретичного матеріалу буде більш дієвим, аудіо формат навчального матеріалу (сприймання на слух). На полях підручника може розміщуватись QR-код з посиланням на аудіо ресурс.

Навчальний посібник «Математика з інтерактивними відеоуроками. 5 клас», автор О.С. Істер. Посилання на відеоурок з теми «Об'єм прямокутного паралелепіпеда і куба»  
[http://www.e-](http://www.e-litera.com.ua/Grade/5/Subject/Mathematica/Math_Ister/26/26.html)



[litera.com.ua/Grade/5/Subject/Mathematica/Math\\_Ister/26/26.html](http://www.e-litera.com.ua/Grade/5/Subject/Mathematica/Math_Ister/26/26.html)

7. Інформаційна дошка для повторення навчального матеріалу. Наприклад, вчитель може повісити на двері в клас QR-код з матеріалом для повторення під час перерви перед контрольною роботою.

Посилання на сторінку Вікіпедії з теоретичним матеріалом за темою «Корінь  $n$ -го степеня».



Сама технологія створення та зчитування QR-кодів не складна. Завдяки простоті програм QR-кодерів кожен студент може створювати їх самостійно та абсолютно безкоштовно. Для створення знадобиться лише Інтернет та навчальний матеріал, який необхідно закодувати. Для цього у вікно QR-генератора вводять дані, у деяких з QR-кодерів можна обирати власні налаштування дизайну. Коди можна зберігати у вигляді графічного зображення, а потім занести до потрібного файлу або роздрукувати.

Існує багато спеціальних додатків для смартфонів – QR-декодерів, за допомогою яких можна зчитувати QR-коди. Достатньо піднести код до веб-камери, і додаток його зчитує. Характеристики деяких відомих програм для створення та зчитування QR-кодів наведено у Додатку Б.

За результатами вивчення модуля майбутні вчителі усвідомлюють, що QR-коди можна використовувати на різних етапах уроку: від постановки цілей до домашнього завдання. За допомогою QR-кодів можна задавати алгоритми роботи та покрокові інструкції. У вигляді QR-кодів у підручниках можна розміщувати додаткові матеріали для вчителя та методичний супровід.

У процесі роботи з QR-кодами майбутні вчителі відпрацьовують уміння створення та впровадження навчального контенту, які містять у собі

закодовану інформацію:

- підбір електронного контенту;
- якісна інтеграція відкритого та закодованого контенту.

Важливо, щоб навчальний контент був структурований належним чином, містив усі необхідні матеріали для засвоєння запропонованої теми, гармонічно доповнювався закодованою інформацією у вигляді візуального контенту та оберненого зв'язку. Зауважимо, що впровадження QR-кодів у освітній процес має базуватися на вираженій методичній ідеї, бути доречним, а головним критерієм ефективності застосування QR-коду є те, наскільки усвідомлений буде досвід взаємодії учнів з додатком і наскільки активно учні будуть задіяні у процес осмислення одержаних результатів.

Основною перевагою друкованих навчальних матеріалів із вбудованими QR-кодами є те, що вони містять більший обсяг навчального контенту, ніж традиційні, оскільки поряд зі звичним матеріалом вони додатково/паралельно пропонують цифровий контент. Нами було розроблено посібники «Застосування комп'ютера при вивченні математики» для студентів четвертого року навчання спеціальності 014.04 «Середня освіта (Математика)» із використанням QR-кодів. Під час створення посібників з використанням QR-кодів ми мали за мету:

- зменшити обсяг друкованого посібника за рахунок кодування певних блоків інформації;
- навести візуальні приклади графічних об'єктів чи анімацій високої якості;
- відобразити покрокову інструкцію, рекомендації для виконання лабораторної чи практичної роботи у певному програмному середовищі, замінивши хід роботи відео-інструкцією, закодоваю у QR-код;
- розмістити допоміжні матеріали (зразки, шаблони тощо) для виконання роботи у хмару і передбачити можливість їх завантаження за необхідності для подальшого виконання лабораторних чи практичних робіт;
- закодувати завдання для колективної чи індивідуальної роботи;
- зашифрувати посилання на необхідне програмне забезпечення або інші посилання на веб-ресурси для використання їх в освітньому процесі;
- передбачити можливість проведення контролю знань.

Наведемо приклад QR-коду, в якому зашифровано динамічну модель до розв'язання задачі, що базується на конструктивному підході (рис.4.46).

Задача: у сферу радіуса 4 вписано конус. Якою має бути висота конуса, щоб його об'єм був найбільшим? (рис. 4.47) На відео демонструється метод використання емпіричного графіка залежності між висотою конуса та його

об'ємом, побудованого за допомогою комп'ютерного інструменту *Динамічний слід* у програмі *GeoGebra*.



Рис.4.46. QR-код

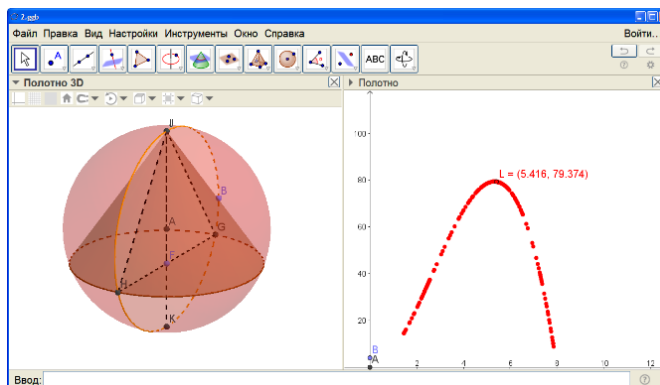


Рис.4.47. Інтерактивна модель для шифрування

Перевага друкованих посібників з QR-кодами у тому, що QR-код може бути динамічним, тобто дані, що відображаються при його скануванні за необхідності можуть бути змінені. В такий спосіб наповнення друкованого посібника можна змінити, не змінюючи і не передруковуючи сам посібник.

За результатами впровадження запропонованої технології формуються наступні показники сформованості візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики.

«Потреба» – формується бажання та потреба у використанні QR-кодів у освітньому процесі.

«Обізнаність» – формуються уявлення про існування технології мобільного навчання та технологій використання доповненої реальності в освітньому процесі.

«Знання» – формується система знань про QR-коди, їх типологію, історію їх виникнення та технології їх створення, про програмне забезпечення для їх створення та зчитування, про дидактичне призначення QR-кодів з метою візуалізації навчального матеріалу та організації контролю знань.

«Операційно-інструментальні вміння» – формуються вміння створення та зчитування QR-кодів з різним навчальним призначенням, уміння раціонально обирати програмне забезпечення для створення QR-коду залежно від його навчальної мети, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально.

«Професійні уміння» – формуються уміння доцільно впроваджувати власноруч створені QR-коди на різних етапах освітнього процесу, уміння гармонійно та якісно інтегрувати відкритий та закодований контент.

«Самоаналіз» – в процесі групового обговорення результатів продуктів навчальної діяльності формується критичне ставлення до доцільності впровадження QR-кодів в освітній процес, усвідомлення типових помилок щодо використання закодованої інформації у вигляді візуального контенту.

*Скрайбінг.* Сьогодні саме на пам'ять в процесі навчання математики припадає особливе навантаження, а тому актуальними стають мнемотехніки запам'ятовування навчального матеріалу.

Мнемотехніка (від грецького «mnemonikos» – мистецтво запам'ятовування) – це спосіб запам'ятовування нової інформації шляхом створення асоціативних зв'язків за допомогою спеціальних методів і прийомів.

Відзначимо, що пам'ять – це властивість центральної нервової системи сприймати, фіксувати і зберігати інформацію в кодованому вигляді з подальшою можливістю його відтворення без змін. Головна умова розвитку пам'яті – це вправи і тренування. При цьому роль мнемотехніки полягає не стільки в поліпшенні пам'яті, скільки в сприянні запам'ятовування через створення моделей або образів навчальної інформації.

Із урахуванням провідного принципу мнемотехніки – принципу візуалізації («Якщо сприймаються елементи інформації не викликають в уяві зорових образів, то мозок не може встановити зв'язку автоматично» [174]) – нами розглядається створення таких образів на основі когнітивної візуалізації, а саме використання скрайбінга при вивченні математики як технології когнітивної візуалізації навчального матеріалу і в той же час певному прийомі мнемотехніки [42].

У загальному розумінні скрайбінг (від англ. «scribe» в значенні «drive a pen» – водити ручкою) – це нова технологія представлення інформації, суть якої полягає в синхронному супроводі усного викладу навчального матеріалу малюнками (фломастером на білій дошці або на аркуші паперу). Скрайбінг передбачає специфічний вид такого супроводу – ілюстрування «на льоту», що надає йому особливу емоційність та можливість концентрувати увагу слухача на основних смислових об'єктах. Для створення скрайбінг-презентацій сьогодні розроблено багато програм (VideoScribe, Moovly, Plotagon, Об'ясняшки) і онлайн сервісів (PowToon, GoAnimate, Wideo).

З метою опанування скрайбінга ми пропонуємо відповідні тематики кваліфікаційних робіт. Так, у 2017 році було виконано дослідження на тему «Візуалізація навчального матеріалу курсу математики 5-6 класів із використанням технології скрайбінг». Наведемо приклад скрайбу, розробленого студенткою Кобишевою В. А. (рис.4.48).

За результатами опанування скрайбінга формуються наступні компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів

математики та інформатики:

– професійно-мотиваційний – формується бажання та потреба у використанні скрайбінгу в сфері освіти;

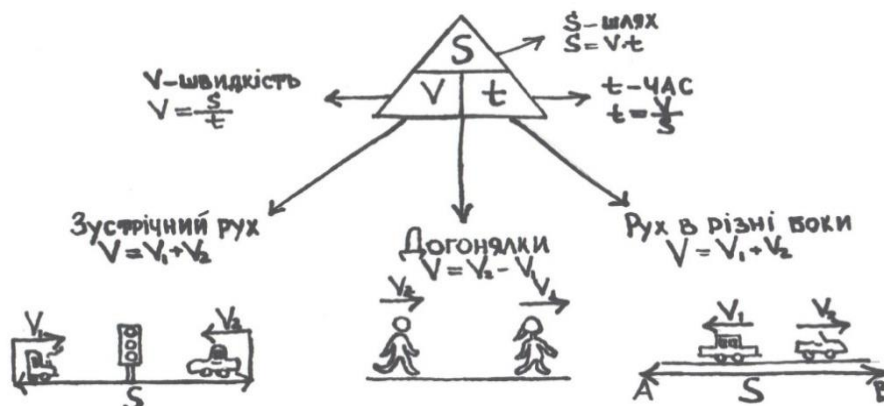


Рис.4.48. Скрайб «Задачі на рух»

– когнітивний – формуються уявлення про сутність такої технології подачі навчального матеріалу, про види скрайбінгу, про програмне забезпечення для його створення;

– операційно-діяльнісний – формуються вміння відбору навчального контенту, який гармонійно підходить для того, щоб до нього була застосована технологія скрайбінгу, уміння створювати скрайби з різною навчальною метою, уміння раціонально обрати програму для створення скрайбів, уміння впроваджувати власноруч створені скрайби у освітній процес, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально;

– комунікативний – формуються навички візуальної комунікації, навички передання, сприйняття та розуміння навчального контенту засобами скрайб-технології;

– рефлексивний – формується критичне ставлення до скрайбінгу як технології візуалізації навчального матеріалу, усвідомлюються типові помилки щодо вибору навчального матеріалу, що підлягає скрайбуванню, та місця впровадження скрайбів у освітній процес.

#### *Інфографіка в освітньому процесі*

В умовах збільшення інформаційного контенту важливого значення набуває форма подачі матеріалу, яка найкращим чином забезпечує його розуміння і засвоєння. На допомогу викладачу приходять *візуальний переклад* – швидка і зрозуміла передача змісту навчального матеріалу з використанням, так званої, візуальної мови, яка, на думку О. Д. Гладун, є

«мовною системою, що для передачі і збереження інформації використовує візуальні повідомлення, які складаються зі специфічних дискретних одиниць (знаків) поєднаних у своєрідні конструкції, що мають специфічні формальні характеристики» [91]. Результатом такого перекладу є когнітивно-візуальна графіка або інформаційна графіка – інфографіка, мета якої полягає у створенні когнітивних моделей представлення знань. Це подання інформації у вигляді зображень, що «пояснюють». Навчальна наочність використовується не тільки для ілюстрації, а як самостійне джерело знань. Цю позицію відстоює також професор Техаського університету М. А. Чошанов, який використовує термін «когнітивна графіка» [428, с.39.]

У науково-педагогічних дослідженнях термін «інфографіка» трактується по-різному. Г. Брюханова трактує поняття «інфографіка» як органічне поєднання ілюстративних елементів, що виражають сутність проблеми або процесу, та пояснювального тексту (коли це необхідно) [56].

Інфографіка – це інформаційний блок, створений за допомогою зображення й типографічних елементів, що дає змогу зрозуміти або істотно полегшити розуміння подій, дій чи будь-яких важливих аспектів і супроводжує або замінює текстову інформацію [491].

О. В. Вовк та Р. А. Чемерський наголошують, що до інфографіки можна зарахувати також і такі традиційні графічні об'єкти як таблиці, але тільки такі, що застосовують графіку як елемент зі смисловим навантаженням, наприклад, зафарбовування комірок таблиць різними кольорами для їх групування за певними ознаками [72].

В. Г. Логвіненко тлумачить навчальну інфографіку як багатопланове і структурне поняття, у якому виділяється подання інформації через дані, певну структуру або процес, художні елементи, діаграми, графіки, графічні об'єкти, співвідношення між предметами й фактами та функції – обробка, інтеграція, ущільнення, генерація інформації, її передача, фокусування на ключовій інформації з урахуванням поверхневих та глибинних зв'язків між об'єктами, спонукання до самостійного засвоєння інформації. Інфографіка дозволяє надати для вивчення закінчений інформаційний блок [219].

Зі слів найдосвіченішого експерта в справі візуалізації даних та створення доцільної інфографіки в справі журналістики Альберта Каїро [341] головними ознаками якісної інфографіки є контекст і нарративна структура, яка і відрізняє інфографіку від простої візуалізації. Він вважає, що ключовим є інтелектуальний процес створення інфографіки (структурування інформації), а комп'ютер є лише інструментом візуалізації.

Л.Є. Яценко пропонує термін «аналітична інфографіка», під яким розуміє органічний синтез поняттєво-аналітичної компоненти з

комп'ютерними візуальними засобами її представлення [453].

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів інформатики на когнітивно-процесуальному етапі нашого дослідження у навчальні плани спеціальності 014.09 Середня освіта (Інформатика) було введено спецкурси «Візуалізація даних», «Інфографіка», «Комп'ютерна інфографіка в роботі вчителя».

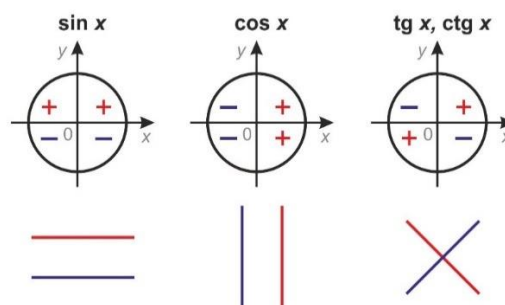
Наведемо приклади об'єктів інфографіки, розробленої студенткою Криклею І. М. (рис.4.49, 4.50).

### Формули скороченого множення

$$\begin{aligned}
 (\blacksquare + \blacktriangle)^2 &= \blacksquare^2 + 2 \cdot \blacksquare \cdot \blacktriangle + \blacktriangle^2 \\
 (\blacksquare - \blacktriangle)^2 &= \blacksquare^2 - 2 \cdot \blacksquare \cdot \blacktriangle + \blacktriangle^2 \\
 \blacksquare^2 - \blacktriangle^2 &= (\blacksquare - \blacktriangle) \cdot (\blacksquare + \blacktriangle)
 \end{aligned}$$

**Рис.4.49. Інфографіка  
«Формули скороченого множення»**

### Знаки тригонометричних функцій



**Рис.4.50. Інфографіка  
«Знаки тригонометричних функцій»**

У контексті використання інфографіки варто згадати карти пам'яті (mind maps) (Т. Бюзен), під якими розуміють схеми, які візуалізують певну інформацію при її обробці людиною, як спосіб зображення процесу загального системного мислення за допомогою структурно-логічних схем радіальної організації [459]; когнітивно-графічні елементи (денотатні графи, схеми фішбоун або діаграми Ішикава, «Будівля», «стратегічні» (дорожні) карти (roadmaps), променеві схеми-павуки (spiders), каузальні ланцюги (causal chains); фреймові моделі (Е. Гофман, М. Мінський); опорні конспекти (В. Ф. Шаталов).

В основі такої інфографіки лежить теорія «ущільнення» навчальної інформації. Це означення уточнює С. Ф. Клепко: «Ущільнення знань – це процес реконструкції певного фрагмента знань, засвоєння якого в реконструйованому вигляді вимагає менше часу, проте породжує еквівалентні загальнонавчальних і технологічні вміння» [166, с. 228.]

С. П. Грушевський та А. А. Остапенко виділяють етапи-рівні техніки графічного ущільнення навчальної інформації: етап кодування знань, етап укрупнення (раніше закодованого) – знаходження загальних та відмінних рис, виведення взаємозв'язків, об'єднання інформації у єдине ціле; етап структурування (раніше укрупненого) – створення крупномодульних

графічних опор, закодованому матеріалу надається цілісна форма, яка сприяє найефективнішому засвоєнню цієї навчальної інформації [103].

У векторі когнітивної візуалізації необхідно звернути увагу на теорію логіко-змістового моделювання (В. Е. Штейнберг) [443]. Продукти такого моделювання є результатами спеціальної форми діяльності, яку автор називає дидактичним дизайном. Функціональні властивості дидактичного дизайну диктуються специфікою предметної області і полягають у спеціальній візуальній організації навчального матеріалу, а також програмуванні та підтримки необхідних навчальних дій. Сукупність продуктів дидактичного дизайну утворюють дидактичне моделююче середовище, що підтримує навчальну діяльність по сприйняттю, переробці, фіксації та застосуванню знань, компонентами якого є логіко-сміслові моделі подання знань і умінь.

Кожний об'єкт когнітивно-візуальної графіки повинен мати у своїй структурі два основних компонента – смисловий (основні поняття) та логічний (зв'язки, які організовують основні поняття у семантично поєднану систему) [257].

Доцільність використання когнітивно-візуальної графіки знаходить підтвердження у дослідженнях нейропсихологів. С. Блейк, С. Пейп, М. А. Чошанов, аналізуючи дослідження нейропсихології, зазначають, що «мозок шукає сенс через встановлення закономірностей. Безладність і хаос ускладнюють продуктивну діяльність мозку. У будь-якій заданій ситуації або потоці інформації мозок намагається знайти будь-який сенс через встановлення закономірностей. Мозок має унікальну здатність «бачити» об'єкт одночасно в цілому і по частинах, в один і той же час розчленувати і збирати його. Іншими словами, виконання взаємно-зворотних операцій – природна здатність мозку» [47].

Одним із традиційних видів когнітивно-візуальної графіки є опорні схеми, які дозволяють навчити студентів розуміти навчальний матеріал. За визначенням Д. В. Чернілевського опорний конспект (конспект-схема) як матеріальний носій навчальної інформації, що має смислове навчальне навантаження по даній дисципліні, є елементом інформаційної системи, що відображає структуру курсу і внутрішню логіку наукового змісту кожної його смислової частини [427, с.358].

С. І. Левченко вважає, що опорні схеми – це висновки, що народжуються на очах студентів у момент пояснення й оформлення навчального матеріалу у вигляді таблиць, схем, малюнків. Опорні схеми повинні являти собою прості, зрозумілі і наочні схеми навчального матеріалу. Перевага та зручність опорних схем полягає в тому, що вони в лаконічному та спрощеному вигляді дозволяють донести основну думку або

ідею за допомогою умовних символів та елементів [211].

Необхідність розробки спеціальних опорних схем у підготовці майбутніх учителів математики та інформатики пов'язана ще з тим, що останнім часом знижується рівень підготовки абітурієнтів, які вступають на педагогічні спеціальності. Тексти підручників з математики орієнтовані на студента, який володіє достатніми базовими знаннями у галузі математики, володіє її логічним апаратом, знає термінологію і особливості побудови математичних текстів, вміє читати схеми, рисунки тощо. Студентам з низьким рівнем підготовки важко працювати з текстами підручників, особливо це стосується фундаментальних математичних дисциплін, до того ж вони мають суттєві прогалини в шкільній математичній підготовці.

Нам вдалося знайти лише поодинокі розробки опорних схем з вищої математики та інформатики для студентів [144; 145; 366].

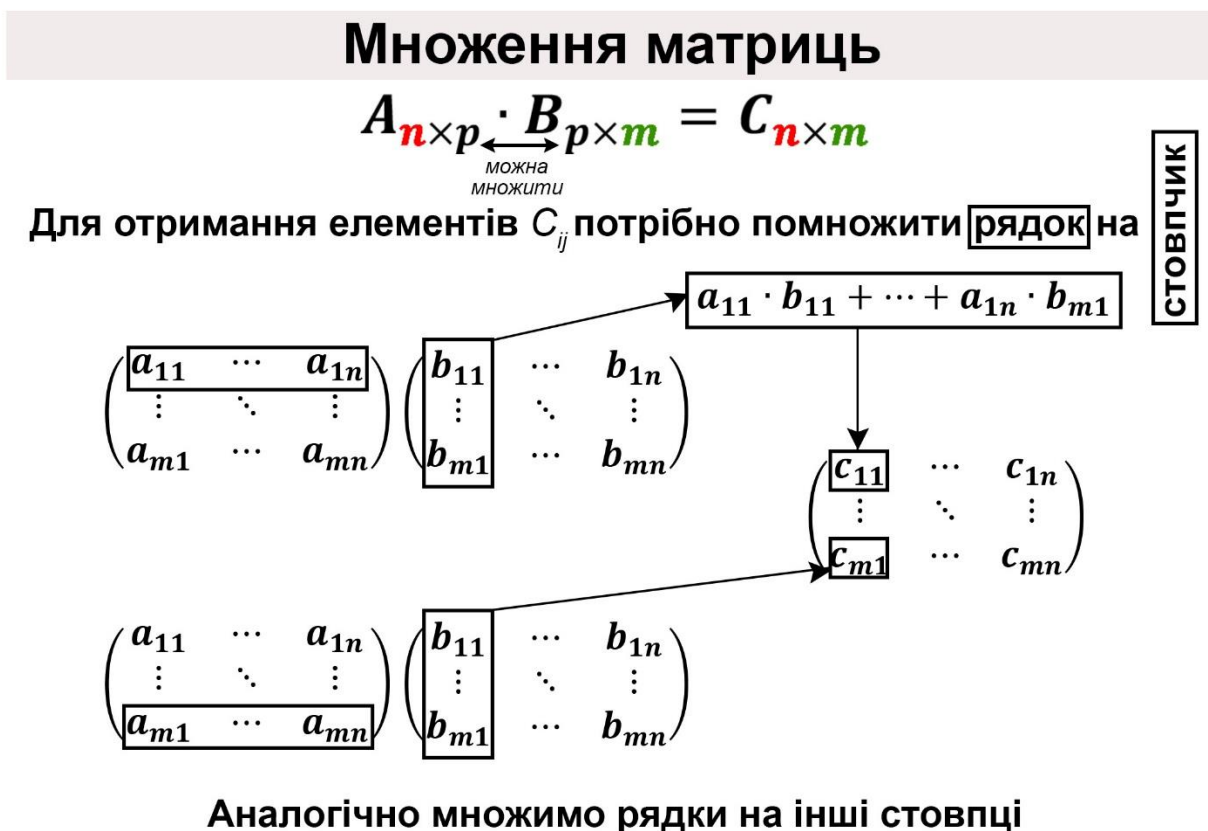
Дотримуючись візуально-когнітивного підходу у навчанні і з метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики на різних етапах нашого дослідження була впроваджена наступна технологія: студенти (з високим рівнем навчальних досягнень) отримували змогу самостійно створювати візуалізовані навчальні матеріали, а саме когнітивно-візуальну графіку з метою контролю засвоєння ними теоретичного матеріалу, а студенти з низьким рівнем навчальних досягнень, у свою чергу, використовували когнітивну властивість створених матеріалів з метою отримання нових знань або з метою контролю засвоєння теоретичного матеріалу. При використанні таких когнітивних схем слабким студентам необхідно осмислити наявну символічну інформацію, підібрати потрібні слова для розшифрування символічних записів. При такій організації роботи відбувається формування комунікативного компоненту візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, формуються навички візуальної комунікації між суб'єктами навчання, з одного боку, та між суб'єктами навчання та об'єктом когнітивно-візуальної графіки з іншого.

Вміння ущільнити навчальний матеріал та розробити когнітивно-візуальну графіку є показником рівня засвоєння теоретичних знань студентами з високим рівнем навчальних досягнень, оскільки це складний процес, який вимагає виділення найголовнішого з усього цілісного відібраного тексту, усвідомлення поверхневих та глибинних зв'язків, розділення інформації на логічні частини, сортування матеріалу (виокремлення головного від другорядного), здійснення групування матеріалу. З іншого боку, у контексті нашого дослідження це є показником сформованості візуально-інформаційної культури. З власного досвіду

Лінійна конгруенція або конгруенція першого степеня з однією невідомою		
$ax \equiv b(\text{mod } m), \overline{a : m}$		
Розв'язок конгруенції		
<p><u>клас лишків</u> за модулем <math>m</math>, кожне число якого задовольняє конгруенцію</p> $x \equiv x_0(\text{mod } m)$		
Елементарні перетворення конгруенцій		
1	Додавання до обох частин конгруенції довільного многочлена з цілими коефіцієнтами.	
2	Додавання до однієї з частин конгруенції многочлена з коефіцієнтами кратними модулю.	
3	Множення і ділення обох частин конгруенції на число взаємнопросте з модулем.	
4	Множення і ділення обох частин конгруенції і модуля на одне й те саме додатне число.	
Теорема (про існування та число розв'язків лінійної конгруенції)		
Якщо $(a, m) = 1$ , то конгруенція має один розв'язок $x \equiv x_0(\text{mod } m)$ .	Якщо $(a, m) = d, d > 1, \overline{b : d}$ , то конгруенція розв'язків немає.	Якщо $(a, m) = d, d > 1, b : d$ , то конгруенція має $d$ розв'язків.
		$x \equiv \begin{pmatrix} x_0 \\ x_0 + \frac{m}{d} \\ x_0 + \frac{2m}{d} \\ \dots \\ x_0 + \frac{(d-1)m}{d} \end{pmatrix} (\text{mod } m)$
Способи розв'язування		
Спосіб спроб	Штучний спосіб	Спосіб Ейлера
В конгруенцію підставляємо числа з повної системи лишків за модулем $m$ (доцільно брати повну систему лишок найменших за абсолютною величиною).	За допомогою елементарних перетворень задана конгруенція зводиться до рівносильної їй конгруенції з коефіцієнтом при $x$ рівним одиниці.	Розв'язком конгруенції $ax \equiv b(\text{mod } m)$ , $(a, m) = 1 \in$ $x \equiv ba^{\varphi(m)-1}(\text{mod } m)$ , де $\varphi(m)$ – функція Ейлера.

**Рис.4.51. Когнітивно-візуальна графіка «Конгруенції першого степеня з одним невідомим»**

зазначимо, що студентам складно подолати бажання додавати до об'єктів когнітивно-візуальної графіки якнайбільше текстового матеріалу та докладніше розшифрувати зміст кожного елемента. Майбутні вчителі математики та інформатики повинні чітко усвідомлювати, що при створенні об'єктів когнітивно-візуальної графіки потрібно керуватися принципом «мінімаксності»: «мінімум слів – максимум змісту». Наведемо приклад об'єктів когнітивно-візуальної графіки з дисципліни «Алгебра і теорія чисел», створеної студенткою І. С. Сірою (другий рік навчання, спеціальність 014.04. Середня освіта (Математика) (рис. 4.51) та з дисципліни «Лінійна алгебра», створеної студенткою Т. М. Захарченко (перший рік навчання, спеціальність 014.04. Середня освіта (Математика) (рис.4.52).



**Рис.4.52.** Когнітивно-візуальна графіка «Множення матриць»

За результатами впровадження технології використання когнітивно-візуальної графіки формуються наступні компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики:

- професійно-мотиваційний – формується бажання та потреба у використанні когнітивно-візуальної графіки в освітній сфері;
- когнітивний – формуються знання про структурування та ущільнення навчального контенту, знання про особливості використання когнітивно-

візуальної графіки для освітніх цілей, формується візуальне мислення;

– операційно-діяльнісний – формуються вміння відбору навчального контенту, вміння обробки, інтеграції та генерації навчальної інформації з демонстрацією глибинних зв'язків між об'єктами; уміння систематизувати та аналізувати інформацію; уміння компактного подання матеріалу зі фокусуванням на ключовій інформації; навички візуального перекладу, уміння працювати із засобами створення когнітивно-візуальної графіки; навички доцільного впровадження когнітивно-візуальної графіки з урахуванням її дидактичного потенціалу;

– комунікативний – формуються навички візуальної комунікації, навички передавати навчальну інформацію візуальними засобами, навички сприйняття та розуміння навчального контенту, поданого візуально;

– рефлексивний – формується критичне ставлення до доцільності використання когнітивно-візуальної графіки в освітньому процесі, усвідомлюються типові помилки щодо відбору, структурування навчального матеріалу та місця впровадження когнітивно-візуальної графіки у освітній процес.

Як результат майбутній учитель математики та інформатики буде спроможним спроектувати, розробити, створити та впровадити когнітивно-візуальну графіку на різних етапах освітнього процесу.

### ***4.3. Технологія впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес***

У науково-методичній літературі поняття «технології» трактується наступним чином: як певна послідовність операцій, дій, спрямованих на досягнення навчально-виховної мети (Л. А. Байкова) [24, с. 13]; як система, в якій послідовно втілюється на практиці заздалегідь спроектований навчально-виховний процес (В. П. Беспалько) [33]; як системність і конструювання навчального процесу, які гарантують досягнення поставленої мети (М. В. Кларін) [165, с. 24]; як сума науково обгрунтованих заходів виховного впливу на людину чи групу людей, окрему галузь професійної підготовки педагога, пов'язану з його творчістю і майстерністю (Н. Є. Щуркова) [446]; як комплексна інтеграція система, що містить упорядковану множину операцій і дій, які забезпечують педагогічне цілевизначення, змістовні, інформаційно-предметні й процесуальні аспекти, спрямовані на засвоєння систематизованих знань, набуття професійних умінь і формування особистісних якостей, що відповідають цілям навчання, у тих, хто навчається (Д. В. Чернілевський). [240, с. 13].

У своєму дослідженні розділяємо точку зору В. Ю. Стрельнікова і

тлумачимо технологію як спосіб взаємодії суб'єктів освітньої діяльності [390] В той же час науковець зазначає, що термін «технологія навчання» слід «вживати тоді, коли є чітка алгоритмічна послідовність і гарантується одержання кінцевого результату. Тому аналіз будь-якої технології навчання передбачає розкриття притаманного їй алгоритму дій і пояснення критеріїв гарантованого результату» [389].

Важливим є не тільки розуміння сутності технології, але й визначення передумов необхідності її впровадження та проектування технологій навчання. Так В. А. Петрук, О. В. Гречановської та Ю. Г. Сабадош пропонують методики для визначення потреб студентів, що дасть змогу зорієнтуватися у виборі педагогічних технологій [298]. О. Г. Набока виділяє основні складові процесу проектування професійно-орієнтованих технологій навчання: цільовий, змістовний, процесуально-діяльнісний, діагностично-корегувальний [254].

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у своєму дослідженні ми використовуємо технологію впровадження засобів комп'ютерної візуалізації SAMR.

Інформатизація та цифровізація освітньої сфери змінює способи навчання та засвоєння інформації учнями, тому сучасний вчитель повинен вміти інтегрувати цифрові технології у освітній процес, при чому така інтеграція повинна бути виваженою і виправданою. *Технологія SAMR* (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition) є провідною у процесі впровадження цифрових технологій у освітній процес (автор Robin Puentudura [487]).

Технологія SAMR складається з чотирьох етапів.

1. *Підміна (Substitution)*. Цифрові засоби навчання замінюють традиційні. При цьому функціональний потенціал цифрових засобів навчання використовується мінімально. В практичній площині це візуалізація навчального матеріалу вчителем за допомогою різних засобів статичної візуалізації навчальної інформації, наприклад, побудова статичного рисунка із використанням засобів комп'ютерної візуалізації. Це етап рутинного використання цифрових технологій, коли технологія діє як пряма заміна традиційного інструменту без будь-яких функціональних змін.

2. *Покращення, розширення (Augmentation)*. Цифрові засоби навчання замінюють традиційні, але функціональні можливості нового засобу використовуються ширше. На практиці цей рівень використання цифрових технологій пов'язаний із автоматизованим контролем знань, із використанням візуалізованих завдань, які можуть бути розв'язані як традиційними

засобами, так і з використанням засобів комп'ютерної візуалізації, наприклад, візуалізовані завдання з проєктивної геометрії на побудову плоских перерізів многогранників.

3. *Модифікація (Modification)*. На цьому етапі цифрові засоби навчання замінюють традиційні. При цьому функціональність засобів навчання істотно змінюється, відбувається не просто вдосконалення процесу навчання, а його перетворення, що призводить до зміни типу заняття, методів та форм навчання, і як наслідок результатів навчання. Цифрові технології дозволяють перепроєктувати хід освітнього процесу, зокрема, переформулювати завдання, які виконують студенти, вимагають переосмислення викладачем форм і методів навчання, тим самим розширюючи спектр традиційних завдань відповідної теми.

Наведемо приклад використання цифрових технологій при вивченні засобів комп'ютерної візуалізації. В рамках залікових лабораторних робіт студенти, майбутні вчителі математики та інформатики, повинні підготувати фрагмент уроку на запропоновану тему, а саме, організувати процес вивчення теореми або опорної задачі на доведення шкільного курсу геометрії, попередньо переформулювавши її у вигляді задачі на дослідження, створити модель з динамічним виразом та підказками (за необхідності), розробити таблицю для запису результатів дослідження та висновків. Наведемо приклади теорем, при вивченні яких можна організувати роботу у запропонований спосіб.

1. Медіани трикутника діляться точкою перетину у відношенні 2:1, починаючи від вершини (рис. 4.53).

2. Якщо з однієї точки зовні кола провести січну і дотичну до кола, то квадрат дотичної дорівнює добутку січної на її зовнішню частину (рис. 4.54).

4. *Переосмислення, перетворення (Redefinition)*. Використання цифрових технологій дозволяє перетворити навчальний процес і створити умови для розв'язування таких завдань, які раніше неможливо було розв'язати у рамках традиційних підходів. Функціональність цифрових засобів навчання істотно розширюється. Даний етап технології впровадження засобів комп'ютерної візуалізації пов'язаний з можливостями динамічної візуалізації, які закладені в основу програм динамічної математики.

В практичній площині це використання нетрадиційних підходів до розв'язування різних класів задач, зокрема, використання конструктивного підходу до розв'язування геометричних задач на екстремум, використання візуалізації експериментальних випробувань на базі випадкових подій, використання когнітивно-візуального підходу до вивчення математичних понять (наприклад, формування поняття конуса через генетичне означення, рис.4.55).

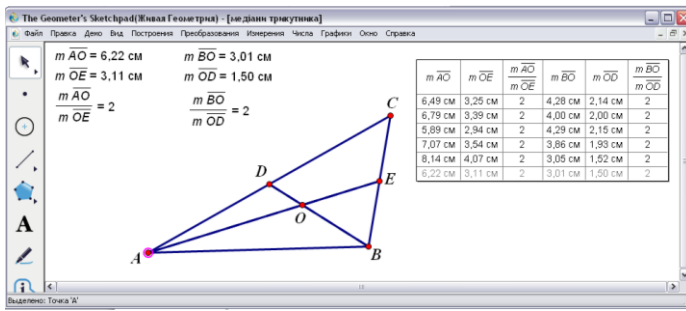


Рис.4.53. Задача на дослідження №1

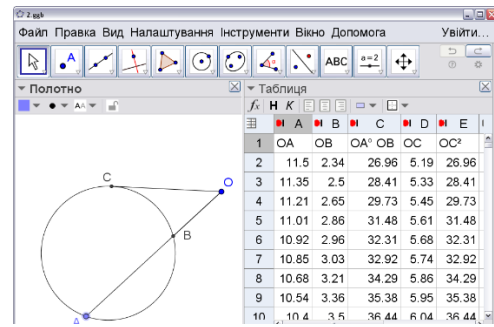


Рис.4.54. Задача на дослідження №2

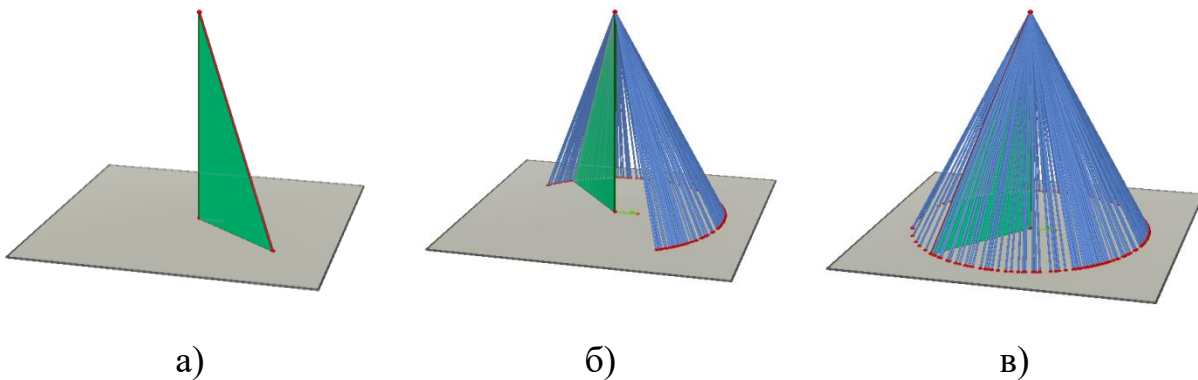


Рис.4.55. Формування поняття конуса через генетичне означення

На думку М. Ю. Глової та Є. О. Самохвалової [92] технологія SAMR узгоджується із оновленою таксономією Блума [454]. У 1956 році американський педагог і психолог Бенджамін Блум встановив, що навчальні цілі повинні бути упорядковані залежно від складності розумових дій над матеріалом. Б. Блум розрізняв низький (LOTS – знання, розуміння, застосування) та високий (HOTS – аналіз, синтез, оцінка) рівні когнітивних вмінь. Оскільки Б. Блум розташував когнітивні процеси низького та високого порядку в ієрархічній послідовності від простого до складного, то дана ієрархія називається таксономією (рис.4.56).

У сучасних умовах таксономія Блума втратила свою актуальність, тому у 2001 році Л. Андерсоном була запропонована оновлена таксономія Блума, яка враховує ширший набір чинників, що чинять вплив освітній процес. Оновлена версія також налічує шість рівнів когнітивних вмінь – запам'ятовування, розуміння, використання, аналіз, оцінювання і створення, але рівень синтезу відсутній, найвищим рівнем вважається не аналіз, а створення (рис. 4.57).

Таким чином, М. Ю. Глової та Є. О. Самохвалова вважають, що перші два рівня технології SAMR (підміна, покращення) пов'язані з низькими

рівнями когнітивних вмінь (запам'ятовування, розуміння, застосування), наступні два рівня (модифікація, переосмислення) пов'язані з високими рівнями когнітивних вмінь (аналіз, оцінка, створення). Така цифрова трансформація таксономії Блума дозволяє враховувати вплив цифрових технологій на досягнення певних рівнів когнітивних умінь.



**Рис. 4.56. Таксономія Блума**



**Рис. 4.57. Таксономія Андерсона**

Впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес на перших двох етапах дозволяє полегшити освітній процес, але при цьому він суттєво не змінюється. Підвищити якість освітніх результатів можливо лише за умови цифрової трансформації освітнього процесу (третій та четвертий етапи впровадження цифрових засобів навчання), суттєво змінюючи завдання, які були неможливими за традиційних підходів.

А. Ю. Уваров акцентує увагу на тому, що зараз у освітній сфері відбувається впровадження цифрових технологій, як правило, на першому «Підміна» та другому «Покращення» рівнях [404]. Наголосимо, що аналогічна ситуація складається і у закладах вищої освіти, де викладачі просто не розуміють яким чином можна розширити функціонал цифрових засобів навчання і як їх можна використовувати на третьому «Модифікація» та четвертому «Переосмислення» рівнях. Викладачі старшого покоління у більшості не розуміють як відбувається оновлення змісту та підвищення результативності освітнього процесу із використанням цифрових технологій. Через це у студента, майбутнього вчителя математики та інформатики, складається враження, що цифрові технології, зокрема засоби комп'ютерної візуалізації, неспроможні удосконалити освітній процес. А це призводить до несформованості візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

Цифрова трансформація освітнього процесу, побудована за технологією SAMR із використанням системного підходу, а не дискретне, поточкове

використання «комп'ютерів у освіті», сприяє продуктивному формуванню візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики.

За результатами впровадження запропонованої технології формуються такі компоненти візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики та інформатики як когнітивний, зокрема, формується розуміння сутності ролі цифрових технологій в освітньому процесі, та операційно-діяльнісний компонент, зокрема, формуються навички сприймання, аналізу, інтерпретації, порівняння, співставлення, інтегрування, оцінки, створення та застосування навчального матеріалу, поданого візуально.

#### ***4.4. Ефективні форми організації навчання для формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики***

У нашому дослідженні термін «форма» будемо розуміти у сенсі «організаційна форма навчання», який тлумачимо як спосіб організації навчальної діяльності, який регулюється певним, наперед визначеним розпорядком [74, с. 374; 297]. Згідно із Законом «Про вищу освіту» [136] основними формами організації освітнього процесу у закладах вищої освіти є навчальні заняття (лекція, лабораторне, практичне, семінарське, індивідуальне заняття, консультація), самостійна робота, практична підготовка, контрольні заходи.

З метою формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики нами були використані такі організаційні форми навчання: лекції-демонстрації, проблемні лекції, тренувальні та залікові лабораторні роботи, індивідуальні домашні завдання, консультації, виконання дипломних та магістерських кваліфікаційних робіт, майстер-класи, науково-дослідна робота, навчальна практика. Зупинимося більш детально на окремих з них.

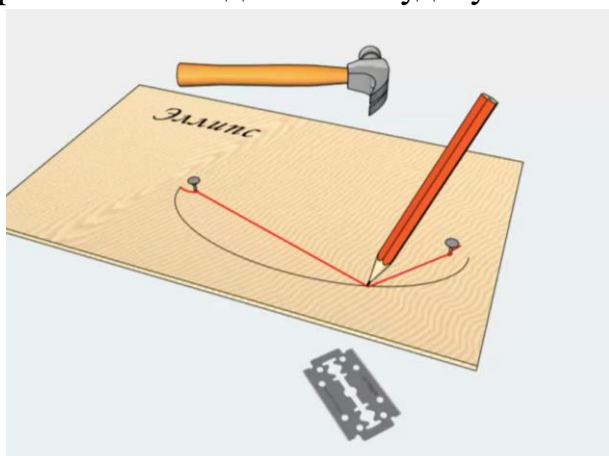
*Лекції-демонстрації.* Лекція (від лат. «lectio» – читання) – завершений, обґрунтований, систематичний та послідовний виклад певного питання, теми чи розділу. Лекція як форма організації навчально пізнавальної діяльності студентів має суттєві переваги: лекція є активним методом навчання, її прослуховування пов'язане з напруженою переробкою значного обсягу інформації, виділенням та конспектуванням основних положень; формує у студента не лише систему знань, а й переконань, умінь критично оцінювати навчальний матеріал; уможлиблює внесення корективів у зміст матеріалу (безпосередньо у процесі викладу) залежно від специфіки аудиторії, рівня підготовленості слухачів і їх пізнавальних здібностей; забезпечує «живий»

контакт лектора зі студентами. Але така форма роботи, якщо вона не має візуального супроводу, має певні недоліки, серед яких, відзначимо, що інформація, яку подає викладач, спрямована, в основному, на слухову пам'ять студента і за результатами такої лекції студенти можуть відтворити лише 10-15% з усього обсягу поданої інформації. Звести даний недолік до мінімуму дозволяє використання такої форми організації навчання як лекція-демонстрація.

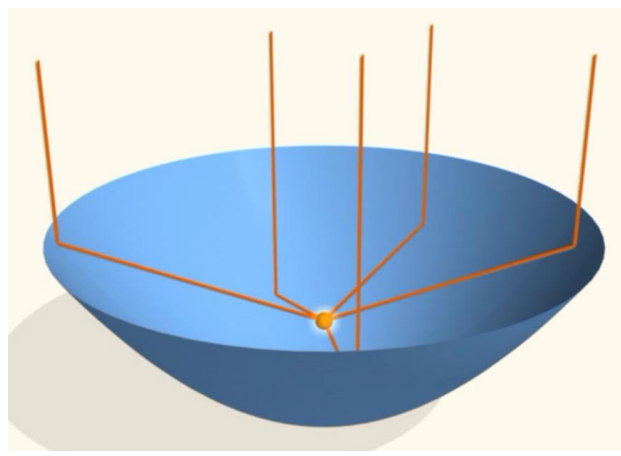
Особливість вивчення спецкурсів спрямованих на формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики у тому, що лекції з даних дисциплін обов'язково повинні бути лекціями-демонстраціями із використанням когнітивно-візуальних моделей.

При вивченні математичних дисциплін ми також проводимо лекції-демонстрації із використанням навчальних відео, наприклад, під час лекції з аналітичної геометрії (рис. 4.58, рис.4.59), які можна завантажити за посиланням <https://www.etudes.ru>.

*Проблемні лекції.* Проблемні лекції уможливають пошуковий, дослідницький характер пізнавальної діяльності студентів і розв'язують такі дидактичні завдання: засвоєння системи знань; розвиток теоретичного мислення; формування пізнавального інтересу до навчального матеріалу і мотивації до навчання та ін. [68, с. 104]. Використовуючи певні методичні прийоми (постановку проблемних запитань, висунення гіпотез і їх підтвердження або спростування, звертання до аудиторії «за допомогою» тощо), викладач спонукає студентів до спільних роздумів, обговорення, дискусії. Наприклад, під час проблемної лекції на тему «Організація комп'ютерного контролю знань» з метою активізації пізнавальної діяльності студентів викладач окреслює проблему у вигляді запитання: «Чи можливо в рамках комп'ютерного контролю знань організувати перевірку правильності розв'язання задачі на побудову?»



**Рис.4.58. Фрагмент відео  
«Побудова еліпса»**



**Рис. 4.59. Фрагмент відео  
«Парабола»**

*Тренувальні та залікові лабораторні роботи. Лабораторне заняття (від*

лат. «labor» – праця) – форма навчальної роботи, що передбачає проведення студентами натуральних або імітаційних експериментів чи дослідів з метою перевірки та підтвердження (спростування) окремих теоретичних положень, формування умінь і навичок роботи з лабораторним обладнанням, устаткуванням, комп'ютерною технікою, оволодіння методикою експериментальних досліджень [268, с. 234].

Лабораторні роботи спецкурсів, спрямованих на формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, розділені на дві типи: тренувальні та залікові. В ході тренувальних лабораторних робіт відпрацьовуються вміння розв'язувати задачі шкільного курсу математики із використанням програм динамічної математики за принципом «одна задача – різні ПДМ», створювати когнітивно-візуальні моделі, раціонально обирати засіб комп'ютерної візуалізації для досягнення навчальної мети.

Залікові лабораторні роботи передбачають формування вмінь впроваджувати засоби комп'ютерної візуалізації в освітній процес шляхом розробки фрагменту уроку з подальшим обговоренням.

*Індивідуальні домашні завдання.* Самостійна робота спрямована на організацію самостійної навчально-пізнавальної діяльності студентів шляхом виконання індивідуальних завдань при опосередкованому керівництві з боку викладача. І. П. Підласий виділяє важливі дидактичні функції самостійної роботи: закріплення знань й умінь, одержаних на заняттях; розширення та поглиблення змісту навчального матеріалу; формування умінь і навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності; розвиток самостійності мислення [303, с. 536]. Самостійну роботу студентів організовуємо у формі виконання індивідуальних домашніх завдань.

Наведемо приклад індивідуального завдання з теми «Статистичні розрахунки у програмах динамічної математики» (спецкурс «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики»).

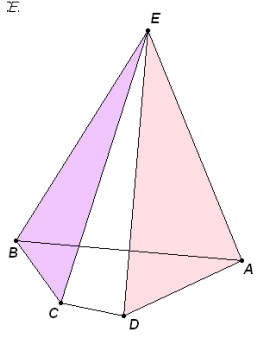
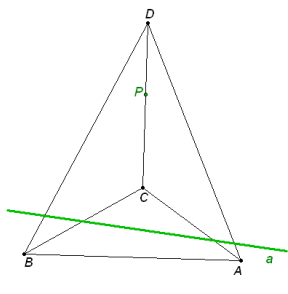
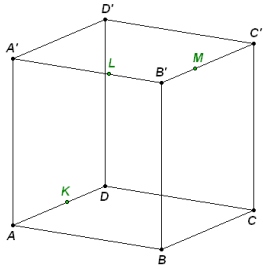
*Індивідуальне завдання*

В-т	<i>Завдання.</i> Порівняти можливості застосування програм <i>Gran1</i> та <i>GeoGebra</i> на прикладі статистичного аналізу самостійно проведеного експерименту.
1-6	З колоди навмання вибирають карту і фіксують її масть. Скласти частотну таблицю випадіння мастей карт на основі 30 вибраних карт. Визначити основні характеристики вибірки. Вказівка: пронумеруйте кожну масть.
7-12	Гральний кубик кидають 50 разів. Скласти частотну таблицю випадіння очок на грані кубика. Визначити основні характеристики вибірки.

В рамках вивчення спецкурсу «Застосування комп'ютера при вивченні

математики» пропонуємо виконання індивідуального завдання по темі «Використання комп'ютера в навчанні стереометрії», попередньо завантаживши завдання та програму *The Geometer's SketchPAD*.

*Індивідуальне завдання*

№	Умова	
1	Побудуйте перетин площин $ADE$ та $BCE$ .	
2	Дана точка $P$ на ребрі $CD$ тетраедра $ABCD$ і пряма $a$ в площині його грані $ABC$ . Змінюючи положення тетраедра, переконайтеся, що пряма справді лежить в площині $ABC$ . Побудуйте переріз тетраедра площиною, що проходить через $P$ та $a$ .	
3	Побудуйте переріз куба площиною, що проходить через три точки $K, L, M$ , що лежать на ребрах $AD, A'B', B'C'$ відповідно.	

*Консультації.* Індивідуальні навчальні консультації (від лат. «consultation» – порада) проводяться з метою надання студентам необхідної допомоги у засвоєнні теоретичного матеріалу, розв'язуванні задач, виконанні індивідуальних домашніх завдань тощо.

*Майстер-класи.* За результатами бесід з учителями Сумської області на науково-методичних семінарах, що проходили на базі фізико-математичного факультету Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка, було виявлено, що вчителі математики та інформатики стикаються з недостатньою кількістю методичної літератури щодо використання інформаційних технологій з метою візуалізації навчального матеріалу при вивченні математики, зокрема, літератури з використання таких засобів комп'ютерної візуалізації.

Перелік перешкод, виявлений нами при дослідженні стану використання ПДМ при вивченні математики у закладах загальної середньої освіти [360] можна доповнити переліком, отриманим Н. В. Житеньовою у контексті проблеми використання візуалізації у масовій педагогічній практиці. До переліку, виявленому нами і зазначеному вище, можна додати: «недостатню обізнаність учителів з наявними онлайн сервісами та програмним забезпеченням; невміння користуватися існуючим інструментарієм, невміння створювати власні візуальні матеріали, брак часу на підготовку та створення візуального контенту, відсутність мотивації, застарілість наявного технічного обладнання» [133].

Отримані висновки підтверджуються також і результатами дослідження, проведеного А. Г. Рапутою, який зазначає, що «освоєння методів візуалізації лімітується перевантаженістю вчителів і їх недостатньою візуальною компетентністю, виникненням при розробці методів візуалізації методологічних і практичних питань, необхідність вміння виділяти основні поняття теми, ступенем розвитку наочно-образного мислення і творчої уяви і тощо» [325].

Таблиця 4.9

**Тематика майстер-класів для учителів математики та інформатики**

Тема майстер-класу	Дата проведення	Кількість учасників
Спеціалізовані комп'ютерні середовища математичного спрямування	серпень, 2015 року	49
Програми динамічної математики. Розв'язування задач з параметрами	грудень, 2015 року	22
Програми динамічної математики. Розв'язування задач планіметрії	квітень, 2016 року	25
Використання програми <i>GeoGebra 5.0</i> при розв'язуванні стереометричних задач	жовтень, 2016 року	54
Використання програм динамічної математики у роботі вчителя	березень, 2017	29
Інфографіка: інтелект-карти та програмне забезпечення їх створення	березень, 2018	34
Реалізація технології скрайбінг у роботі вчителя	жовтень, 2018	30
Комбінації геометричних тіл: когнітивно-візуальний підхід	березень, 2019	45
Інфографіка в роботі вчителя	жовтень, 2019	42

Саме через це й виникла потреба в організації постійно діючих майстер-

класів, пов'язаних із вивченням і впровадженням засобів комп'ютерної візуалізації з метою формування візуально-інформаційної культури працюючих учителів математики та інформатики. Тематика майстер-класів, які проводилися для учителів математики та інформатики, представлена у таблиці 4.9.

На наступних майстер-класах було проведено практикум із ознайомлення з основними комп'ютерними інструментами програм *Математичний конструктор*, *GeoGebra* та деякими методичними прийомами роботи з ними.

В рамках проведення майстер-класу «Використання програми *GeoGebra 5.0* при розв'язуванні стереометричних задач» вчителі області були ознайомлені із результатами порівняльного аналізу ПДМ, які підтримують побудову тривимірних об'єктів, основними інструментами полотна 3D програми *GeoGebra 5.0*, деякими «точками дотику» ПДМ та процесу навчання стереометрії. Серед таких виділялися методи розв'язування задач на комбінацію геометричних тіл із використанням осьового перерізу; використання розгортки многогранника при розв'язуванні задач на знаходження найкоротшої відстані по поверхні многогранника; можливості візуалізації деяких ГМТ простору; підтримка вивчення геометричних перетворень простору; емпіричний підхід до розв'язування екстремальних стереометричних задач. Для вчителів також було проведено практикум, основною метою якого було ознайомлення із стереометричним інструментарієм програми *GeoGebra 5.0* та можливостями його застосування до розв'язування деяких задач стереометрії.

Майстер-клас «Використання програм динамічної математики у роботі вчителя» (у рамках проведення II (обласного) етапу Всеукраїнської олімпіади з математики серед студентів ЗВО I-II рівнів акредитації на базі Машинобудівного коледжу Сумського державного університету) був присвячений ознайомленню викладачів навчальних закладів I-II рівнів акредитації з особливостями викладання математики із використанням програм динамічної математики. Наголошувалося на аргументах на користь програм такого класу, демонструвалися різні можливості та підходи до використання програм динамічної математики у навчальному процесі.

Майстер-клас «Інфографіка: інтелект-карти та програмне забезпечення їх створення» ознайомлення вчителів інформатики із прийомами візуального структурування навчального матеріалу із використанням денотатних графів, схем фішбоун, «Будівля», «стратегічних» (дорожніх) карт (roadmaps), променевих схем-павуків (spiders), каузальних ланцюгів (causal chains) та інтелект-карт (mind maps) як способів зображення процесу загального

системного мислення за допомогою схем, який базується на методі асоціацій, з подальшим виділенням головної ідеї в асоціативному ланцюзі. Для вчителів було зроблено огляд програмного забезпечення для створення інтелект-карт і продемонстровано приклади інтелект-карт, які можна використовувати в освітньому процесі. Вчителі були залучені до спроб самостійного створення інтелект-карт.

У рамках проведення майстер-класу «Реалізація технології скрайбінг у роботі вчителя» вчителі інформатики були ознайомлені з технологією скрайбінгу, історією її розвитку та видами скрайбінгу. Було розкрито сутність понять «скрайбер», «скрайб», «скрайб-презентація», «технології скрайбінгу», виділено ключові аспекти в роботі над скрайбами та основні етапи їх створення. Вчителям було продемонстровано приклади скрайбів у реальному часі та відео-скрайби. Було здійснено огляд спеціальних комп'ютерних програм та онлайн-сервісів для створення комп'ютерного скрайбінгу, акцентуючи увагу на найпростішому варіанті створення комп'ютерного скрайбінгу за допомогою програми *Power Point*.

Майстер-клас «Комбінації геометричних тіл: когнітивно-візуальний підхід» проводився у рамках щорічного «Фізико-математичного фестивалю» для вчителів області на базі Сумського державного педагогічного університету ім. А. С. Макаренка. Було обговорено труднощі, які виникають при викладанні теми «Комбінації геометричних тіл», яка є кульмінацією вивчення всього шкільного курсу математики і потребує наявності знань не тільки зі стереометрії, а й планіметрії та тригонометрії. Разом із вчителями в ході дискусії були сформульовані особливості викладання даної теми та основні уміння учнів при роботі із візуалізованим контентом: по-перше, учні повинні вміти правильно оформлювати рисунки до задач; по-друге, учні повинні вміти додатково пояснювати взаємне розміщення елементів тіл, що входять у комбінації; по-третє, учні повинні напрацювати «базу» задач на основні комбінації геометричних тіл; по-четверте, використання інформаційних технологій, зокрема, програм динамічної математики дозволяє інтенсифікувати та візуалізувати вивчення комбінацій геометричних тіл.

Розглядалися можливості використання програм динамічної математики при розв'язуванні задач на дослідження. Наголошувалося на необхідності переформулювання більшості задач на доведення у задачі на дослідження з метою залучення ПДМ до організації комп'ютерного експерименту, тобто обговорювалися можливості впровадження засобів комп'ютерної візуалізації на рівні «Модифікація» (за технологією SAMR впровадження засобів комп'ютерної візуалізації у освітній процес), що вимагає переосмислення та

перепроєктування вчителем форм і методів навчання. Зазначимо, що більшість працюючих вчителів були вперше ознайомлені із таким рівнем впровадження програм динамічної математики в освітній процес і раніше, якщо і використовували програми такого типу, то тільки на рівні «Підміни», тобто механічно підмінюючи традиційні засоби.

Акцентувалася увага вчителів на раціональному використанні комп'ютера при вивченні даної теми. Було запропоновано нетрадиційний підхід до розв'язування задач на екстремум з теми «Комбінації геометричних тіл», а саме конструктивний підхід із використанням ПДМ, який зменшує вагу аналітичних розрахунків і на перший план висуває потребу у вміннях змодельовати потрібну конструкцію, урахувати залежності між її параметрами, візуалізувати окремі позиції можливих результатів, навіть «побачити» шукану функцію, для якої потрібно визначити екстремум.

Також у рамках проведення майстер-класу обговорювалося залучення ПДМ до розв'язування задач на побудову перерізів многогранників методом слідів.

Майстер-клас «Інфографіка в роботі вчителя» дозволив ознайомити вчителів інформатики з основами теорії «ущільнення» навчальної інформації, розкрити сутність інфографіки як засобу подання інформації через дані, певну структуру або процес, художні елементи, діаграми, графіки, графічні об'єкти, співвідношення між предметами й фактами із фокусуванням на ключовій інформації та урахуванням поверхневих та глибинних зв'язків між об'єктами, спонукання до самостійного засвоєння інформації. Метою проведення майстер-класу серед іншого було ознайомлення вчителів із результатами аналізу онлайн-сервісів та програмного забезпечення в галузі інфографіки з акцентом на найбільш поширених і популярних сервісах Easel.ly, Canva та Infogram. Було продемонстровано приклади інфографіки, створеної на основі готових шаблонів засобами даних онлайн-сервісів.



**Рис. 4.60. Проведення майстер-класів для вчителів математики та інформатики Сумської області**  
Під час роботи майстер-класів проведено анкетування, за

результатами якого встановлено, що вчителі, старші за 40 років, майже не використовують у власній професійній діяльності ПДМ. Це відбувається з наступних причин: не вивчали в інституті; не вистачає часу на освоєння засобів комп'ютерної візуалізації; не має технічної можливості щодо забезпечення учнів комп'ютерами у школі; замала кількість методичної літератури по використанню ПДМ; вважають це зайвим. Також простежується тенденція відсутності бажання ними залучати ПДМ у навчальний процес.

Вчителі віком від 30 до 40 років зазначили про володіння інструментарієм ПДМ та його використання на уроках математики. У своїй практиці вони використовують в більшій мірі програми *Gran (Gran1, Gran2d, Gran3d)*, оскільки ці середовища наявні у кожній школі, їх вивчення та використання рекомендовано Міністерством освіти і науки, вони мають зрозумілий україномовний інтерфейс. Лише окремі вчителі використовують на уроках програму *GeoGebra*. Ними зазначено, що тематика, обрана для майстер-класів, актуальна, цікава і відкрила для них нові аспекти застосування ПДМ в навчанні математики. Разом з цим ними відзначена обмеженість у технічних засобах на рівні школи стосовно комп'ютерів та проекторів загалом, брак вільного часу і недоступність комп'ютерів на уроці математики. У своїй більшості вони не бачать потреби та не бажають вивчати інші ПДМ.

Вчителі віком до 30 років, а це в більшості своїй випускники кафедри математики Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка, які вивчали спецкурс «Застосування комп'ютерів при вивченні математики», знайомі з ПДМ (як правило, це *Gran (Gran1, Gran2d, Gran3d)*, *DG*, *GeoGebra*, *Математичний конструктор*, *Cabri*) і вважають їх використання на уроках математики потрібним. Але великий обсяг планового навчального матеріалу з математики не дозволяє у бажаній кількості відводити час на розв'язування задач на базі ПДМ. Вчителі також відзначають замалу кількість задач у шкільних підручниках, розв'язування яких виправдовувало б використання ПДМ на уроках математики.

Схоже за тематикою дослідження було проведено Н. В. Житеньовою з метою аналізу стану використання когнітивно-візуальної графіки у практиці шкільної освіти, у якому взяли участь понад 200 вчителів України. Виявилось, що у переважній більшості вчителі вважають, що візуалізація чинить позитивний вплив на загальну атмосферу навчання і робить його більш ефективним. Більшість «вчителів для створення візуального контенту використовують готові шаблони (87%); 37% інтуїтивно використовують правила візуального дизайну, 15,3% переважно орієнтуються на готові

прикладі і частково модифікують їх, лише 4,2% вказали, що знають і використовують правила візуального дизайну.

51,0% учителів відразу намагаються знайти відповідний візуальний контент, 44,6% педагогів спочатку шукають цікавий матеріал, а потім адаптують його під власні педагогічні цілі і лише 4,4% створюють власний візуальний контент» [133].

По закінченні проведення майстер-класів працюючі учителі математики та інформатики висловлювали бажання використовувати засоби комп'ютерної візуалізації у власній професійній діяльності; потребу у поповненні власних знань, умінь та навичок щодо опанування комп'ютерного інструментарію, який використовується при розв'язуванні різних класів математичних задач; готовність застосовувати набуті на заняттях знання, уміння і навички на уроках математики, тобто демонстрували підвищення рівнів сформованості власної візуально-інформаційної культури за деякими показниками.

*Формування візуально-інформаційної культури майбутніх вчителів математики під час виконання кваліфікаційного дослідження.*

Метою виконання кваліфікаційної роботи є систематизація, закріплення та поглиблення теоретичних і практичних знань відповідно до освітньої програми підготовки за обраною спеціальністю; формування навичок застосування цих знань під час розв'язання конкретних наукових, науково-методичних і науково-технічних задач; розвиток навичок самостійної науково-дослідної роботи й оволодіння методикою теоретичних, експериментальних та науково-практичних досліджень, використаних під час виконання кваліфікаційної роботи.

Захист кваліфікаційної роботи є формою контролю набутих студентом інтегрованих знань, умінь, навичок та інших компетентностей, які визначені програмними результатами навчання за певною освітньою (освітньо-науковою чи освітньо-професійною) програмою.

З метою наскрізного неперервного формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики на рефлексивно-оцінювальному етапі нашого дослідження ми пропонували відповідні теми випускних кваліфікаційних робіт (таблиця 4.11).

Метою написання кваліфікаційної роботи є інтеграція та корекція знань та вмінь щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес, здобутих на попередніх етапах, формування бажання обговорювати шляхи використання засобів комп'ютерної візуалізації з подальшим аналізом та корекцією отриманих результатів, усвідомлення типових помилок при застосуванні інформаційних технологій у освітньому процесі, формування

потреби у оновленні і поповненні власних знань, умінь та навичок у галузі математичних та інформатичних дисциплін, цифрових технологій.

Таблиця 4.11

**Тематика кваліфікаційних робіт у контексті формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики**

Рік	Студент	Освітній рівень	Тема кваліфікаційної роботи
2012	Руденко Ю.	спеціаліст	Використання інформаційних технологій при розв'язуванні задач економічного змісту методами математичної статистики
2012	Подлесна Я.	спеціаліст	Організація дослідницької діяльності учнів 7-9 класів із застосуванням середовищ динамічної геометрії
2016	Безуглий Д.	магістр	Візуалізація математичних знань у програмах динамічної математики на основі інтерактивних аплетів
2016	Макаренко Н.	спеціаліст	Розвиток просторових уявлень учнів засобами інформаційних технологій при вивченні теми «Перерізи многогранників»
2017	Зеленська А.	спеціаліст	Організація контролю знань учнів основної школи засобами динамічної математики
2017	Кобишева В.	бакалавр	Візуалізація навчального матеріалу курсу математики 5-6 класів із використанням технології скрайбінг
2017	Помазан В.	бакалавр	Організація повторення в курсі геометрії 9 класу засобами інформаційних технологій
2017	Фесенко Д.	бакалавр	Реалізація міжпредметних зв'язків інформатики та математики на базі програми GeoGebra
2017	Кочмала О.	бакалавр	Когнітивно-візуальні підходи при вивченні інформатики в основній школі
2017	Щоголева Є.	магістр	Формування інформатичних понять в учнів 6-х класів на основі когнітивно-візуальних підходів
2017	Стеценко А.	магістр	Інфографіка та її використання на уроках інформатики старшої школи
2018	Кобишева В.	магістр	Використання технологій візуалізації

			для інтенсифікації навчального процесу на базі хмарного сервісу GeoGebra
2018	Крикля І.	магістр	Вивчення шкільного курсу математики із використанням мнемотехніки
2018	Мельникова М.	бакалавр	Підтримка вивчення змістової лінії «Функції» в основній школі засобами динамічної математики
2018	Шкарупа О.	магістр	Особливості вивчення комбінації геометричних тіл із використанням програм динамічної математики
2018	Безверха К.	магістр	Використання елементів інфографіки при вивченні комп'ютерної графіки в курсі інформатики основної школи
2018	Жолудь А.	бакалавр	Використання технологій доповненої реальності в освіті
2019	Макаров	магістр	Вивчення інфографіки на відкритій освітній платформі COURSERA
2019	Котляр А.	бакалавр	Використання інфографіки при вивченні табличного процесора
2019	Абилова Г.	бакалавр	Карти знань та програмні засоби їх створення
2019	Мельникова М.	магістр	Підтримка вивчення геометричних перетворень в шкільному курсі засобами динамічної математики
2019	Мартінова Н.	магістр	Візуалізація навчального матеріалу шкільного курсу математики на основі BYOD-підходу
2020	Хоминська О.	магістр	Підтримка вивчення теорії ймовірностей і математичної статистики засобами динамічної математики

За результатами написання та результатами захисту низки кваліфікаційних робіт на здобуття кваліфікаційного рівня бакалавра, спеціаліста і магістра можна стверджувати, що у майбутніх учителів математики та інформатики було сформовано здатність до опанування новою інформацією, здатність до розширення та поглиблення знань у більш вузькому конкретному питанні, пов'язаному із проблемою візуалізації навчального контенту, створення та впровадження візуальних моделей у освітній процесі, впровадження інформаційних технологій в освітню сферу. Майбутні вчителі математики демонстрували навички пошуку, збору, аналізу,

синтезу, систематизації, узагальнення інформації, зокрема, навички подання її у візуальному вигляді.

У процесі виконання кваліфікаційного дослідження у майбутніх учителів математики спостерігалися наявність бажання продовжувати професійний розвиток та потреба у професійному самосвдосконаленні.

#### ***Висновки до розділу 4***

Досягти високого рівня сформованості візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики можливо за умови забезпечення цілісності і системності процесу фахової підготовки майбутніх спеціалістів. Практичними засадами такої підготовки є раціональне використання спеціалізованого програмного забезпечення у галузі математики, виважене поєднання методів, форм та засобів формування візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти.

У процесі формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики використовувалися технологія SAMR впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес.

З метою формування візуально-інформаційної культури нами використані такі засоби навчання як спецкурси («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою»), друковані засоби (навчальні посібники («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики», «Цифрові технології в роботі вчителя. Шкільний курс алгебри та початків аналізу», навчальні програми, системи задач для лабораторних робіт), комп'ютерні засоби (програми динамічної математики (*Gran (Gran1, Gran2d, Gran3d), DG, Живая геометрия, Математичний конструктор, Cabri3D, GeoGebra*), хмаро орієнтований сервіс *GeoGebra*), інтерактивні засоби (візуалізовані завдання, інтерактивні аплети, доповнена реальність у вигляді QR-кодів, когнітивно-візуальні моделі, когнітивно-візуальна графіка).

З метою формування візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики нами були використані такі організаційні форми навчання як лекції-демонстрації, проблемні лекції, тренувальні та залікові лабораторні роботи, індивідуальні домашні завдання, консультації, виконання дипломних та магістерських кваліфікаційних робіт, майстер-класи, науково-дослідна робота.

## ВИСНОВКИ

Збільшення візуальної складової у всіх сферах життя людини, в тому числі і в освіті, призводить до зміни сприйняття інформації. Така зміна характеризується здатністю швидко реагувати на різні змістові фрагменти, формати даних, їх обсяг, тяжінням до візуальних каналів подання інформації, і поряд з цим, непристосованістю молоді до сприйняття лінійного та однорідного інформаційного контенту. Потреба у формуванні навичок роботи з візуальними матеріалами (аналіз, інтерпретація, оцінка, створення тощо) стає необхідною складовою освіти XXI ст. Візуалізація – це не просто можливість зорового сприйняття чи активна діяльність суб'єкта у процесі відтворення зорового образу, а діяльність, що має за мету його створення для формування більш цілісного уявлення про поняття.

В умовах «візуального повороту» суспільство формує запити на висококваліфікованих фахівців, здатних працювати з інформацією у візуальній формі, паралельно формується нова культура сприйняття інформації – візуально-інформаційна культура особистості.

Візуально-інформаційна культура майбутніх учителів математики та інформатики – це інтегративна якість особистості, яка поєднує здатність сприймати, інтерпретувати, продукувати інформацію подану візуально; уміння аналізувати, порівнювати, співставляти, інтегрувати, оцінювати, структурувати навчальну інформацію; уміння взаємодіяти з когнітивно-візуальними моделями (візуалізовані завдання, когнітивно-візуальна графіка тощо); якій характерна здатність до аналізу, прогнозування, рефлексії власної професійної діяльності, яка забезпечує професійний творчий саморозвиток, самовдосконалення й підвищення фахового рівня.

З огляду на нетривіальність феномену візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики виділено п'ять його компонентів: професійно-мотиваційний, когнітивний, операційно-діяльнісний, комунікативний, рефлексивний. Мотиваційний компонент характеризується професійною спрямованістю на впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес. Когнітивний компонент визначається наявністю предметних, методичних, психологічних та технологічних знань щодо візуалізації та діджиталізації освіти. Операційно-діяльнісний компонент характеризується володінням засобами когнітивної візуалізації навчальної інформації; володінням комплексом умінь щодо використання хмаро орієнтованих технологій та технологій мобільного навчання у освітньому процесі з метою візуалізації; вмінням оцінювати ефективність обраної технології з урахуванням візуального типу сприйняття

навчальної інформації сучасними учнями, вмінням передавати навчальну інформацію візуальними засобами, з одного боку, та вмінням сприймати і розуміти навчальну інформацію, подану візуально, з іншого. Рефлексивний компонент характеризується здатністю до самоаналізу, оцінювання та рефлексивної інтерпретації результатів власної професійної діяльності щодо впровадження засобів комп'ютерної візуалізації в освітній процес.

Розроблено концепцію формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики, провідна ідея якої полягає в ідеалізації процесу формування такої культури у відповідності до запитів інформаційного суспільства на фахівців, здатних сприймати, аналізувати, розробляти, обґрунтовувати когнітивно-візуальні моделі математичних знань.

Концепцію було обґрунтовано на філософському, методологічному, теоретичному та технологічному рівнях. На філософському рівні основою формування візуально-інформаційної культури майбутнього вчителя математики та інформатики є діалектичний підхід, який дозволяє вивчати процеси і явища у їх взаємозв'язках, динаміці, розвитку та синергетичний підхід, який спирається на ідеї, поняття і методи дослідження й управління відкритих нелінійних систем, здатних до самоорганізації і саморозвитку.

Методологічний концепт формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики ґрунтується на використанні підходів загально-наукової (системний підхід), конкретно-наукової методології (особистісно орієнтований, компетентнісний, акмеологічний, інтегрований) та специфічних методологічних підходів (когнітивно-візуальний, праксеологічний, BYOD), що дозволяє розробити концептуальні засади та сформулювати цілісне уявлення про сутність і структуру феномена візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики як інтегративної характеристики особистості. Процес формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики зорієнтований на дотримання як загальнодидактичних принципів навчання (неперервності, системності та послідовності, науковості, доступності, використання міжпредметних зв'язків), так і специфічних принципів (технологічності, орієнтації на інформаційні технології, студентоцентризму), які підкреслюють специфіку професійної підготовки у контексті дослідження.

Теоретичний концепт формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики узгоджується із задекларованими державою стратегіями та концепціями розвитку освіти в Україні та узагальнює результати досліджень, присвячених професійній

підготовці вчителів математики та інформатики.

За результатами аналізу освітніх програм спеціальності 014 Середня освіта встановлено, що формування високого рівня візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики неможливо забезпечити у межах традиційних програм їхньої професійної підготовки через часткову зорієнтованість на візуалізацію освітнього процесу й цілеспрямовану підготовку вчителів її реалізовувати у майбутній професійній діяльності, через відсутність необхідного навчально-методичного забезпечення процесу фахової підготовки майбутніх учителів математики та інформатики в контексті формування у них візуально-інформаційної культури.

Розроблено структурно-функціональну модель процесу формування візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики у закладах вищої освіти, яка складається із взаємопов'язаних блоків (методолого-цільовий, змістово-процесуальний, діагностично-результативний), передбачає, що формування компонентів візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математики та інформатики проходить у три етапи (пропедевтично-мотиваційний, когнітивно-процесуальний, рефлексивно-коригувальний). На кожному етапі виділено цільову домінанту, яка визначала специфіку навчальних цілей і завдань та реалізується через засоби, форми і методи навчальної діяльності.

Для визначення рівнів сформованості візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики були визначені критерії: мотиваційний, когнітивний, процесуальний та рефлексивний. Кожен критерій характеризувався низкою показників: мотиваційний – «Мотивація», «Потреба», когнітивний – «Обізнаність», «Знання», «Візуальне мислення», процесуальний – «Операціонально-інструментальні уміння», «Професійні уміння», рефлексивний – «Здатність до самоаналізу», «Здатність до самовдосконалення»), які було градуїровано за рівнями: низький, середній, достатній, високий.

Запропонована структурно-функціональна модель спрямована на очікуваний результат – сформованість візуальної культури майбутніх учителів математики та інформатики.

Практичними засадами формування візуально-інформаційної культури майбутніх учителів математик та інформатики є раціональне використання спеціалізованого програмного забезпечення у галузі математики, виважене поєднання методів, форм та засобів .

З метою формування візуально-інформаційної культури нами використані такі засоби навчання як спецкурси («Застосування комп'ютера

при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики», «Шкільний курс алгебри з комп'ютерною підтримкою»), друковані засоби (навчальні посібники («Застосування комп'ютера при вивченні математики», «Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики», «Цифрові технології в роботі вчителя. Шкільний курс алгебри та початків аналізу», навчальні програми, системи задач для лабораторних робіт), комп'ютерні засоби (програми динамічної математики (*Gran (Gran1, Gran2d, Gran3d), DG, Живая геометрия, Математичний конструктор, Cabri3D, GeoGebra*), хмаро орієнтований сервіс *GeoGebra*), інтерактивні засоби (візуалізовані завдання, інтерактивні аплети, доповнена реальність у вигляді QR-кодів, когнітивно-візуальні моделі, когнітивно-візуальна графіка).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверкин Ю. А. Развитие визуальной грамотности студентов-дизайнеров на занятиях по фотографии : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Московский государственный гуманитарный университет им. М. А. Шолохова, Москва, 2010. 22с.
2. Агаркова Н.Г. Основы формирования графического навыка у младших школьников. *Начальная школа*, 1999, № 4, С. 15-17.
3. Алексеева Т. В. Технологии byod в образовании : *V international scientific conference*, Прага, 2015, р.177.
4. Альбуханова-Славська К. О. Стратегия жизни. М.: Мысль, 1991. 299с.
5. Амирбеков А. Развитие графической грамотности у учащихся VI-VIII классов на уроках геометрии и черчения : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Душанбинский ордена дружбы народов государственный педагогический институт имени Т. Г. Шевченко, Душанбе, 1984. 192 с.
6. Ананьев Б. Г. Человек как предмет познания. Л.: ЛГУ, 1968. 339 с.
7. Андреев В. И. Педагогика: Учебный курс для творческого саморазвития. Казань : Центр инновационных технологий, 2012. 608 с.
8. Андреев А. М. Теоретико-методичні засади підготовки майбутнього вчителя фізики до організації інноваційної діяльності учнів у навчальному процесі : дис. ... докт. пед. наук. : 13.00.04 / Запорізький національний університет, Запоріжжя, 2019. 577с.
9. Андрощук О. В., Кондратенко Ю. В., Головченко О. В., Ворона Т. О., Петрушен М. В. Інформаційні технології та їх вплив на розвиток суспільства. *Збірник наукових праць центру воєнно-стратегічних досліджень національного університету оборони України імені Івана Черняхівського*, 2014, № 1, С. 42-47.
10. Антонова Ю. В. Информационная культура, компетенция и компетентность студентов-международников. *Человеческий капитал*, 2017, № 9, С. 80–84.
11. Антонченко М. А. Інформаційна культура як складова загальнолюдської культури. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2004, № 1(8), С.161-166.
12. Аранова С. В. К методологии визуализации учебной информации. Интеграция художественного и логического. *Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 3: Педагогика и психология*. 2011. URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/k-metodologii-vizualizatsii-uchebnoy-informatsii-integratsiya-hudozhestvennogo-i-logicheskogo>. (дата звернення: 26.02.2019р.).

13. Аранова С.В. Интеллектуально-графическая культура визуализации учебной информации в контексте модернизации общего образования. *Педагогические науки. Вестник Челябинского государственного педагогического университета*, 2017, № 5, С. 9-16
14. Арнольд А. И. Введение в культурологию. М.: НАКиОЦ, 1993. 349 с.
15. Арнхейм Р. В защиту визуального мышления: Новые очерки по психологии искусства: пер. с англ. Москва : Прометей, 1994. С. 153-173.
16. Арнхейм Р. Визуальное мышление. М.: Изд-во МГУ, 1981. С. 97-107.
17. Архангельский С.И. Лекции по теории обучения в высшей школе. Москва : Высш. шк., 1974. 384 с.
18. Афанасьев В.Г. Системность и общество. М.: Политиздат, 1980. 368 с.
19. Аханян А. А., Кизик О. А. Зарубежный опыт развития информационной компетентности учащихся. *Электронный научно-педагогический журнал*, 2007. URL: <http://www.emissia.org/offline/2007/1220.htm> (дата звернення: 26.09.2019)
20. Бабаев В.М., Стадник Г.В., Момот Т.В. Цифрова трансформація в сфері вищої освіти в умовах глобалізації. *Комунальне господарство міст*, 2019, Т. 2, Вип. 148, С. 2-9.
21. Бабанский Ю.К. Избранные педагогические труды. Москва : Педагогика, 1989. 560 с.
22. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе: научное издание. М.: Просвещение, 1985. 208 с.
23. Бабиева Н.А. Соотношение понятий «информационная культура» и «информационная компетентность». *Сборник конференций НИЦ Социосфера*, 2014, № 25, С. 67-73.
24. Байкова Л. А. Технология игровой деятельности. Рязань : Рязанский государственный педагогический университет, 1994.
25. Баловсяк Н.Х. Структура та зміст інформаційної компетентності майбутнього спеціаліста. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2006, 4 (11), С.3-6.
26. Башмаков М. И., Резник Н. А. Развитие визуального мышления на уроках математики. *Математика в школе*, 1991, № 1, С. 4-8.
27. Бевз Г. П., Бевз В.Г., Н.Г. Владімірова Н.Г. Алгебра 9 клас. Київ : Освіта, 2017. 271 с.
28. Безрукова В.С. Основы духовной культуры (энциклопедический словарь педагога). Екатеринбург. 2000.
29. Безуглий Д.С., Юрченко А.О., Удовиченко О.М. Огляд засобів

комп'ютерної візуалізації для підтримки навчального матеріалу. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*, 2018, VI(63), С. 11-16.

30. Белова З. С. Визуализация теоретического знания как познавательный метод : дис....докт. философ. наук : 09.00.01 / Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, Чебоксары, 2000, 280с.

31. Белоусова Л. И., Житенева Н. В. Дидактические аспекты использования технологий визуализации в учебном процессе общеобразовательной школы. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2014, Т. 40, № 2, С. 1-13

32. Берулава Г.А., Берулава М.Н. Теория сетевого образования как новая методологическая платформа высшего образования. *Гуманізація освіти*, 2012, №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoriya-setevogo-obrazovaniya-kak-novaya-metodologicheskaya-platforma-vysshego-obrazovaniya> (дата звернення: 30.01.2020р.).

33. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. Москва : Педагогика, 1989. 192 с.

34. Бех І. Д. Виховання особистості. Особистісно орієнтований підхід: теоретико-технологічні засади. Кн. 1. Київ : Либідь, 2003. 280 с.

35. Бех І. Д. Інтеграція як освітня перспектива. *Початкова школа*, 2002, №5, С. 5-7.

36. Бєсова О. Г. Інформаційна компетентність як складова професійної компетентності майбутнього вчителя математики. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2014, № 5 (39), С. 157-162.

37. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти: монографія. Київ : Атіка, 2008. 684 с.

38. Биков В. Ю. Основи стандартизації інформаційно-комунікаційних компетентностей в системі освіти України : метод. реком. / В. Ю. Биков, О. В. Білоус, Ю. М. Богачков та ін.; за заг. ред. В. Ю. Бикова, О. М. Спіріна, О. В. Овчарук. Київ : Атіка, 2010. 88 с. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/455/1/zb4.pdf>.

39. Биков В.Ю. Навчальне середовище сучасних педагогічних систем. *Професійна освіта: педагогіка і психологія. Україно-польський журнал*, 2004. С. 59-79.

40. Биков В.Ю. Суспільство знань і освіта 4.0. *Освіта для майбутнього у світлі викликів XXI століття (польська, EDUKACJA W KONTEKŚCIE ZMIAN CYWILIZACYJNYCH)*. Bydgoszcz : Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, 2017. С. 30-45.

41. Бим-Бад Б.М. Педагогический энциклопедический словарь. Москва : Большая Российская энциклопедия, 2008. 528с.

42. Білоусова Л. І., Житеньова Н. В. Візуалізація навчального матеріалу з використанням технології скрайбінг у професійній діяльності вчителя. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*, 2016, Вип. 1(7), С. 39-47.

43. Білоусова Л. І., Житеньова Н. В. Онлайнові інструменти візуалізації у діяльності сучасного педагога. *ScienceRise: Pedagogical Education*, 2018, №7(27), С. 8-15.

44. Білоусова Л., Житеньова Н. Компоненти готовності майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до застосування технологій візуалізації у предметно-професійній діяльності. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія: Педагогіка*, 2018, №3, С. 80-87.

45. Білошапка Н. М. Формування у майбутніх учителів математики вмінь використовувати засоби комп'ютерної візуалізації у професійній діяльності : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 / Сумський державний педагогічний ун-т ім. А. С. Макаренка, Суми, 2018. 20 с.

46. Блауберг И. В, Юдин Є. Г. Становление и сущность системного подхода. Москва : Наука, 1973. 271с.

47. Блейк С., Пейп С., Чошанов М. А. Использование достижений нейропсихологии в педагогике США. *Педагогика*, 2005, № 5, С. 85-90.

48. Богданова Т.Л. Формування інформаційної культури студентів технічних спеціальностей у вищих навчальних закладах : дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, 2007. 262 с.

49. Бойчук В. М. Теоретичні і методичні основи художньо-графічної підготовки майбутнього вчителя технологій : дис. ... докт. пед. наук. : 13.00.04 / Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, 2016. 873с.

50. Болтянский В. Г. Формула наглядности – изоморфизм плюс простота. *Советская педагогика*, 1970, №5, С. 46-60.

51. Большой энциклопедический словарь / под ред. А.Н. Прохорова. Москва : Сов. энцикл., 2000. 665 с.

52. Бондаренко Т. В. Технологія створення та розпізнавання QR-кодів як ефективний інструмент підвищення навчальних досягнень студентської молоді. *Інформаційні технології в освіті*, 2019, № 2 (39), С. 30-40. DOI: 10.14308/ite000694.

53. Боротко Н. М. Педагог в пространствах современного воспитания. Волгоград : Перемена, 2001. 214 с.

54. Бровка Н. В. Интеграция теории и практики обучения математике как средство повышения качества подготовки студентов. Минск : БГУ, 2009.

243 с.

55. Брыкова Л. В. Формирование графической культуры будущего инженера. *Ученые записки. Электронный научный журнал Курского государственного университета*, 2011, №1(7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-graficheskoy-kultury-buduschego-inzhenera> (дата звернення: 30.01.2020).

56. Брюханова Г. В. Використання інфографіки в мистецькій освіті. *Мистецтво та освіта*, 2016, № 4 (82), С. 24-27.

57. Булах І.Є. Теорія і методика комп'ютерного тестування успішності навчання : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.01 / Київський ун-т ім. Т.Шевченка, Київ, 1995 .430 с.

58. Булычев В. А. Компьютер в школьном курсе вероятности и статистики. *Математика*. 2009. №14. URL: [http://mat.1september.ru/view\\_article.php?ID=200901409](http://mat.1september.ru/view_article.php?ID=200901409) (дата звернення 07.02.2020р.).

59. Буянов П. Г. Ступінь і складові графічної професійної компетентності майбутніх учителів технології. *Наукові записки ТНПУ ім. В. Гнатюка. Серія. Педагогіка*, 2010, № 1, С. 171-175.

60. Буянов П.Г. Формування графічної культури у майбутніх учителів трудового навчання України та Російської Федерації (порівняльний аналіз) : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Інститут педагогічної освіти і освіти дорослих АПН України, Київ, 2008. 22 с.

61. Бычкова Д. Д. Формирование предметных компетенций в процессе решения вероятностных задач с помощью компьютера. *Вестник Костромского государственного университета им. Н. А. Некрасова. Серія. Педагогіка. Психологія. Соціальна робота. Ювенологія. Соціокинетика*, 2011, Т.17, №3, С. 29-32.

62. Вішнікіна Л. Педагогічне моделювання як основа проектування освітніх процесів. *Науково-практичний освітньо-популярний часопис «Імідж сучасного педагога»*, 2008, № 7-8 (86-87), С. 80-84.

63. Варлигіна М. Візуальна грамотність – що це і як її розвивати. URL: <https://nachasi.com/2018/11/05/vizualna-gramotnist/> (дата звернення 20.03.2019).

64. Введение в математическое моделирование : учеб. пос. / под ред. П. В. Трусова. Москва : Логос, 2005. 440 с.

65. Вдовина И.А. Информационная культура, информационная грамотность и информационная компетентность в подготовке учителя. *Вестник Института образования человека*, 2017, № 2, С. 14-25.

66. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. та

головний редактор В. Т. Бусел. Ірпінь : Перун, 2003. 1440 с.

67. Вербицкий А. А. Активное обучение в высшей школе: контекстный подход. Москва : Высш. шк., 1991. 207 с.

68. Вербицкий А.А. Активное обучение в высшей школе: контекстный поход : метод. пособ. Москва : Высш. шк., 1991. 207 с.

69. Виноградов В.А., Скворцов Л.В. Создание информационной культуры для Европы. *Теория и практика общественно-научной информатики* : VI конференция ЕКССИД, 23-25 марта 1991 г., Кентербери, Великобритания, С. 5-29.

70. Виноградов П. В. Визуальная культура личности: генезис, структура и функции. *Известия Российского государственного педагогического университета им. А. И. Герцена*, 2010, №136, С. 26-39.

71. Вишнякова С.М. Профессиональное образование. Словарь. Ключевые понятия, термины, актуальная лексика. М.: НМЦСПО, 1999. 538 с.

72. Вовк О.В., Черемський Р.А. Інфографіка як ефективний засіб навчання. *Системи обробки інформації*, 2017, Вип.4 (150), С. 199-205. DOI: 10.30748/soi.2017.150.41.

73. Волкова Н. П. Професійно-педагогічна комунікація: теорія, технологія, практика : монографія. Донецьк : Вид-во ДНУ, 2005. 304 с.

74. Волкова Н. П. Педагогіка : навч. посібн. Київ : Академвидав, 2009. 616 с.

75. Вольхин К.А., Лейбов К.М. Проблемы формирования графической компетентности в системе высшего профессионального образования. *Философия образования*, 2012, № 4(43), С. 16-22.

76. Воронина Л.В., Артемьева В.В., Воробьева Г.В. Формирование информационных умений в процессе обучения математике. *Педагогическое образование в России*, 2016, № 7, С. 153-160.

77. Воскобойников Ю. Е., Тимошенко Е. И. Математическая статистика (с примерами в EXCEL). Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2006. 152 с.

78. 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.

79. Галета Я. Інформаційна культура як засіб адаптації особи у сучасному світі. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія: Педагогічні науки*, 2013, Вип. 122, С. 92-99.

80. Галета Я. В. Інформаційна культура в професійній підготовці майбутнього педагога. *Рідна школа*, 2011, №11, С. 24-27.

81. Ганеев С.М. Формирование графической грамотности учащихся

при обучении решению планиметрических задач в условиях компьютерной поддержки : дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Омский государственный педагогический университет, Омск, 2004. 220 с.

82. Гарднер М. Математические головоломки и развлечения. Москва : Изд-во «Мир», 1871. 511с.

83. Гегель Г. Феноменология духу / з нім. Пер. П. Таращук; наук.ред пер. Ю. Кушаков. Київ : Вид-во Соломії Павличко «Основи», 2004. 548с.

84. Гедзик А. М. Дидактичні основи структури та змісту креслення в загальноосвітній школі : дис... канд. пед. наук : 13.00.02 / Національний педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова, Київ, 2006. 198 с.

85. Гендина Н. И. Информационная культура личности: диагностика, технология формирования : учеб.-метод. пос. Ч. II / Н. И. Гендина, Н. И. Колкова, И. Л. Скипор. Кемерово : Кемеровская гос. академия культуры и искусств, 1999. 146 с.

86. Гендина Н. И. Информационная грамотность в контексте других видов грамотности: дайжест зарубежного опыта. *Школьная библиотека*, 2009, №9-10, С. 28-39.

87. Гендина Н.И. Информационная грамотность и информационная культура личности: международный и российский подходы к решению проблемы. *Открытое образование*, 2007, №5, С. 58-69.

88. Гендина Н.И. Информационная грамотность или информационная культура: альтернатива или единство. *Школьная библиотека*, 2003, №3, С.18-24.

89. Гершунский Б.С. Философия образования для XXI века: В поисках практико-ориентированных образовательных компетенций. Москва : Совершенство, 1998. 608 с.

90. Гиляревский Р. С. О возникновении и развитии информатики в России. *Вестник СПбГУКИ*, 2012, № 3, С. 60-62.

91. Гладун О. До проблеми візуальної мови графічного дизайну України. *Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв*, 2009, Вип. 5, С. 42-46.

92. Глотова М.Ю., Спмохвалова Е.А. Цифровая таксонометрия Блума и модель цифровой трансформации образования в учебном процессе ВУЗА. *Информатика и образование*, 2019, №6 (305), С. 42-48.

93. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Москва : Юрайт, 2016. 479с.

94. Головань М. С. Математична компетентність: сутність та структура. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету*, 2014, №1, С. 35-39.

95. Головань М. С. Розвиток інформатичної компетентності студентів як педагогічної системи. *Педагогічні науки*, 2008. С. 88-96.
96. Головань М.С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*, 2008, № 3, С. 23-30.
97. Гомонюк О. М. Теоретичні та методичні основи формування професійно-педагогічної культури майбутніх соціальних педагогів у вищих навчальних закладах : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, 2012. 693с.
98. Гончаренко С.У. Проблеми інтеграції змісту шкільної освіти. *Інтеграція елементів змісту освіти* : матеріали всеукраїнської наук.-практ. конф. Полтава : Інститут післядипломної освіти педагогічних працівників, 1994. С. 2-3.
99. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 375 с.
100. Горошко Ю. В. Розв'язування задач з математичної статистики з використанням програми Gran1. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2009, Збірник 7. URL: <http://www.i.npu.edu.ua/2009-11-27-11-40-37/75--7> (дата звернення 07.02.2020р.).
101. Горр Г. В., Щетинина Е. К. Компьютерная визуализация геометрических объектов в преподавании геометрии и механики. *Didactics of Mathematics: Problems and Investigations*, 2010, Is. 34, P. 34-38.
102. Грек О. М. Розвиток візуальної креативності підлітків засобами комп'ютерного тренінгу : дис...канд. психолог. наук : 19.00.07 / Південноукраїнський державний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського. Одеса, 2009. 249с.
103. Грушевский С.П., Остапенко А.А. Сгущение учебной информации в профессиональном образовании. Монография. Краснодар : Кубан. гос. ун-т, 2012. 188 с.
104. Гуменний О. Д. Розвиток інформаційної культури керівників вищих навчальних закладів: монографія. Київ : Національний університет біоресурсів і природокористування України, 2015. 231 с.
105. Далингер В.А. Теоретические основы когнитивно-визуального подхода к обучению математике: монография. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2006. 143с.
106. Далингер В.А., Симонженков С.Д. Методика обучения математике. Когнитивно-визуальный подход. Учебник для академического бакалаврата. Москва : Юрайт, 2018. 340с.
107. Даль В.И. Толковый словарь живого великорусского языка: В 4 т.

Москва : Рус. яз., 1989.

108. Данилин Г. А., Курзина В. М., Курзин П. А., Полещук О. М. Элементы теории вероятностей с EXEL: Практикум. М.: МГУЛ, 2004. 87 с.

109. Деркач А., Зазыкин В. Акмеология. Санкт-Петербург : Питер, 2003. 256 с.

110. Деркач Т. М. Запобігання когнітивного перенавантаження студентів під час навчання із застосуванням електронних ресурсів. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2012, №3 (29). URL: <http://www.journal.iitta.gov.ua> (дата звернення: 30.01.2020).

111. Джеджула О. М. Шляхи розвитку графічної культури майбутніх фахівців інженерних спеціальностей. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*, 2018, №50, С. 261-265

112. Джинчарадзе Н.Г. Інформаційна культура особи: формування та тенденції розвитку (соціально-філософський аналіз) : дисс. ... докт. філос. наук : 09.00.03 / Київський університет імені Тараса Шевченка, Київ, 1997. 425 с.

113. Докука С. В. Клиповое мышление как феномен информационного общества. *Общественные науки и современность*, 2013, № 2, С. 169-176.

114. Долматова Н. В. Использование личных мобильных устройств в образовательном процессе. “Современный урок в условиях внедрения ФГОС: опыт, проблемы, перспективы“ : Всероссийская научно-методическая конференция, Оренбург, 2016, С. 82-86.

115. Друшляк М. Г. Цифрові технології в роботі вчителя. Шкільний курс алгебри та початків аналізу : навчальний посібник. Суми : ФОП Цьома. 2018. 120с.

116. Друшляк М.Г. Словник «візуальної» освіти: графічна компетентність, візуальна компетентність. *Фізико-математична освіта*, 2019, №3, С. 59-65.

117. Дубинский А. Г. Информатизация образовательного процесса: несколько простых решений. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.sworld.com.ua/konfer37/784.pdf> (дата звернення: 20.07 2018) .

118. Дубовая Н.В. Визуальная культура в аспекте современности. *Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии* : матер. III междунар. науч.-практ. конф. № 3, Новосибирск : СибАК, 2010.

119. Дубровский В. Учимся работать с «Математическим конструктором». *Математика*, 2009, №13, С. 2-48.

120. Дубровский В.Н., Лебедева Н.А., Белайчук О.А. 1С: Математический конструктор – новая программа динамической геометрии.

*Компьютерные инструменты в образовании*, 2007, №3, С. 47-56.

121. Дубровский В.Н., Поздняков С.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 1. *Компьютерные инструменты в школе*, 2008, № 1, С. 21-31.

122. Дюшеева Н.К., Кубатбеков М.М. Функциональная грамотность будущего педагога: сущность и содержание. *Инновации в науке* : материалы LXIV междунар. науч.-практ. конф. № 12(61). Часть I. Новосибирск: СибАК, 2016. С. 107-115.

123. Ежова Н. М. Визуальная организация информации в компьютерных средствах обучения : на примере математики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Мурманский государственный педагогический университет, Мурманск, 2004, 196 с.

124. Елистратова Н.Н. Основы формирования информационной культуры курсантов высших военных технических учебных заведений средствами мультимедиа : монография. Рязань : РВАИ, 2007. 101 с.

125. Ермилова Е. Б. Визуализация обучения как средство формирования учебных способностей : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Казанский государственный педагогический институт, Казань, 1999, 194 с.

126. Есаян А. Р., Добровольский Н. М., Седова Е. А., Якушин А. В. *Динамическая математическая образовательная среда GeoGebra: Учеб. пособие*. Тула : Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л. Н. Толстого, 2017. 418с.

127. Ефимов Ю. И., Громов И. А. Человеческий фактор и культура. Ленинград : Наука, 1989. 192 с.

128. Ефремова, Д.Д. Реализация принципа наглядности при изучении математики в старших классах средней школы : автореф. дис. .... канд. пед. наук : 13.00.02 / Московский педагогический государственный университет, Москва, 2004. 17 с.

129. Єчкало Ю. В. Елементи мобільного навчального середовища. *Новітні комп'ютерні технології*, 2014, Том XII: спецвипуск «Хмарні технології в освіті», С. 152-157.

130. Жалдак М. І., Михалін Г. Ю. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою. Посібник для вчителів. Київ : РНУ "ДІНІТ", 2004. 125 с.

131. Жалдак М. І. Педагогічний потенціал комп'ютерно-орієнтованих систем навчання математики. URL: [https://www.ii.npu.edu.ua/files/Zbirnik\\_KOSN/7/1.pdf](https://www.ii.npu.edu.ua/files/Zbirnik_KOSN/7/1.pdf) (дата звернення 12.12 2019р.).

132. Житеньова Н.В. Візуалізація: основні поняття та визначення. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 2019, №25, С.123-127.

133. Житеньова Н.В. Майстер-клас як ефективна форма підготовки майбутнього вчителя до застосування технологій візуалізації у предметно-професійній діяльності. *Фізико-математична освіта*, 2019, 1(19), С. 55-61.
134. Загвязинский В.И. Методология и методика дидактического исследования. Москва : Педагогика, 1982. 160 с.
135. Загвязинский В.И., Атаханов Р. В. Методология и методы психолого-педагогического исследования : учебн. пособ. Москва : Академия, 2005. 208 с.
136. Закон України «Про освіту» від 5 вересня 2017 року № 2145-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#n1235> (дата звернення: 28.08.2019р.).
137. Занков Л. В. Наглядность и активизация учащихся в обучении. Москва : Гос. учеб.-пед. изд-во Мин-ва просвещения РСФСР, 1960. 312 с.
138. Затверджені стандарти вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/zatverdzeni-standarti-vishoyi-osviti> (дата звернення: 30.08.2019 р.).
139. Зеленьак О.П. Технології застосування середовищ динамічної геометрії. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2013, Т.36, №4. URL: <http://journal.iitta.gov.ua> (дата звернення: 07.02.2020р.)
140. Зильберман М. А. Использование мобильных технологий (технологии BYOD) в образовательном процессе. [Електронний ресурс]. URL: <http://didaktika.org/2014/p/ispolzovanie-mobilnyh-tehnologij-v-obrazovatelnomprocesse/> (дата звернення: 20.07.2018).
141. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентного подхода в образовании. Авторская версия. Москва : Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2004. 42с.
142. Зинченко В. П., Вергилес Н. Ю. Формирование зрительного образа. Исследование деятельности зрительной системы. Москва : Изд-во МГУ, 1969. 207 с.
143. Зинченко В.П. Работа понимания. *Психологическая наука и образование*, 1997, № 3, С. 42-52.
144. Знаенко Н.С. Опорные схемы по высшей математике. Ульяновск : УВАУГА(И), 2011. 90с.
145. Знаенко Н.С. Опорные схемы по теории вероятностей и математической статистике. Ульяновск : УВАУГА(И), 2011. 57с.
146. Зорин С. С., Веретенникова Л. К. Формирование визуальной культуры. Москва : РИЦ ГГПИ Глазов, 2002. 188с.

147. Зязюн И.А. Основы педагогического мастерства. Київ : Вища шк., 1987. 207 с.
148. Зязюн І. А. Педагогічне наукове дослідження в контексті цілісного підходу. *Порівняльна професійна педагогіка*, 2011, Вип. 1, С. 19-30.
149. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. С-П.: Питер, 2003. 512с.
150. Исаев И. Ф. Теоретические основы формирования профессионально-педагогической культуры преподавателя высшей школы : дисс. ... доктора пед. наук : 13.00.01 / Московский государственный педагогический университет имени В. И. Ленина, Москва, 1993. 468 с.
151. Іванюта О. В. Психологічні особливості розвитку візуального мислення в підлітковому віці : автореф. дис. ... канд. психол. наук : 19.00.07 / Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, 2003. 21 с.
152. Іванюта О. В., Яницька О. Ю. Технології стимулювання візуального мислення підлітків. *Психологія: реальність і перспективи. Збірник наукових праць РДГУ*, 2018, Вип. 11, С. 59-66.
153. Іванюта О.В. Діагностика розвитку операціональної сфери візуального мислення в підлітковому віці. *Наука і освіта*, 2002, №1, С. 6-9.
154. Ільїна Г. «Візуальна грамотність» у контексті когнітивних та освітніх процесів. *Вісник КНТЕУ*, 2018, № 1, С. 172-176.
155. Ільїна Г.В. «Візуальне мислення» в історико-філософській ретроспективі : дис. ... доктора філософ. наук: 09.00.05 / Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, 2018. 389 с.
156. Інститут GeoGebra, Харків, Україна. [Електронний ресурс]. URL: <http://kafinfo.org.ua/geogebra> (дата доступу: 07.02.2020р.).
157. Інститут Geogebra, Чернігів, Україна. [Електронний ресурс]. URL: <https://sites.google.com/site/geogebrachernigiv> (дата доступу: 07.02.2020р.).
158. Каган М.С. Системный подход и гуманитарное знание. Ленинград : ЛГУ, 1991. 384 с.
159. Каган М.С. Философия культуры. С-П.: Петрополис, 1997. 205 с.
160. Калініна Л.М. Теоретико-прикладні аспекти формування інформаційної культури керівника загальноосвітнього навчального закладу : монографія. Київ : Педагогічна думка, 2012. 160 с.
161. Кальницкая Н.И. Развитие визуальной грамотности старшеклассников в процессе обучения : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Новосибирский государственный технический университет, Омск, 2006. 161с.
162. Кант Иммануил. Собрание сочинений: в 8 томах. Москва : Чоро, 1994. 4582с.

163. Карпова Т.П., Сирнов Я.И. Наглядное обучение в педвузе – сочетание научности и доступности: психология, интуиция, опыт. *Непрерывное педагогическое образование*. Ярославль : Изд-во ЯГПУ, 1995.
164. Кашкаръов Г.В. Управління якістю підготовки фахівців як складова процесу формування професійної компетентності майбутнього вчителя правознавства, *Наука і освіта*, 2009, №7. С. 86-89.
165. Кларин М. В. Педагогическая технология в учебном процессе. Анализ зарубежного опыта. Москва : Знание, 1989. 75 с.
166. Клепко С.Ф. Интегративна освіта і поліморфізм знання : монографія. К. Полтава Харків : ПОПОПП, 1998. 360 с.
167. Клименко А.О. Формування інформаційної культури майбутніх педагогів у навчальній діяльності : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / Терноп. нац. пед. ун-т ім. В. Гнатюка, Тернопіль, 2010. 20с.
168. Князева О. О. Реализация когнитивно-визуального подхода в обучении старшеклассников началам математического анализа : дис. ...канд. пед. наук / Омский государственный педагогический университет, Омск, 2003. 204 с.
169. Князева О. О. Визуализированные задачи и методика их использования в процессе обучения началам математического анализа: учеб. пособие. Омск : Изд-во ОмГПУ, 2003. 60с.
170. Коваленко С. Реалізація моделі формування графічної компетентності майбутніх інженерів-будівельників засобами інформаційних технологій. *Гуманізація навчально-виховного процесу*: зб. наук. праць: Вип. LIV. Слов'янськ, 2011. С. 190-198.
171. Коган Л.Н. Очерки социальной теории культуры. Свердловск, 1972. 169 с.
172. Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Словарь по педагогике. Москва : ИКЦ „МарТ”, 2005. 448 с.
173. Козак Ю.Ю. Графічна компетентність як складова професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету. Серія: педагогіка*, 2016, № 2, С. 158-163.
174. Козаренко В. Все о памяти и способах запоминания. Основные принципы мнемотехники. [Электронный ресурс]. URL: <http://mnemonikon.ru/arch/0012.htm> (дата звернення 07.02.2020р.).
175. Козловська І.М. Формування змісту освіти: теоретичні основи дидактичної інтеграції. *Педагогіка і психологія професійної освіти*, 1999, № 4, С. 73-79.
176. Козловська І.М., Собко Я.М. Принципи дидактики в контексті

інтегрованого навчання. *Педагогіка і психологія*, 1998, № 4, С. 48-51.

177. Колесина К. Ю. Теоретические процессы обучения на интеграционной основе. Ростов-на-Дону. 1994. 33с.

178. Колесникова И. А., Титова Е. В. Педагогическая праксеология: пособие для студ. высш. вед. учеб. заведений. Москва : Издательский центр «Академия», 2005.

179. Колмакова Л.А. Практика применения когнитивной визуализации учебной информации для совершенствования учебно-познавательной деятельности обучающихся профессиональных образовательных организаций. 2015. URL: <http://www.emissia.org/offline/2015/2429.htm> (дата звернення: 30.01.2020).

180. Колмогорова И.В. Культурологический подход к формированию педагогической культуры учителя. *Известия Уральского государственного университета*, 2008, № 60, С. 163-167.

181. Коломієць А.М. Інформаційна культура вчителя початкових класів: монографія. Вінниця : Вінницький держ.педагогічний ун-т ім. Михайла Коцюбинського, 2007. 379с.

182. Колягин Ю.М. Об интеграции обучения и воспитания в начальной школе. *Начальная школа*, 1989, № 3, С. 52-53.

183. Кондратенко О. А. Дидактические принципы реализации когнитивной технологии в дистанционном обучении студентов. *Теория и практика общественного развития*, 2013, № 6, С. 84–88.

184. Кондратенко О. А. Развивающий потенциал когнитивно-визуальных технологий в обучении студентов. *Современные исследования социальных проблем*, 2013, №4(24). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvivayuschiy-potentsial-kognitivno-vizualnyh-tehnologiy-v-obuchenii-studentov> (дата звернення: 30.01.2020)

185. Кондратенко О. А. Инфографика в вузе: формируем визуальную компетенцию. *Перспективы науки и образования*, 2014, 2(8), С. 110-115.

186. Кононова Е. А. Развитие визуальной культуры обучающихся на основе интеграции искусств (на примере литературы и изобразительного искусства) : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / ФГБНУ «Институт художественного образования и культурологии Российской академии образования», Москва, 2017. 26 с.

187. Конопко Е.А. Использование компьютерного тестирования в процессе профессиональной подготовки бакалавров в вузе : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Ставропольский государственный университет, Ставрополь, 2007. 24 с.

188. Коняева Е. А., Павлова Л. Н. Краткий словарь педагогических

понятий: учебное издание. Челябинск : Изд-во Челяб.гос.пед.ун-та, 2012. 131с.

189. Корчинская Т.И. Измерение качества учебных достижений учащихся средствами компьютерного тестирования : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Смоленский государственный университет, Смоленск, 2008. 19 с.

190. Костюченко Н.Ю. Використання навчально-ігрових технологій у процесі формування математичної компетентності майбутніх учителів фізики й математики. *Вісник Черкаського національного університету. Серія «Педагогічні науки»*, 2015, Вип. № 32 (365), С. 49-56.

191. Кохановский В.П. Философия и методология науки: ученик для высших учебных заведений. Ростов н/Д. : Феникс, 1999. 576с

192. Кочергин А. Н. Моделирование мышления. М. : Наука, 1969. 96 с.

193. Краевский В. В. Педагогическая концепция содержания образования как объект философского анализа. *Гуманизация образования*, 1994, № 1, С. 14- 22.

194. Краевский В. В., Полонский В. М. Методология для педагога : теория и практика. Волгоград : Перемена, 2001. 324 с.

195. Краевский В. В. Методология педагогического исследования: пособие для педагога. Самара : Изд-во СамГПИ, 1994. 301с.

196. Крамаренко Т.Г. Реалізація функцій контролю засобами ІКТ при підготовці майбутнього вчителя математики. *Теорія та методика електронного навчання*, 2012, Вип.3, С.137-143.

197. Краус Н.М. Парадигмальні засади розвитку та управління цифровою освітою в Україні. *Управління соціально-економічними трансформаціями у сучасному місті* : матеріали Всеукр. наук.-практ. конфер., 27 лютого 2018, Київ : КУБГ, 2018. С. 51-54.

198. Кребер А., Клакхон К. Культура: Критический анализ концепций и дефиниций. *Культурология: Дайджест*, 2000, № 1, С. 162.

199. Крившенко Л. П., Юркина Л. В. Педагогика. Учебник и практикум. Москва : Проспект, 2017. 250с.

200. Кристіан В., Беллоні М., Демсі М., Кох А. Інтерактивні навчальні матеріали на основі фізлетів. *Комп'ютерні інструменти в освіті*, 2003, №5, С. 30-41.

201. Крупський Я. В., Михалевич В. М. Тлумачний словник з інформаційно-педагогічних технологій. Вінниця : ВНТУ, 2010, 72 с.

202. Крылова Н.Б. Культурология образования. Москва : Народное образование, 2000. 321 с.

203. Кузьмина Н.В. Предмет акмеологии. Санкт-Петербург :

Политехника, 2002. 189 с.

204. Культура и культурология : словарь / сост. и ред. А.И. Кравченко. Москва : Академич. Проект; Екатеринбург: Деловая книга, 2003. 928 с.

205. Курина В.А. Формирование графической культуры у будущих учителей технологии : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Брянский государственный университет имени академика И. Г. Петровского Брянск, 1997. 232 с.

206. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б., Неудахина Н.А. Некоторые теоретические основы технологии визуализации. URL: [http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava\\_8\\_1.html](http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava_8_1.html) (дата звернення 06.06.2020р.).

207. Лагунова М.В. Графическая культура инженера (основы теории): монография. Н. Новгород : Изд-во ВГИПИ, 2001. 251 с.

208. Лагунова М.В. Теория и практика формирования графической культуры студентов высших технических учебных заведений : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.08 / Волжская государственная инженерно-педагогическая академия. Новгород, 2002. 564 с.

209. Лазарева Т.В. Реализация тестовой технологии контроля подготовки студентов учреждений среднего профессионального образования : автореф. дис. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Московский государственный индустриальный университет, Москва, 2012. 29 с.

210. Лау Х. Руководство по информационной грамотности для образования на протяжении всей жизни. Москва : МОО ВПП ЮНЕСКО «Информация для всех», 2006.

211. Левченко С.В. Використання опорно-логічних схем та конспектів на заняттях. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*, 2017, Вип. 4(14), С. 215-220.

212. Ленглер О. А. Применение праксеологического подхода в процессе становления субъектности учащихся, *Педагогическое образование в России*, 2012, №5, С. 203-207.

213. Леонтьев А. Н. Деятельность сознание. Личность: учебное пособие. Москва : Политиздат, 1977. 304с.

214. Леонтьев А.А. От психологии чтения к психологии обучения чтению. Материалы 5-й Международной научно-практической конференции, 26-28 марта 2001 г., Москва.

215. Липский, И. А. Социальная педагогика: Методологический анализ. Москва : ТЦ Сфера, 2004. 320 с.

216. Лисюткин О. М. К вопросу о становлении категории «культура» (XVIII – начало XIX в.). *Философские науки*, 1982, № 3, С. 24-27.

217. Литвиненко Я. В., Яциковська У. Б. Конспект лекцій «Інформаційні технології», Тернопіль, 2015, 229 с. [Електронний ресурс]. URL: [//http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17888/1/IT\\_vse\\_lec.pdf](http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/17888/1/IT_vse_lec.pdf). (дата звернення: 14.09.2018р.).

218. Литвинова С. Г. Поняття й основні характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища середньої школи, *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2014, №2 (40), С. 26-41.

219. Логвіненко В.Г. Використання технології інфографіки для візуалізації навчального контенту. *Фізико-математична освіта : науковий журнал*, 2018, Вип. 2(16), С. 79–85.

220. Лодатко Е.А., Денисова О.П. Моделирование педагогических процессов и систем : монография. Москва : Издательский комплекс МГУПП, 2011. 240 с.

221. Лопатина С. С. Структурно-функциональная модель развития компетенций межличностного и делового общения в процессе подготовки студентов. *Международный научно-исследовательский журнал*, 2016, № 12 (54), Ч. 4, С. 48-52. doi: 10.18454/IRJ.2016.54.165.

222. Львов М.Р. Словарь-справочник по методике русского языка: учеб. пособие для студентов пед. ин-тов. Москва : Просвещение, 1988. 240 с.

223. Лысак И. В., Белов Д. П. Влияние информационно-коммуникационных технологий на особенности когнитивных процессов. *Известия Южного федерального университета : технические науки*, 2013, № 5(142), С. 256-264.

224. Лямина А. А. Формирование графической культуры у будущих конструкторов-модельеров в колледже : автореф. дис ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Северо-Кавказский государственный технический университет, Ставрополь, 2007. 26 с.

225. Магалашвили В.В., Бодров В.Н. Ориентированная на цели визуализация знаний. *Educational Technology & Society*, 2008, №11(1), С. 420-433.

226. Майер В.Р., Крум Е.В. Информационные технологии в обучении проективной геометрии будущих учителей математики. *Вестник КГПУ им. В. П. Астафьева*, 2014, №1(73), С. 92-95.

227. Макаренко Л.Л. Інформаційна культура особистості: історико-педагогічний аналіз. *Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*, 2016, Вип.53, С. 128-140.

228. Макарова М. Інформаційна культура: суспільні та особистісні аспекти пізнання. *Вісник Книжкової палати*, 2017, № 12, С.40-43.

229. Манько Н. Н. Когнитивная визуализация дидактических объектов

в активизации учебной деятельности. *Известия Алтайского государственного университета. Серия: Педагогика и психология*, 2009, № 2. С. 22-28

230. Манько Н.Н. Когнитивная визуализация – базовый психолого-педагогический механизм дидактического дизайна. *Вестник Учебно-методического объединения по профессионально-педагогическому образованию*, 2007, Вып. 2(41), С. 224-234.

231. Мартиросян Л. П. Теоретико-методические основы информатизации математического образования : автореф. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Учреждение Российской академии образования «Институт информатизации образования», Москва, 2010. 35с.

232. Масімова Л. Г. Візуальна грамотність у системі медіаосвіти. *Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского*, 2003, №3, С. 172-176.

233. Маслов В. М. Наглядность и визуализация в парадигмальном и гуманистическом планах. *Современные проблемы науки и образования*, 2014. №2. URL: [www.science-education.ru/116-12460](http://www.science-education.ru/116-12460) (дата звернення: 30.01.2020р.).

234. Матвієнко О., Цивін М. Термінологія предметного поля інформатики: що означає "інформатичний"? *Вісник Книжкової палати*, 2014, № 11, С. 30-32.

235. Математические этюды [Электронный ресурс]. URL: <http://www.etudes.ru> (дата звернення: 07.02.2020р.).

236. Матухин П.Г., Грачева О.А., Эльсгольц С.Л., Певницкая Е. В. Табличная организация образовательного контента как основа BYOD комплекса поддержки и контроля обучения иностранных студентов физике и русскому языку физики на базе облачного ресурса MS ONEDRIVE. [Электронный ресурс]. URL: <http://inforino2016.mpei.ru/transfer2pub> (дата звернення: 20.07.2018р.).

237. Махомета Т. М. Вивчення ліній та поверхонь засобами НІТ. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2012, №3(21), С. 150-157.

238. Меретукова З.К. Методология научного исследования и образования: учебн.пособие для студ., занимающихся НИР и аспирантов. Майкон : Изд-во АГУ, 2003. 244с.

239. Методика и технология обучения математике: пособие для вузов / Под научн.ред. Н.Л.Стефановой, Н.С.Подхоодовой. М.: Дрофа, 2005. 416с.

240. Методологія наукової діяльності: навч. посіб. / за ред. Д. В. Чернілевського. Вінниця : Вид-во АМСКП, 2010. 484с.

241. Мехоношина, О. В. Развитие визуальной культуры студентов

художественно-педагогических специальностей при изучении искусства шрифта : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.08 / Ин-т худож. образования Рос. акад. образования, Москва, 2011. 174 с.

242. Микитюк С. О. Теоретико-методичні засади ресурсного підходу до професійної підготовки майбутнього вчителя : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04 / Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка, Тернопіль, 2013. 425с.

243. Милитарев В.Ю., Яглом И.М. Информационная культура эпохи НТР. Информатика и культура. Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1990. С.94-108.

244. Михалін Г. О., Надточій С. Л., Костюченко А. О. Про кількість нерухомих точок перестановок, число е та індивідуальний підхід у навчанні елементів стохастички майбутніх учителів математики. *Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2009, № 14, С. 120-129.

245. 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.

246. Монахов Д. Н. Повышение визуальной грамотности населения как фактор инновационного развития России. *Социология*, 2013, № 3, С. 118-123.

247. Монахов Д.Н. Визуализация информации как компонент информационной культуры. *Социология*, 2012, №3, С.117-121.

248. Моргун О. М. Визуальная культура невербальных коммуникаций в современной наружной рекламе : дисс. ... канд. культурологии : 24.00.01 / Краснодар. гос. ун-т культуры и искусств, Краснодар, 2010. 271 с.

249. Морзе Н. В., Барна О. В., Вембер В. П. Информатика: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів. Київ : УОВЦ «Оріон», 2017. 208 с.

250. Морзе Н. В., Воротникова І.П. Модель ІКТ компетентності вчителів. *ScienceRise: Pedagogical Education*, 2016, №10(6), С.4-9. DOI: <https://doi.org/10.15587/2519-4984.2016.80644>.

251. Морзе Н.В. Інформаційна культура та її складові. [Електронний ресурс] Українська педагогіка (освітній портал). Вип. 04.03.2009. URL: <http://ukped.com/skarbnichka/627> (дата звернення: 30.09.2019р.).

252. Набиева Т.В. Формирование гражданской грамотности старшеклассников: автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.01 / Башкир. гос. пед. ун-т., Уфа, 2005. 26 с.

253. Набока О. Г. Освітня програма як інструмент забезпечення якості професійної підготовки майбутніх фахівців у закладах вищої освіти.

*Науковий часопис НПУ імені Н. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*, 2018. Вип.60. С. 38-41.

254. Набока О. Г. Підготовка майбутніх викладачів вищої школи до проектування професійно-орієнтованих технологій навчання. *Journal «ScienceRise: Pedagogical Education»*, 2018, №5(25), С. 23-27.

255. Набока О. Г. Технології формування готовності до інноваційної діяльності майбутніх керівників навчальних закладів засобами компетентнісного підходу. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2015, № 4 (48), С. 347-355.

256. Національна доповідь про стан і перспективи розвитку освіти в Україні / Нац. акад. пед. наук України ; за заг. ред. В. Г. Кременя. Київ : Педагогічна думка, 2016. 448 с.

257. Неудахина Н.А. Психологические особенности зрительного восприятия логико-смысловых моделей. *Инструментальная дидактика и дидактический дизайн: теория, технология и практика многофункциональной визуализации знаний* : материалы Первой всероссийской научно-практической конференции, Москва – Уфа, 28 января 2013 г.: Издательство БГПУ имени М. Акмуллы, 2013. С.34.

258. Нечепоренко Л. С., Подоляк Я. В., Пасынок В. Г. Классическая педагогика. Харків : Основа, 1998. 420 с.

259. Нищак І. Д. Інженерно-графічні знання, уміння та навички вчителя технологій: квінтесенція понять. *Педагогічні науки*, 2014, 2 (66), С. 365-370.

260. Нищак І. Д. Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : дис. ... док. пед. наук: 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, Київ, 2017. 425с.

261. Нищак І.Д. Інженерно-графічна культура вчителя технологій як професійний феномен. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2015, Вип. 124, С.186-188.

262. Новая философская энциклопедия : В 4 т. Москва : Мысль, 2001. Т.2. 634 с.

263. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. Москва : СИНТЕГ, 2007. 668 с.

264. Новицкая Е. Н. Системный подход к формированию профессиональной культуры студентов педвуза : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01 / Саратовский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, Саратов, 2002. 24 с.

265. Ожегов С.И. Словарь русского языка: ок. 57 000 слов. Москва : Рус. яз., 1991. 778 с.

266. Ожиганова Е. М. Теория поколений Н. Хоува и В. Штрауса.

Возможности практического применения. *Бизнес-образование в экономике знаний*, 2015, №1, С. 94-97.

267. Оліференко Т. О., Шевченко В. В. Формування графічної компетентності майбутніх учителів технологій: Визначення структурних компонентів. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи*, 2015, Вип. 52, С. 181-188.

268. Ортинський В.Л. Педагогіка вищої школи : навч. посібн. Київ : Центр учбової літератури, 2009. 472 с.

269. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» другого рівня вищої освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. URL: [https://drive.google.com/file/d/1GM\\_gNADSBLc2q0PJ-6JiKH6i6ZRrq-EC/view](https://drive.google.com/file/d/1GM_gNADSBLc2q0PJ-6JiKH6i6ZRrq-EC/view) (дата звернення: 02.01.2020р.).

270. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» другого рівня вищої освіти Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. URL: [http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili\\_OP/Profil\\_OP\\_%20Informatyka\\_dlya\\_osv\\_zakladiv\\_Magistr.pdf](http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili_OP/Profil_OP_%20Informatyka_dlya_osv_zakladiv_Magistr.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

271. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» другого рівня вищої освіти Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. URL: <http://fim.mdpu.org.ua/fakultet-informatiki-matematiki-ta/kafedra-informatiki-i-kibernetiki/osvitnij-protses-kafedri-informatiki-i-kibernetiki/> (дата звернення: 18.11.2019р.).

272. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» другого рівня вищої освіти Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

273. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» першого рівня вищої освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. URL: [https://drive.google.com/file/d/15FwM7AA\\_1pRunnh2Uhd-71QmXeeKL55f/view](https://drive.google.com/file/d/15FwM7AA_1pRunnh2Uhd-71QmXeeKL55f/view) (дата звернення: 02.01.2020р.).

274. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» першого рівня вищої освіти Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. URL: [http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili\\_OP/Profil\\_OP\\_%20Informatyka\\_dlya\\_osv\\_zakladiv\\_Bakalavr.pdf](http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili_OP/Profil_OP_%20Informatyka_dlya_osv_zakladiv_Bakalavr.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

275. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» першого рівня вищої освіти Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. URL: <http://fim.mdpu.org.ua/fakultet-informatiki-matematiki-ta/kafedra-informatiki-i-kibernetiki/osvitnij-protses-kafedri-informatiki-i-kibernetiki/> (дата звернення: 18.11.2019р.).

276. Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» першого рівня вищої освіти Сумського державного педагогічного університету імені

А. С. Макаренка.

277. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. URL: [https://drive.google.com/file/d/1X8\\_4US7WZdS-Ughdye-OgIH8bgM5C0rS/view](https://drive.google.com/file/d/1X8_4US7WZdS-Ughdye-OgIH8bgM5C0rS/view) (дата звернення: 02.01.2020р.)

278. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Донбаського державного педагогічного університету. URL: [http://slavdpu.dn.ua/fmfakultet/opp/opp\\_mag\\_mat-.pdf](http://slavdpu.dn.ua/fmfakultet/opp/opp_mag_mat-.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

279. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. URL: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/ОПП.%20Магістр.%2001%20Освіта%20Педагогіка.%20014%20Середня%20освіта%20\(математика\).%20Вчитель%20математики%20та%20інформатики.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/ОПП.%20Магістр.%2001%20Освіта%20Педагогіка.%20014%20Середня%20освіта%20(математика).%20Вчитель%20математики%20та%20інформатики.pdf) (дата звернення: 02.01.2020р.) Освітня програма «Середня освіта (Інформатика)» першого рівня вищої освіти Донбаського державного педагогічного університету. URL: [http://slavdpu.dn.ua/fmfakultet/opp/opp\\_bak\\_inf.pdf](http://slavdpu.dn.ua/fmfakultet/opp/opp_bak_inf.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

280. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. URL: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/ОПП.%20Магістр.%2001%20Освіта%20Педагогіка.%20014%20Середня%20освіта%20\(математика\).%20Вчитель%20математики%20та%20інформатики.pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/ОПП.%20Магістр.%2001%20Освіта%20Педагогіка.%20014%20Середня%20освіта%20(математика).%20Вчитель%20математики%20та%20інформатики.pdf) (дата звернення: 02.01.2020р.)

281. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. URL: [https://drive.google.com/file/d/1dE5YOKVpGkig8zgiL-SgHqaLL\\_qZCkGE/view](https://drive.google.com/file/d/1dE5YOKVpGkig8zgiL-SgHqaLL_qZCkGE/view) (дата звернення: 02.01.2020р.).

282. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Ужгородського національного університету. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/15322> (дата звернення: 02.01.2020р.).

283. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. URL: [http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili\\_OP/Profil\\_OP\\_%20Matematyka\\_v\\_zakl\\_osvity\\_Magistr.pdf](http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili_OP/Profil_OP_%20Matematyka_v_zakl_osvity_Magistr.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

284. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» другого рівня вищої освіти Сумського державного педагогічного університету імені

А. С. Макаренка.

285. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» першого рівня вищої освіти Донбаського державного педагогічного університету. URL: [http://slavdpu.dn.ua/fmfakultet/opp/opp\\_bak\\_mat.pdf](http://slavdpu.dn.ua/fmfakultet/opp/opp_bak_mat.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

286. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» першого рівня вищої освіти Миколаївського національного університету імені В. О. Сухомлинського. URL: [http://mdu.edu.ua/?page\\_id=22009](http://mdu.edu.ua/?page_id=22009) (дата звернення: 02.01.2020р.).

287. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» першого рівня вищої освіти Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. URL: <https://drive.google.com/file/d/1RGKeitwlvwI6RW7zYM8xDGD5V-5iQpUp/view> (дата звернення: 02.01.2020р.).

288. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» першого рівня вищої освіти Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка.

289. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» першого рівня вищої освіти Ужгородського національного університету. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/16046> (дата звернення: 02.01.2020р.).

290. Освітня програма «Середня освіта (Математика)» першого рівня вищої освіти Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. URL: [http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili\\_OP/Profil\\_OP\\_%20Matematyka\\_v\\_zakl\\_osvity\\_Bakalavr.pdf](http://smc.hnpu.edu.ua/files/Profili_OP/Profil_OP_%20Matematyka_v_zakl_osvity_Bakalavr.pdf) (дата звернення: 18.11.2019р.).

291. Особистісно орієнтовані технології навчання і виховання у вищих навчальних закладах : колективна монографія / за заг. ред. В. Андрущенко, В. Лугового. Київ : Педагогічна думка, 2008. 256 с.

292. Остапенко Р.И. Преподавание дисциплин информационного цикла с помощью ВУОД. *Перспективы Науки и Образования*, 2017, 5 (29), С. 66-73.

293. Офіційний звіт проведення в 2019 році зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти. Т. 2. URL: [http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/08/ZVIT-ZNO\\_2019-Tom\\_2.pdf](http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2019/08/ZVIT-ZNO_2019-Tom_2.pdf) (дата звернення 12.12.2019р.),

294. Педагогика и психология высшей школы: Учебное пособие. Ответственный редактор М. В. Буланова-Топоркова Ростов н/Д : Феникс, 2002. 544 с.

295. Педагогика: большая современная энциклопедия / сост. Е. С. Рапацевич. Минск : Современное слово, 2005. 720 с.

296. Педагогика: личность в гуманистических теориях и системах воспитания. Учебное пособие / Под общей редакцией Е. В. Бондаревской. Москва-Ростов-н/Д : Творческий центр «Учитель», 1999. 560 с.

297. Петрук В, А., Прозор О. П. Професійно-спрямовані інтерактивні форми навчання вищої математики в технічних ВНЗ. *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, 2015, №50, С. 338-344.

298. Петрук В. А., Гречановська О. В., Сабадош Ю. Г. Підходи до впровадження інноваційних технологій в освітній процес технічних ЗВО. *International journal of innovative technologies in social science*, 2019, 5(17), С. 3-7.

299. Петрякова С.В. Соотношение понятий грамотность, компетентность и культура в информационной образовательной среде. *Альманах мировой науки*, 2016, № 3-2, С. 66-67.

300. Пирогова О. В. Моделирование в образовании. *Инновации в образовании*, 2004, №15, С.36-40.

301. Підгорна Т.В. Теоретико-методичні засади підготовки майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін до професійної діяльності в умовах інформатизованого навчального процесу : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, Київ, 2018. 503с.

302. Подготовка учителя математики: Инновационные подходы: Учебное пособие / Под ред. проф. В. Д. Шадрикова. Москва : Гардарики, 2002. 383 с.

303. Подласый И.П. Педагогика. Новый курс : учебн. Москва : Владос, 1999. Кн. 1 : Общие основы. Процесс обучения. 576 с.

304. Пометун О.І. Дискусія українських педагогів навколо питань запровадження компетентнісного підходу в українській освіті. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи* / [під заг. ред. О.В. Овчарук]. Київ : «К.І.С.», 2004. 112 с.

305. Пономарьов О. Особистісно орієнтований підхід до формування професійної культури майбутніх фахівців. *Педагогіка і психологія професійної освіти*, 2002, № 3, С. 157-158.

306. Постанова Кабінету Міністрів України Про Державну національну програму «Освіта» («Україна XXI століття») від 3 листопада 1993 р. N 896. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п>. (дата звернення: 28.08.2019р.).

307. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження Державної програми «Інформаційні та комунікаційні технології в освіті і

науці» на 2006-2010 роки від від 7 грудня 2005 р. N 1153. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1153-2005-п> (дата звернення: 28.08.2019р.).

308. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти на період до 2015 року від 13 квітня 2011 р. N 561. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/561-2011-п> (дата звернення: 28.08.2019р.).

309. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження Державної цільової програми впровадження у навчально-виховний процес загальноосвітніх навчальних закладів інформаційно-комунікаційних технологій «Сто відсотків» на період до 2015 року від 13 квітня 2011 р. N 494. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/494-2011-п> (дата звернення: 28.08.2019р.).

310. Потієнко В.О., Дорошенко Ю.О. З'ясування сутності поняття «художньо-графічна культура». *Трудова підготовка в сучасній школі*, 2012, № 11, С. 26-30.

311. Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року. Указ Президента України від 25.06.2013. № 344\2013. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення 18.08.2019р.)

312. Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/67-2018-%D1%80> (дата звернення: 30.08.2019 р.).

313. Проекти стандартів вищої освіти. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/visha-osvita/naukovo-metodichna-rada-ministerstva-osviti-i-nauki-ukrayini/proekti-standartiv-vishoyi-osviti> (дата звернення: 30.08.2019 р.).

314. Психологическая наука в России XX столетия: проблемы теории и истории / Отв.ред А. В. Брушлинский. Москва : ИП РАН, 1997. 177с.

315. Психологічна енциклопедія / Авт. упор. О. М. Степанов. Київ : “Академвидав”, 2006. 424 с.

316. Психолого-педагогический словарь / Сост. Рапацевич Е.С. Минск : Современное слово, 2006, с.

317. Пшенична О. С. Сутнісний аналіз понять «інформаційна культура» та «інформативна компетентність». *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*, 2018, №61, Т.1, С. 100-104

318. Пщоловский Т. Принципы совершенной деятельности: Введение в праксеологию. Київ : Ин-т праксеологии, 1993. 272 с.

319. Равен Дж. Педагогическое тестирование: Проблемы, заблуждения, перспективы. Природа компетентности. *Школьные технологии*, 1999, № 3, С. 151-175.

320. Рагулина М. И. Компьютерные технологии в математической деятельности педагога физико-математического направления : автореф. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Омский государственный педагогический университет, Омск, 2008. 45с.

321. Раков С. А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія. Харків : Факт, 2005. 360 с.

322. Раков С.А., Горох В.П. Компьютерные эксперименты в геометрию Харків : МП Регіональний центр нових інформаційних технологій, 1996. 176с.

323. Рамський Ю. С. Формування інформаційної культури майбутніх вчителів математики : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Нац. пед. ун-т ім. М. П. Драгоманова, Київ, 2013. 560 с.

324. Рамський Ю.С. Формування інформаційної культури особи – пріоритетне завдання сучасної освітньої діяльності. *Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2004, Вип. 8, С. 19-42.

325. Рапуто А. Г. Визуализация как неотъемлемая составляющая процесса обучения преподавателей. *Международный журнал экспериментального образования*, 2010, №5, С.138-141.

326. Рапуто А.Г. Необходимость повышения визуальной компетентности при применении компьютерных средств визуализации учебной информации. *Ученые записки ИИО РАО*, 2008, № 28, С. 87-91.

327. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів : дис. ... канд. пед.наук : 13.00.02 / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України, Київ, 2011, 21 с.

328. Рашкевич Ю.М. Болонський процес та нова парадигма вищої освіти : монографія. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 168 с.

329. Ребрина В. А. “Цифрова культура педагога”. Навчальна програма. Хмельницький, 2014. URL: <http://dn.hoipro.km.ua/ckp/index.html>. (дата звернення 20.03.2019р.).

330. Резник Н. А. Визуализация учебного контента в современном информационном пространстве. *«Информационно-образовательная среда современного вуза как фактор повышения качества образования»* : материалы межд. науч.-практ. конф., 01-03 ноября 2007 года, Мурманск: МГПУ, 2007. С. 24-26

331. Резник Н. Визуальное мышление в обучении. Методические

основы обучения математике с использованием средств развития визуального мышления. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2012. 652 с.

332. Резник Н. А., Казакова Г. Б. Неопределенный интеграл: визуальный конспект практикум. В 2 частях. Ч.1. Мурманск : Изд-во МГТУ, 1998. 76с.

333. Резник Н. А., Казакова Г. Б. Определенный интеграл: визуальный конспект практикум. В 2 частях. Ч.2. Мурманск : Изд-во МГТУ, 1998. 60с.

334. Резник Н.А. Методические основы обучения математике в средней школе с использованием средств развития визуального мышления : автореф. дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Институт продуктивного обучения Российской академии образования, Санкт Петербург, 1997. 31 с.

335. Резник Н.А. Начальные представления о технике дифференцирования: Визуальный конспект-практикум. Санкт Петербург : Изд-во "Информатизация образования", 2002. 72 с.

336. Резник Н.А. Начальные представления о технике интегрирования: Визуальный конспект-практикум. Санкт Петербург : Изд-во "Информатизация образования", 2001. 72 с.

337. Резник Н.А. Неопределенный интеграл: Визуальный конспект-практикум. Вып. I. Начальные представления о технике интегрирования. Мурманск : Изд-во МГТУ, 1998. 80 с.

338. Резник Н.А., Казакова Г.Б. Неопределенный интеграл. Визуальный конспект-практикум. Вып. II, Ч. 1. Мурманск : Изд-во МГТУ, 1998. 76 с.

339. Резник Н.А., Негодяева Л.Е. Начальные представления о дифференциальном исчислении: Визуальный конспект-практикум. Санкт Петербург : ЛОИРО, 2005. 76 с.

340. Резник Н.А., Неделько Н.С., Ежова Н.М., Начальные представления о матрицах и определителях: Визуальный конспект. Мурманск : Изд-во МГИ, 2003. 44 с.

341. Резниченко Є. Альберто Каїро: «В інфографіці ви берете читача за руку й ведете від початку історії до висновку». URL: [http://osvita.mediasapiens.ua/mediaprosvita/how\\_to/alberto\\_kairo\\_v\\_infografitsi\\_v\\_i\\_berete\\_chitacha\\_za\\_ruku\\_y\\_vedete\\_vid\\_pochatku\\_istorii\\_do\\_visnovku/](http://osvita.mediasapiens.ua/mediaprosvita/how_to/alberto_kairo_v_infografitsi_v_i_berete_chitacha_za_ruku_y_vedete_vid_pochatku_istorii_do_visnovku/) (дата звернення: 02.02.2018р.).

342. Рибалко Л. С. Методолого-теоретичні засади професійно-педагогічної самореалізації майбутнього вчителя (акмеологічний аспект) : монографія. Запоріжжя : ЗДМУ, 2007. 442с.

343. Роберт И. В. Информатизация образования как новая область педагогического знания. *Человек и образование*, 2012, №1(30), С. 14-18. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/informatizatsiya-obrazovaniya-kak-novaya-oblast-pedagogicheskogo-znaniya>. (дата звернення: 12.12.2019р.).

344. 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. Спирін, М. П. Шишкіна / наук. ред. В. Ю. Биков, С. Г. Литвинова, В. І. Луговий. Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2019. 214 с

345. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 14 грудня 2016 р. № 988-р. «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року». URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npras/249613934> (дата звернення: 28.08.2019р.).

346. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 17 січня 2018 р. № 67-р «Про схвалення Концепції розвитку цифрової економіки та суспільства України на 2018-2020 роки та затвердження плану заходів щодо її реалізації». URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npras/pro-shvalennya-konceptsiyi-rozvitku-cifrovoyi-ekonomiki-ta-suspilstva-ukrayini-na-20182020-roki-ta-zatverdzhennya-planu-zahodiv-shodo-yiyi-realizaciyi> (дата звернення: 28.08.2019р.)

347. Романишина О. Я. Інформаційна культура студентів – складова сучасного виховання. *Педагогіка вищої та середньої школи*. Кривий Ріг : КДПУ, 2004, № 9, С. 13–15.

348. Романов Е.В. Теория и практика профессиональной подготовки учителя технологии и предпринимательства в вузе : дис. ... док. пед. наук: 13.00.08 / Магнитогорский государственный университет, Магнитогорск, 2001. 324 с.

349. Роэм Д. Визуальное мышление. Решение проблем и продажа идей при помощи картинок на салфетке / пер. с англ. О. И. Медведь. Москва : Эксмо, 2009. 296с.

350. Савченко О.Я. Ознаки особистісно орієнтованої підготовки майбутнього вчителя. *Творча особистість вчителя: проблеми теорії і практики*, 1997, С. 3-5.

351. Савчук В. В. Медиафилософия: формирование дисциплины. Медиафилософия. Основные проблемы и понятия / под. ред. В.В.Савчука, Санкт Петербург : Санкт-Петербургское философское общество, 2008. 346с.

352. Сальникова Е. В. Феномен визуальности и эволюция визуальной культуры : арэф. ... докт. культурологии : 24.00.01 / ФГОУДПО «Академия переподготовки работников искусства, культуры и туризма», Москва, 2012. 53с.

353. Самсонова С. А. Методическая система использования информационных технологий при обучении стохастике студентов университетов : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.02 / Коряжемский филиал Поморського государственного университета им. М. В. Ломоносова, Коряжма, 2004. 310 с.

354. Сас Н. М. Тенденції професійної підготовки майбутніх керівників навчальних закладів до інноваційного управління (теоретико-методологічний аспект) : дис.. докт. пед. наук. : 13.00.04 / Національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка, Полтава, 2015. 465 с.

355. Светловская Н. Об интеграции как методическом явлении и ее возможности в начальном обучении. *Начальная школа*, 1990, № 5, С. 57-60.

356. Сейдаметова З. С., Аблялимова Э. И., Меджитова Л. М., Сейтвелиева С. Н., Темненко В. А. Облачные технологии и образование. Симферополь : «ДИАЙПИ», 2012, 204 с.

357. Семенихина Е.В., Друшляк М.Г. Розв'язування задач шкільного курсу статистики у середовищах GRAN1 і GEOGEBRA: порівняльний аналіз. *Фізико-математична освіта*, 2015, № 1(4), С. 21-30.

358. Семеніхіна О. В. Теорія і практика формування професійної готовності майбутнього вчителя математики до використання засобів комп'ютерної візуалізації математичних знань : автореф. ... докт. пед. наук : 13.00.04 / ДВНЗ «Донбаський державний педагогічний університет», Слов'янськ, 2017.

359. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Застосування комп'ютерів при вивченні математики. Програми динамічної математики: навчальний посібник. Суми : ВВП «Мрія», 2016. 144 с.

360. Семеніхіна О. В., Друшляк М. Г. Програми динамічної математики у контексті роботи сучасного вчителя: результати педагогічного експерименту. *Інформаційні технології в освіті*, 2015, Вип.22, С. 109-119.

361. Семеніхіна О.В. Професійна готовність майбутнього вчителя математики до використання програм динамічної математики: теоретико-методичні аспекти : монографія. Суми : ВВП «Мрія», 2016. 268 с.

362. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Використання GeoGebra Exam у професійній підготовці майбутніх учителів математики, фізики, інформатики. *Фізико-математична освіта*, 2018, Вип. 1(15), С.290-293.

363. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання математики. Навчальний посібник. Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2017. 144с.

364. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Практика використання параметричного кольору в програмах динамічної математики при

розв'язуванні задач на ГМТ. *Фізико-математична освіта*, 2015, Вип. 2(5), С. 62-72.

365. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Про інструменти контролю в ІГС Математичний конструктор. *Науковий вісник Мелітонільського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка*, 2014, Вип.13 (2), С. 189-195.

366. Семеніхіна О.В., Шамоля В.Г., Удовиченко О.М., Юрченко А.О. Інформатика в схемах і таблицях: Навчальний посібник. Суми : Видавництво "МакДен", 2013. 76 с.

367. Семеріков С. О. Фундаменталізація навчання інформатичних дисциплін у вищій школі : монографія. Кривий Ріг : Мінерал; К.: НПУ ім. М.П.Драгоманова, 2009. 340с.

368. Семеріков С., Теплицький І., Шокалюк С. Мобільне навчання: історія, теорія, методика, *Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах*, 2008, №6, С. 72-82.

369. Сербис И.Н. использование интерактивной геометрической среды при обучении школьников планиметрии. *Известия РГПУ им. Герцена*, 2008, №63-2, С. 176-179.

370. Сергеев С.І. Компьютерные инструменты в обучении: математические апплеты. *Problems of Education in the 21st Century*, 2013, Vol. 52, P. 478- 483.

371. Сергеева Т.Ф., Ягола А. Г., Сербис И. Н. Информационные технологии в преподавании школьного курса геометрии: классика и современность. URL: <http://www.chem.msu.ru/rus/books/2010/lunin/sergeeva.pdf> (дата звернення: 07.02.2020р.).

372. Сидоренко В.К. Інтеграція трудового навчання і креслення як засіб розвитку технічних здібностей школярів : дис. ... докт. пед. наук: 13.00.01 / Український держ. педагогічний ун-т ім. М. П. Драгоманова, Київ, 1995. 350 с.

373. Симоненко С. М. Психологія візуального мислення : автореф. дис. ... д-ра психол. наук : 19.00.01 / Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, Харків, 2005. 38 с.

374. Симоненко С.М. Стратегіально-семантичний підхід до вивчення природи та механізмів візуального мислення. *Психологія і суспільство*, 2007, №3, С. 73-91.

375. Синельник І.В., Алексеєва Г.С. Обґрунтування структури інформаційної культури майбутніх фахівців на засадах системного підходу. *Наукові записки кафедри педагогіки Харківського національного педагогічного університету імені В. Н. Каразіна*, 2018, Вип. 43, С. 367-381.

376. Сисоєва С.О. Творчий розвиток учнів у контексті особистісно орієнтованого навчання. *Гуманітарні науки*, 2001, № 1, С. 110-118.
377. Сікорський П. Філософсько-педагогічні основи диференціації та інтеграції в освіті. *Педагогіка і психологія професійної освіти*, 1999, №1, С. 29-35.
378. Скаткин М. Н. Методология и методика педагогических исследований: в помощь начинающему исследователю. М.: Педагогика, 1986. 152 с.
379. Скворцов Л.В. Информационная культура и цельное знание: избранные труды. Москва : Изд-во МБА, 2001. 288 с.
380. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей : автореф. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Ін-т інформ. технологій і засобів навчання НАПН України, Київ, 2011, 21 с.
381. Словник іншомовних слів (Новий словник іншомовних слів) : близько 40 000 сл. і словосполучень / Л.І. Шевченко та ін. Київ : АРІЙ, 2008. 672 с.
382. Совертков П.И. Формирование геометрического образа с помощью компьютера. Элементарная математика, математическое образование, геометрия и информатика. С-П.: Мифрия, 2002. 96 с.
383. Современная западная философия : словарь / отв. ред. Малахов В. С., Филатов В. П. 2-е изд. Москва : ТОН-Остожье, 1998. 544 с.
384. Сотська Г.І. Акмеологічний підхід у педагогічній освіті України. *Освіта для майбутнього в світлі викликів XXI століття*, 2017, 1. С. 387-397.
385. Социологический энциклопедический словарь. На русском, английском, немецком, французском и чешском языках / Редактор-координатор академик РАН Г.В.Осипов. Москва : Издательская группа ИНФРА. М- НОРМА, 1998. 488 с.
386. Социология: Энциклопедия. Минск : Интерпрессервис; Книжный Дом. А. А. Грицанов, В. Л. Абушенко, Г. М. Евелькин, Г. Н. Соколова, О. В. Терещенко. 2003.
387. Стандарти і рекомендації щодо забезпечення якості в Європейському просторі вищої освіти (ESG) Київ : ТОВ "ЦС", 2015. 32 с. URL: [http://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/standards-and-guidelines\\_for\\_qa\\_in\\_the\\_ehea\\_2015.pdf](http://www.britishcouncil.org.ua/sites/default/files/standards-and-guidelines_for_qa_in_the_ehea_2015.pdf) (дата звернення: 30.01.2020р.).
388. Стрельников В. Ю. Проблема готовности майбутнього вчителя до самовдосконалення. *Імідж сучасного педагога*, 2018. № 3 (180). С. 5-8.
389. Стрельников В. Ю. Професійна підготовка вчителів засобами сучасних технологій навчання. *Педагогічні науки*, 2017, № 70, С. 27-30.

390. Стрельников В. Ю., Бритченко И. Г. Сучасні технології навчання у вищій школі: модульний посібник для слухачів авторських курсів підвищення кваліфікації викладачів МПК ПУЕТ. Полтава : ПУЕТ, 2013. 309 с.

391. Структура ИКТ-компетентности учителей. Рекомендации ЮНЕСКО [Электронный ресурс]. URL: <http://iteach.com.ua/files//content/5EDCFd01.pdf> (дата звернення: 30.01.2020р.).

392. Сырина Т. А. Когнитивная визуализация: сущность понятия и его роль в обучении языку. *Вестник Томского государственного педагогического университета*, 2016, № 7 (172), С. 81–84.

393. Сырова Н. В., Чикишев В. Н. Визуальная культура как средство формирования общей и профессиональной культуры человека. *Вестник Мининского университета*, 2018, Т. 6, № 1. URL: <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2018-6-1-5> (дата звернення: 30.01.2020р.).

394. Тангян С. А. «Новая грамотность» в развитых странах. *Советская педагогика*, 1990, № 1, С. 3-17.

395. Тарасова Н. С. Класифікація форм комунікації в епоху панування візуальних образів. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*, 2014, №1122, С. 33-38.

396. Тележинская Е. Л., Дударева О. Б. Мобильное образование – инструмент современного педагога. *Научное обеспечение системы повышения квалификации кадров*, 2016, №2 (27), С. 88-94.

397. Терещенко С.П., Гафіатуліна І.В. Візуалізація навчального процесу як шлях активізації пізнавальної діяльності слухачів. *Вісник Науково-методичного центру навчальних закладів сфери цивільного захисту*, 2017, № 27, С. 51-53.

398. Тестов В. А. Основные дидактические принципы при изучении математических понятий. *Траектория науки*, 2016, № 1 (6). URL: <http://pathofscience.org/index.php/ps/article/view/39> (дата звернення: 30.01.2020р.).

399. Ткаченко А. В., Кулик Л. О. Формування готовності студентів до застосування тестових технологій – важлива складова сучасної професійної підготовки майбутніх вчителів фізики. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Серія: Педагогічна*, 2016, Вип. 22, С. 169-172.

400. Толковый словарь по основам информационной деятельности / Под ред. Ермошенко. Київ : УкрИНТЭИ, 195. 252 с.

401. Тріус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах : автореф. дис....д-ра

пед. наук : 13.00.02 / Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького, Черкаси, 2005. 61с.

402. Тройникова Е. В. Исследование визуальной компетенции в дидактике межкультурной коммуникации. *Многоязычие в образовательном пространстве*, 2016, Вып.8, С. 14-20.

403. Трухан И.А., Трухан Д.А. Визуализация учебной информации в обучении математике, её значение и роль. *Успехи современного естествознания*, 2013, № 10, С. 113–115.

404. Уваров А.Ю. Цифровая трансформация учения и обучения. *Современное образование: векторы развития. Цифровизация экономики и общества: вызовы для системы образования* : материалы международной конференции, Москва : МГПУ, 2018, С. 189.

405. Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» від 25 червня 2013 року № 344/2013. URL <https://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/344/2013> (дата звернення: 28.08.2019р.).

406. Указ Президента України Про Національну доктрину розвитку освіти від 17 квітня 2002 року N 347/2002. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002> (дата звернення: 28.08.2019р.).

407. Усольцев А. П., Шамало Т. Н. Наглядность и ее функции в обучении. *Педагогическое образование в России*, 2016, №6, С. 102-109

408. Федоренко С. Грамотність як комплексний педагогічний феномен у вищій освіті США. *Вища освіта України*, 2014, №3, С. 97-102.

409. Философский словарь / под ред. И.Т. Фролова. изд. 7-е, перераб. и доп. Москва : Республика, 2001. 719 с.

410. Фирер А. В. Развитие познавательных универсальных учебных действий учащихся основной школы при обучении понятиям функциональной линии алгебры средствами визуализации: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / Омский государственный педагогический университет, Омск, 2018. 255с.

411. Філософський енциклопедичний словник. Довідникове видання / Редакційна колегія В. І. Шинкарук (голова редколегії). К.: Абрис, 2002. 742 с.

412. Фридман Л.М. Наглядность и моделирование в обучении. Москва : Знание, 1984. 80 с.

413. Фролова П. И. К вопросу об историческом развитии понятия «функциональная грамотность» в педагогической теории и практике. *Наука о человеке: гуманитарные исследования*, 2016, 1(23), С. 179- 185.

414. Хайбулаев М.Х., Исламова С.Х. Структура и компоненты информационной культуры школьников. *Известия ДГПУ. Психолого-*

*педагогические науки*, 2015, №2, С. 68-73.

415. Ханов Г.В., Федотова Н.В. Проблемы формирования графической компетентности у студентов с заниженным уровнем подготовки по графическим дисциплинам. *Педагогические науки. Фундаментальные исследования*, 2014, № 5, С. 374-378.

416. Хом'юк І.В., Петрук В.А., Хом'юк В.В. Фактори впливу на професійне самовизначення особистості в умовах ринкової економіки. *Педагогіка безпеки*, 2017. Вип. 1: 6-12. С. 6-11.

417. Хоружий Г. Студентоцентризм як принцип академічної культури. *Вища школа*, 2012, № 4, С. 7-24.

418. Храповицкий И.С. Эвристический полигон для изучения геометрии. *Компьютерные инструменты в образовании*, 2003, №1, С. 15-26.

419. Хуторской А.В. Ключевые компетенции как компонент личностно ориентированной парадигмы образования. *Народное образование*, 2003, №2, С. 58-64.

420. Хуторской А.В. Чем функциональная грамотность отличается от компетенции? Персональный сайт – Хроника бытия; 11.03.2016 г. URL: <http://khutorskoj.ru/be/2016/0311/> (дата звернення: 30.01.2020).

421. Царева М.И. Информационная культура и информационная компетентность с позиций философии и социологии. *Аспекты и тенденции педагогической науки* : материалы II Международной научной конференции. Санкт Петербург : Свое издательство, 2017. С. 91-94.

422. Цифрова адженда України – 2020. URL: <https://uccr.org.ua/uploads/files/58e78ee3c3922.pdf> (дата звернення: 28.08.2019р).

423. Цифровизация [Электронный ресурс]. Викисловарь. URL: <https://ru.wiktionary.org/wiki/цифровизация> (дата звернення: 07.02.2020р.).

424. Цицерон М.Г. Философские трактаты / Отв. ред., сост. и авт. вступ. ст. д-р филос. наук Г.Г. Майоров. Москва : Наука, 1985. 381 с.

425. Чемерис Г. Ю., Осадча К. П. Аналіз сутності поняття “графічна компетентність” у системі підготовки майбутнього бакалавра з комп’ютерних наук. *Ukrainian Journal of Educational Studies and Information Technology*, 2017, Vol. 5, №. 3, С. 37-46.

426. Чемоданова Т.В. Система информационно-технического обеспечения графической подготовки студентов технического вуза : дис. ... док. пед. наук : 13.00.08 / Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург, 2004. 497 с.

427. Чернилевский Д.В. Дидактические технологии в высшей школе: Учеб. пособие для вузов. Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2002. 437 с.

428. Чошанов М.А. Гибкая технология проблемно-модульного обучения. Москва : Народное образование, 1996.
429. Шабанова М.В., Ширикова Т. С. Обучение доказательству с использованием интерактивной геометрической среды. *Ярославский педагогический вестник*, 2012, Т.2, №3, С. 86-92.
430. Шадриков В. Д. Проблемы самогенеза профессиональной деятельности. Москва : Наука, 1982. 185с.
431. Швырев В. С. Научное познание как деятельность. Москва : Политиздат, 1984. 232с.
432. Шевандрин Н. И. Психодиагностика, коррекция и развитие личности. Москва : Владос, 1998. 512 с.
433. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетики. Москва: Мир, 1971. 382 с.
434. Шеннон Р. Ю. Имитационное моделирование систем – искусство и наука : пер. с англ. / [ под ред. Е. К. Масловского. Москва : Мир, 1978. 418 с.
435. Шехавцов М. Інформаційна культура студентської молоді в нових освітніх умовах. *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2018, Т. 2, Вип.21, С 195-198.
436. Шехтер М.С. Зрительное опознание. Закономерности и механизмы. Москва : Педагогика, 1981. 264 с.
437. Ширикова Т.С. Методика обучения учащихся основной школы доказательству теорем при изучении геометрии с использованием GeoGebra : дис...канд.пед наук : 13.00.02 / ФГАОУ ВПО «Северный (Арктический) федеральный университет им. В. М. Ломоносова, Архангельск, 2014, 250 с.
438. Шишкіна М. П., Попель М. В. Хмаро орієнтоване освітнє середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень, *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2013, 5 (37), С. 66-80.
439. Шишов С. Понятие компетентности в контексте качества образования. *Дайджест школа-парк*, 2002, №3, С.20-21.
440. Шишов С.Е., Агапов И. Г. Компетентностный подход к образованию: прихоть или необходимость? *Стандарты и мониторинг*, 2002, № 2, С. 58-62.
441. Шорина Т.В. Педагогическая технология визуализации учебной информации в высшей школе : дисс. ... канд. пед. наук 13.00.01 / ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», Казань, 2017. 213 с.
442. Шорохова Т. И. Сущность, структура и компоненты информационной культуры личности обучающегося в условиях дистанционного обучения. *Инновации в образовании*, 2008, № 9, С. 37-43.
443. Штейнберг В. Э. Теоретико-методологические основы

дидактических многомерных инструментов для технологий обучения : автореф. дис. ... докт. пед. наук : 13.00.01 / Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, Екатеринбург, 2000. 24 с.

444. Шуман Г. Компьютерный метод исследования функциональных зависимостей в геометрических фигурах. *Компьютерные инструменты в образовании*, 2001, №2, С. 68-74.

445. Шуман Х. Введение в изучение конических сечений с помощью Cabri 3D. *Компьютерные инструменты в образовании*, 2005, №3, С.26-31.

446. Щуркова Н. Е. Педагогическая технология как учебная дисциплина. *Педагогика*, 1993, № 2, С. 66-70.

447. Энциклопедический словарь / Под ред. Б.А. Введенского. Москва : "БСЭ", 1954. Т. 2. 202 с.

448. Юдин Э. Г. Методология науки. Системность. Деятельность. Москва : Эдиториал УРСС, 1997. 444с.

449. Якиманская И. С. Психологические основы математического образования. Москва : Издательский центр «Академия», 2004. 320 с.

450. Якиманская И. С. Личностно-ориентированное обучение в современной школе. Москва : Сентябрь, 1996. 96 с.

451. Яковлев Е. В., Яковлева Н. О. Педагогическая концепция: методологические аспекты построения. Москва : Владос, 2006. 239 с.

452. Яхро Т. О. Ретроспективний аналіз феномену кліпового мислення та його врахування в дидактиці сучасної математичної підготовки у технічних ЗВО. «Проблеми та інновації в природничо-математичній, технологічній і професійній освіті» : VIII Міжнародна науково-практична онлайн-інтернет конференція, присвячена 100-річчю І.Г.Ткаченка. URL: <https://www.cuspu.edu.ua/ua/viii-mizhnarodna-naukovo-praktychna-onlain-internet-konferentsiia-problemy-ta-innovatsii-u-pryrodnycho-matematychnii-tekhnologichnii-i-profesiinii-osviti/>(дата звернення: 30.01.2020р.).

453. Ященко Л. Є. Від текстового формату до інфографічного: філософсько-педагогічні роздуми. *Збірник наукових праць «Гілея: науковий вісник»*, 2016, Вип.105, С. 307-310.

454. Anderson L.W., Krathwohl D.R. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of education objectives. New York: Addison Wesley Longman, 2001.

455. Ausburn L. J., Ausburn F. G. Visual Literacy – Background, Theory and Practice. *Programmed Learning and Educational Technology*, 1978, No 15, P. 292-297.

456. Ballagas R., Rohs M., Sheridan J., Borchers J. BYOD: Bring Your Own Device. *UbiComp 2004 Workshop on Ubiquitous Display Environments*.

Nottingham, UK, September 2004.

457. Björn B. de Koning, Huib K. Tabbers, Remy M. J. P. Rikers, Fred Paas. Towards a Framework for Attention Cueing in Instructional Animations: Guidelines for Research and Design. *Educ. Psychol. Rev.*, 2010, 21, P. 113-140.

458. Braden R. A., Hortin J. A. Identifying the Theoretical Foundations of Visual Literacy. *Journal of Visual*, 1982, No 2, P. 37-42.

459. Buzan T. The Mind Map Book. New York: Penguin Books USA, 1994. 320 p.

460. Clenents D. H., McMillen S. Rethinking Concrete Manipulatives. Teaching Children Mathematics. *National Council of Teachers of Mathematics*, 1996, Vol. 2 (5), P. 270-279.

461. Considine D. M. Visual Literacy and Children's Books – An Integrated Approach. *School Library Journal*, 1986, P. 38-42.

462. Debes J. The Loom of Visual Literacy. *Audiovisual Instruction*, 1969, No 14(8), P. 25-27.

463. Demirkan O., Gürişik A., Akin O. Teachers' Opinions About "Plickers" One Of The Online Assessment Tools. Educational Research And Practice, 2019. URL: [https://www.researchgate.net/profile/Gokhan\\_Duman/publication/326902788\\_Educational\\_Research\\_and\\_Practice/links/5b6b1c2f45851546c9f6d0e7/Educational-Research-and-Practice.pdf#page=484](https://www.researchgate.net/profile/Gokhan_Duman/publication/326902788_Educational_Research_and_Practice/links/5b6b1c2f45851546c9f6d0e7/Educational-Research-and-Practice.pdf#page=484) (дата звернення: 26.02.2019р.).

464. Falcón R. M., Moreno A., Ríos R. Designing evacuation routes with GeoGebra. *GeoGebra International Journal of Romania*, 2016, 4 (2), C. 25-38.

465. Falcón R. M., Ríos R. The use of GeoGebra in Discrete Mathematics. *GeoGebra International Journal of Romania*, 2015, 4 (1), C. 39-50.

466. Few S. Data visualization for Human Perception: The Encyclopedia of Human-Computer Interaction, 2nd Ed. URL: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/data-visualization-for-human-perception> (дата звернення: 26.02.2019 р.).

467. Gürişik A. Opinions of high school students about plickers: one of the online formative assessment tools. *International Journal of Scientific Research and Innovative Technology*, 2019, Vol. 6, No. 1, P. 11-25.

468. Howe N., Strauss W. Generations: The History of America's Future, 1584 to 2069. New York: William Morrow & Company, 1991. 540 p.

469. Ibili E., Sahin S. The effect of augmented reality assisted geometry instruction on students' achievement and attitudes. *Teaching Mathematics and Computer science*, 2015, 13/2, P. 177-193.

470. Information Literacy Competency Standards for Higher Education. URL: <http://www.ala.org/ala/acrl/acrlstandards/informationliteracycompetency>.

htm (дата звернення: 30.01.2020р.).

471. 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.

472. 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.

473. 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.

474. Kleyman B. Welcome to Fog Computing: Extending the Cloud to the Edge. URL: <http://www.cisco.com>. (дата звернення: 30.01.2020р.).

475. 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.

476. Lee K. Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 2012, 56(2), P.13-21.

477. 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.

478. Martin J. Downcast eyes: The denigration of vision in twentieth-century French thought. Berkeley: University of California Press, 1993.

479. McCargo M.G. The Effects of Plickers As Response Cards On Academic Engagement Behavior In High School Students. Master's Thesis. College of Education and Psychology, University of Southern Mississippi, 2017. URL: [http://aquila.usm.edu/masters\\_theses/300](http://aquila.usm.edu/masters_theses/300) (дата звернення: 26.02.2019 р.).

480. Michael E. A., Ejeng I. E. A., Udit M. A., Yunus M. M. The Use of Plickers for Language Assessment of Reading Comprehension. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 2019, 9(1), P. 637-645.

481. Minihan M. Transmedia Storytelling for the Digital Generation: A Guide for Self-Publication with the Adobe Digital Publishing Suite. Johnson City, TN: East Tennessee State University, 2012.

482. Nguyen D.N. The Development of the Proving Process Within a Dynamic Geometry Environment. *European Researcher*, 2012, 32, 10-2, P. 1731-1744.

483. Özen D., Köse N. Investigating Pre-service Mathematics Teachers' Geometric Problem Solving Process in Dynamic Geometry Environment. *Turkish*

*Online Journal of Qualitative Inquiry*, 2013, 4(3), P. 61-74.

484. Patti S. Caravello, Chair, Eloisa Gomez Borah, Judith Herschman, Eleanor Mitchell. UCLA Library Information Competence at UCLA: Report of a Survey Project. URL: [http://www.library.ucla.edu/infocompetence/index\\_noframes.htm](http://www.library.ucla.edu/infocompetence/index_noframes.htm) (дата звернення: 30.01.2020).

485. Paul B. Visual Culture Art Education: Why, What and How, Copyright NSEAD, 2002.

486. Proposal for a COUNCIL RECOMMENDATION on Key Competences for Life long Learning. 2018/0008 (NLE). Brussels, 17.01.2018. URL: <https://ec.europa.eu/education/sites/education/files/recommendation-key-competences-lifelong-learning.pdf>.

487. Puentedura, R. The SAMR Model: Background & Exemplars. URL: [http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR\\_BackgroundExemplars.pdf](http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2012/08/23/SAMR_BackgroundExemplars.pdf) (дата звернення 02.12.2019р.).

488. Quality of Worklife Survey. American Federation of Teachers. 2015. URL: <http://www.aft.org/sites/default/files/worklifesurveyresults2015.pdf> (дата звернення: 27.08.2019р.).

489. Rikers R. M. J. P., Van Gerven P. W. M., Schmidt H. G. Cognitive Load Theory as a Tool for Expertise Development. *Instructional Science*, 2004, Vol. 32, P. 173-182.

490. Rorty R. Metaphilosophical Difficulties of Linguistic Philosophy. *The Linguistic Turn: Essays in Philosophical Method*. Chicago: The University of Chicago Press, 1992. P.1 -39.

491. Sancho V. La infografía: técnicas, análisis y usos periodísticos. Universitat Autònoma de Barcelona, 2001. 231 p.

492. 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.

493. Semenikhina O., Drushlyak M., Zigunova I., Budyanskiy D. Geogebra as means of improving the quality of education. *14th International Conference on ICT in Education, Research, and Industrial Applications: Integration, Harmonization, and Knowledge Transfer (ICTERI 2018)*. May 14-17, 2018. Kyiv, 2018, P. 331-345.

494. Small G., Vorgan G. *iBrain: Surviving the Technological Alteration of the Modern Mind*. New York, NY: Harper Collins, 2009. 256p.

495. Smith M.K. «Competence and competencies», the encyclopedia of informal education. 2005. URL: <http://www.infed.org/biblio/b-comp.html>

496. Spirin O., Ereemeev V. The usage of cloud services in the process of professional training of programmers at higher educational institutions,

*Інформаційні технології в освіті*, 2017, 32, С. 7-20.

497. Sweeney J. BYOD in Education (A report for Australia and New Zealand). *Intelligent Business Research Services*, 2012, 28 с.

498. Thomas J. R., López-Fernández V., Llamas-Salguero F., Martín-Lobo P., Pradas S. Participation and knowledge through Plickers in high school students and its relationship to creativity. In *UNESCO-UNIR ICT & Education Latam Congress*, 2016, P. 113-123.

499. Towards the European Higher Education Area. Communiqué of the meeting of European Ministers in charge of Higher Education in Prague on May 19th 2001. URL: <http://www.encore-edu.org/ENCoRE-documents/prague.pdf> (дата звернення: 30.01.2020р.).

500. Trafi-Prats L. Art Historical Appropriation in Visual Culture-Based Education. *Studies in Art Education*, 2009, V.50, Is. 2, P.152-167.

501. TUNING educational structures in Europe. URL: <http://www.ehea.info/cid101886/tuning-educational-structures-europe.html> (дата звернення 18.08.2019р.).

502. Ware C. Information visualization. *Perception for Design*. Morgan Kaufmann Publishers. 2001. 486 p.

503. Watt D. Computer Literacy: Issues and Directions for 1985. Academic Press, 1982.

504. West M., Vosloo S. UNESCO Policy Guidelines for Mobile Learning. 2013. 41p. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219641> (дата звернення 20.08.2019р.).

505. Wood T. A., Brown K., Grayson J. M. Faculty and student perceptions of Plickers. In *ASEE Zone II Conference*, 2017. URL: <http://zone2.asee.org/sessions/program/3/84.pdf> (дата звернення: 26.02.2019 р.).

506. Wuttiptom S., Toeddhanya K., Buachoom A., Wuttisela K. Using Plickers cooperate with Peer Instruction to promote students' discussion in Introductory Physics Course. *Universal Journal of Educational Research*, 2017, 5(11), P. 1955-1961. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.051111>.

507. Ziatdinov R., Rakuta V. Dynamic Geometry Environments as a Tool for Computer Modeling in the System of Modern Mathematics Education. *European Journal of Contemporary Education*, 2012, Vol. 1, No 1 P. 93-100.

508. Zimmermann W., Cunningham S. Visualization in Teaching and Learning Mathematics. Washington, DC: Mathematical Association of America, 1991. 230 p.

# ДОДАТКИ

## Додаток А

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний педагогічний університет  
імені А.С.Макаренка

Кафедра математики



**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Проректор з  
науково-педагогічної  
(навчально-виховної) роботи

«28» 01 2016 р.

### РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*Застосування комп'ютерів при вивченні математики*

напрямок 6.040201 Математика\*

факультет фізико-математичний

Європейська кредитно-трансферна система  
організації освітнього процесу

Суми – 2016

Робоча програма з курсу «Застосування комп'ютерів при вивченні математики» для студентів за напрямом підготовки 6.040201 Математика\*.

«26» січня 2016 р. - 12 с.

Розробники: кандидат фізико-математичних наук Друшляк М.Г.

Робоча програма розглянута на засіданні кафедри математики

Протокол № 6 від «26» січня 2016 р.

Завідувач кафедри Друшляк проф. Лиман Ф.М.

«26» січня 2016 р.

Затверджено вченою радою фізико-математичного факультету

Протокол № 6 від «28» січня 2016 р.

Голова Петренко доц. Петренко С.В.

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		денна форма навчання
Кількість кредитів – 2	Галузь знань 0402 Фізико-математичні науки	Нормативна
	Напрямок підготовки 6.040201 Математика*	
Модулів – 1	Спеціальність ( <i>професійне спрямування</i> ): Математика*	<b>Рік підготовки:</b>
Змістових модулів – 2		4-й
Індивідуальне навчально-дослідне завдання - 1		<b>Семестри: 8</b>
Загальна кількість годин – 60		<b>Лекції - 10 год.</b>
Тижневих годин для денної форми навчання:	Освітньо-кваліфікаційний рівень: бакалавр	<b>Лабораторні – 22 год.</b>
аудиторних: 2 год.		<b>Самостійна робота – 28 год.</b>
самоств. роботи: 2 год.		Вид контролю: залік

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** викладання дисципліни: вивчити шляхи використання інформаційних технологій для підтримки вивчення шкільного курсу математики (планіметрії, стереометрії, елементів алгебри та початків аналізу).

**Завдання** вивчення дисципліни:

- познайомити з різним програмним забезпеченням навчального математичного спрямування;
- сформувати вміння критично обирати потрібну програму динамічної математики при розв'язуванні різних класів задач;
- розвинути конструктивні вміння.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

**знати:**

- ППЗ навчання математики, їх класифікацію;
- особливості використання окремих ППЗ на уроках математики;

**вміти:**

- аналізувати літературу з проблем використання ППЗ з математики;
- розв'язувати типові задачі шкільного курсу засобами ІТ:
  - Побудова графічних зображень плоских фігур.
  - Вимірювання довжини відрізків і величин кутів.

- Обчислення довжин ланок ламаних і площ областей, обмежених замкненими ламаними.
- Розв’язування і дослідження розв’язків задач на побудову.
- Розв’язування трикутників.
- Обчислення площ, периметрів, кутів многокутників.
- Побудова графічних зображень просторових фігур за допомогою комп’ютера.
- Обчислення довжин ребер, висот, площ граней, бічних і повних поверхонь, об’ємів многокутників.
- Обчислення об’ємів і площ поверхонь паралелепіпеда, піраміди, зрізаної піраміди, циліндра, конуса, зрізаного конуса, кулі.
- Аналіз перетину многогранника площиною.
- Обчислення об’ємів і площ поверхонь тіл, обмежених поверхнями, що утворюються обертанням ламаних і кривих ліній навколо однієї з координатних осей.
- Тотожні перетворення алгебраїчних виразів за допомогою комп’ютера.
- Побудова графіків і дослідження функцій.
- Обернені функції та побудова їх графіків.
- Графічне і символічне розв’язування рівнянь і нерівностей та їх систем.
- Чисельне і символічне відшукування похідних функцій.
- З’ясування властивостей похідних функцій.
- Відшукування первісних та обчислення визначених інтегралів.
- Наближене обчислення за допомогою комп’ютера довжин кривих ліній та площ криволінійних трапецій з використанням ламаних ліній.
- Набір спостережених даних та побудова на їх основі варіаційного ряду.
- Дискретні та неперервні розподіли статистичних ймовірностей та їх дослідження.
- Многокутник дискретного розподілу та гістограма неперервного розподілу статистичних ймовірностей та їх побудова.
- Функції дискретного та неперервного розподілів статистичних ймовірностей та побудова їх графіків.
- Визначення числових характеристик розподілів статистичних ймовірностей.
- Обчислення статистичних ймовірностей випадкових подій при заданих розподілах статистичних ймовірностей.
- організувати контроль знань з використанням програми «Математичний конструктор»;
- створювати інтерактивних аплетів у програмі *GeoGebra*, розміщувати їх у мережі Інтернет та використовувати при створенні електронних підручників.

### 3. Програма навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1. Застосування комп'ютера при вивченні алгебри, початків аналізу та статистики.**

**Тема 1. Застосування комп'ютера при вивченні алгебри та початків аналізу**

**Зміст.** Розв'язування рівнянь, нерівностей та їх систем у середовищах динамічної математики. Розв'язування задач з параметрами. Розв'язування задач диференціального та інтегрального числення засобами програм динамічної математики: знаходження проміжків зростання та спадання функції, знаходження локального екстремума, обчислення визначених та невластних інтегралів, обчислення площі криволінійної трапеції.

**Тема 2. Застосування комп'ютера при вивченні математичної статистики**

**Зміст.** Статистичні розрахунки у середовищах динамічної математики: введення статистичних даних, побудова гістограми, полігону, функції розподілу, обчислення математичних характеристик.

**Змістовий модуль 2. Застосування комп'ютера при вивченні геометрії**

**Тема 1. Застосування комп'ютера при вивченні планіметрії**

**Зміст.** Розв'язування геометричних задач на дослідження. Створення власних комп'ютерних інструментів. Розв'язування задач на ГМТ. Покрокові демонстрації при розв'язуванні задач на побудову. Комп'ютерна підтримка вивчення теми «Геометричні перетворення». Використання методу координат у пакетах динамічної математики.

**Тема 2. Застосування комп'ютера при вивченні стереометрії**

**Зміст.** Розв'язування стереометричних задач в середовищах динамічної математики. Побудова перерізів многогранників у пакеті «Жива Геометрія». Побудова розгорток многогранників. Розв'язування задач на ГМТ в просторі. Комп'ютерна підтримка теми «Геометричні перетворення в просторі». Організація контролю знань з використанням програми «Математичний конструктор». Створення інтерактивних аплетів у програмі *GeoGebra*. Використання інтерактивних аплетів при створенні електронних підручників.

### 4. Структура навчальної дисципліни

Тема	Кількість годин, відведених на		
	лекції	лабораторні	самостійну роботу
<b>Змістовий модуль I. Застосування комп'ютера при вивченні алгебри, початків аналізу та статистики.</b>			
Тема 1. Застосування комп'ютера при вивченні алгебри та початків аналізу	4	4	-
Тема 2. Застосування комп'ютера при вивченні математичної статистики	2	2	4

<b>Змістовий модуль II. Застосування комп'ютера при вивченні геометрії</b>			
Тема 1. Застосування комп'ютера при вивченні планіметрії	2	8	16
Тема 2. Застосування комп'ютера при вивченні стереометрії	2	8	8
<b>Усього годин</b>	<b>10</b>	<b>22</b>	<b>28</b>

#### **5. Теми лекційних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Сучасні програми динамічної математики. Історичний огляд. Комп'ютерні інструменти.	2
2.	Використання комп'ютера при вивченні алгебри та початків аналізу.	2
3.	Використання комп'ютера при вивченні теорії ймовірностей та математичної статистики.	2
4.	Використання комп'ютера при вивченні планіметрії.	2
5.	Використання комп'ютера при вивченні стереометрії.	2

#### **6. Теми лабораторних занять**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
<b>Змістовий модуль 1</b>		
1	Використання комп'ютера при вивченні алгебри та початків аналізу	2
2	Розв'язування задач шкільного курсу алгебри і початків аналізу	2
3	Статистичні розрахунки у середовищах динамічної математики	2
<b>Змістовий модуль 2</b>		
4-5	Використання комп'ютера при вивченні планіметрії	4
6	Розв'язування задач планіметрії	2
7-8	Використання комп'ютера при вивченні стереометрії	4
9	Розв'язування задач стереометрії	2
10	Організація контролю знань	2
11	Контрольна робота	

#### **7. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Комп'ютерні інструменти <i>Слід</i> та <i>Локус</i> в програмах динамічної математики	4
2	Додаткові комп'ютерні інструменти	2
3	Візуалізація експериментальних випробувань на основі випадкових подій у середовищі	4

	<i>GeoGebra 5.0.</i>	
4	Розв'язування задач на ГМТ в просторі в програмах <i>Cabri</i> та <i>GeoGebra 5.0.</i>	4
5	Організація контролю знань засобами динамічної математики	6
6	Створення інтерактивних аплетів в програмі <i>GeoGebra</i>	4
7	Використання інтерактивних аплетів при створенні електронних підручників	4

## Питання для перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу

### Питання до заліку

1. ППЗ навчання математики, їх класифікація
2. Особливості використання окремих ППЗ на уроках математики.
3. Побудова графічних зображень плоских фігур.
4. Вимірювання довжин відрізків і величин кутів.
5. Обчислення довжин ланок ламаних і площ областей, обмежених замкненими ламаними.
6. Розв'язування і дослідження розв'язків задач на побудову.
7. Розв'язування трикутників.
8. Обчислення площ, периметрів, кутів многокутників.
9. Побудова графічних зображень просторових фігур за допомогою комп'ютера.
10. Обчислення довжин ребер, висот, площ граней, бічних і повних поверхонь, об'ємів многокутників.
11. Обчислення об'ємів і площ поверхонь паралелепіпеда, піраміди, зрізаної піраміди, циліндра, конуса, зрізаного конуса, кулі.
12. Аналіз перетину многогранника площиною.
13. Обчислення об'ємів і площ поверхонь тіл, обмежених поверхнями, що утворюються обертанням ламаних і кривих ліній навколо однієї з координатних осей.
14. Тотожні перетворення алгебраїчних виразів за допомогою комп'ютера.
15. Побудова графіків і дослідження функцій.
16. Обернені функції та побудова їх графіків.
17. Графічне і символічне розв'язування рівнянь і нерівностей та їх систем.
18. Чисельне і символічне відшукування похідних функцій.
19. З'ясування властивостей похідних функцій.
20. Відшукування первісних та обчислення визначених інтегралів.
21. Наближене обчислення за допомогою комп'ютера довжин кривих ліній та площ криволінійних трапецій з використанням ламаних ліній.
22. Набір спостережених даних та побудова на їх основі варіаційного ряду.
23. Дискретні та неперервні розподіли статистичних ймовірностей та їх дослідження.

24. Многокутник дискретного розподілу та гістограма неперервного розподілу статистичних ймовірностей та їх побудова.

25. Функції дискретного та неперервного розподілів статистичних ймовірностей та побудова їх графіків.

26. Визначення числових характеристик розподілів статистичних ймовірностей.

27. Обчислення статистичних ймовірностей випадкових подій при заданих розподілах статистичних ймовірностей.

### 8. Індивідуальні завдання

#### Індивідуальне завдання №1

Провести самостійне дослідження. Зробити статистичний аналіз проведеного експерименту.

В-т	Завдання
1-6	З колоди навмання вибирають карту і фіксують її масть. Скласти частотну таблицю випадіння мастей карт на основі 30 вибраних карт. Вказівка: пронумеруйте кожну масть. Визначити основні характеристики вибірки.
7-12	Гральний кубик кидають 50 разів. Скласти частотну таблицю випадіння очок на грані кубика. Визначити основні характеристики вибірки.

#### Індивідуальне завдання №2

1. Побудуйте лінію перетину площин на завантаженому стереокресленні.
2. Побудувати переріз многогранника за точкою і слідом січної площини, звантаживши креслення.
3. Побудувати переріз куба за трьома точками методом слідів, звантаживши креслення.

#### Індивідуальне завдання №3

Створити інтерактивний аплет для демонстрації теореми з використанням програми *GeoGebra*.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний контроль				Самостійна робота	Сума	Підсум. (екз.)	Загаль на сума
РОЗДІЛ I		РОЗДІЛ II					
Т.1.1	Т.1.2	Т.2.1	Т.2.2	30	100	-	100
11	4	19	36				

### 10. Методичне забезпечення

Для організації роботи зі студентами використовуються наступні навчально-методичні матеріали:

1. Семеніхіна О.В. Використання комп'ютера при вивченні математики. Програми динамічної математики / О. В. Семеніхіна, М. Г. Друшляк. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка. – 2016. – с. 146.

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Дубровский В. Учимся работать с «Математическим конструктором» / Дубровский В. // Математика. – 2009. – №13. – С. 2-48.
2. Жалдак М.І. Елементи стохастики з комп'ютерною підтримкою. Посібник для вчителів / М.І. Жалдак, Г.Ю. Михалін. – К.: РНУ "ДІНІТ", 2004. – 125с.
3. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках геометрії: Посібник для вчителів / М.І. Жалдак, О.В. Вітюк– К.: РНУ "ДІНІТ", 2004. – 169с.
4. Жалдак М.І. Комп'ютер на уроках математики: Посібник для вчителів / Жалдак М.І. – К.: Техніка, 1997. – 304 с..
5. Жалдак М.І. Математика з комп'ютером. Посібник для вчителів / Жалдак М.І., Горошко Ю. В., Вінниченко Є. Ф. – К.: РНУ "ДІНІТ", 2004. – 252с.
6. Раков С.А. Компьютерные эксперименты в геометрии / С.А. Раков, В.П. Горох. – Х.: МП Регіональний центр нових інформаційних технологій, 1996. – 176с.
7. Хохенватор М. Введение в GeoGebra / Хохенватор М. / Перевод Т.С. Рябова. – 2012. – 153с.
8. Семеніхіна О.В. Використання комп'ютера при вивченні математики. Програми динамічної математики / О. В. Семеніхіна, М. Г. Друшляк. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка. – 2015. – с. 140.

### Додаткова

9. Drushlyak M.G. Computer Tools “Trace” and “Locus” in Dynamic Mathematics Software / M.G. Drushlyak // European Journal of Contemporary Education. – 2014. – V.10 (4). – P. 204-214.
10. GeoGebra. Матеріали. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geogebraTube.org/search/results/uid/UmY4n1dqEN8AACLq40AAACy5266389f9b430>
11. Semenikhina E.V. Computer Mathematical Tools: Practical Experience of Learning to Use Them / E.V. Semenikhina, M.G. Drushlyak // European Journal of Contemporary Education. – 2014. – V.9 (3). – P. 175-183.
12. Semenikhina E.V. The necessity to Reform the Mathematics Education in the Ukraine / E.V. Semenikhina, M.G. Drushlyak // Journal of Research in Innovative Teaching. – 2015. – 8. – P.51-62.
13. Semenikhina O., Drushlyak M. The Study of Dynamic Mathematics Software: Startistical Analysis of its Number for the Demand of the Modern Math Teacher // European Journal of Contemporary Education. – 2015. – V. (). – P. .
14. Semenikhina O.V. Organization of Experimental Computing in Geogebra 5.0 in Solving Problems of Probability Theory / O.V. Semenikhina, M.G. Drushlyak // European Journal of Contemporary Education. – 2015. – V. 11(1). – P. 82-90.
15. Дубровский В.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 1 / В.Н. Дубровский, С.Н. Поздняков // Компьютерные инструменты в школе. – 2008. – №.1. – С. 21-31.

16. Дубровский В.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 2. Геометрические построения. Геометрические места точек / В.Н. Дубровский, С.Н. Поздняков // Компьютерные инструменты в школе. – 2008. – №.2. – С. 41-50.

17. Дубровский В.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 3. Геометрические преобразования / В.Н. Дубровский, С.Н. Поздняков // Компьютерные инструменты в школе. – 2008. – №.3. – С. 24-35.

18. Дубровский В.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 4. Измерения и вычисления / В.Н. Дубровский, С.Н. Поздняков // Компьютерные инструменты в школе. – 2008. – №.4. – С. 9-16.

19. Дубровский В.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 5. Работа с графиками функций средствами динамической геометрии / В.Н. Дубровский, С.Н. Поздняков // Компьютерные инструменты в школе. – 2008. – №.5. – С. 32-45.

20. Дубровский В.Н. Динамическая геометрия в школе. Занятие 6. Стереометрия в двумерных средах / В.Н. Дубровский, С.Н. Поздняков // Компьютерные инструменты в школе. – 2008. – №.6. – С. 24-38.

21. Дубровский В.Н. Стереометрия с компьютером / Дубровский В.Н. // Компьютерные инструменты в образовании. – 2003. – №6. – С. 3-11.

22. Дубровский В. Динамическая геометрия с «Математическим конструктором». Эпизоды 1-13 / В.Дубровский // Математика, 2011-2012. – (№10/2011), (№11/2011), (№12/2011), (№13/2011), (№14/2011), (№15/2011), (№16/2011), (№1/2012), (№2/2012), (№3/2012), (№4/2012), (№5/2012), (№6/2012)

23. Зеленьяк О.П. Стереометрія з комп'ютером? / Зеленьяк О.П. // Інформаційні технології в освіті. – 2013. – №5. – С.146-156.

24. Компетентность, инициатива, творчество. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://aleshko.ucoz.kz/load/interaktivnye\\_stereochertezhi\\_v\\_srede\\_quotzhivaja\\_matematikaquot/24-1-2](http://aleshko.ucoz.kz/load/interaktivnye_stereochertezhi_v_srede_quotzhivaja_matematikaquot/24-1-2) . – Назва з екрану.

25. Михрина Т.В. Использование программы Cabri 3D на уроках стереометрии / Михрина Т.В. – М.: Гимназия №1534 г.Москвы. – 2012. – 11с.

26. Ракута В.М. Система динамічної математики GeoGebra як іноваційний засіб для вивчення математики / Ракута В.М. // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2012. – №4 (30). – Режим доступу до журналу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/issue/view/54#.U24YeXTj5nE>.

27. Семенихина Е.В., Друшляк М.Г. Розв'язування задач шкільного курсу статистики у середовищах GRAN1 і GeoGebra: порівняльний аналіз// Фізико-математична освіта. – 2015. – № 1(4). – С. 21-30.

28. Семеніхіна О.В. Використання комп'ютерних інструментів ІГС САВРІ 3D при розв'язуванні задач стереометрії / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2014. – № 4. – С. 36-41.

29. Семеніхіна О.В. Візуалізація експериментальних випробувань на основі випадкових подій у середовищі GeoGebra 5.0 / О.В. Семеніхіна,

М.Г. Друшляк // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. – 2014. – № 14. – С. 94-103.

30. Семеніхіна О.В. Геометричні перетворення площини і комп'ютерні інструменти їх реалізації / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Комп'ютер в школі і сім'ї. – 2014. – № 7(119). – С. 25-29.

31. Семеніхіна О.В. Інструментарій програми GeoGebra 5.0 та його використання при розв'язуванні задач стереометрії / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Т. 44. – № 6. – С. 124-133.

32. Семеніхіна О.В. Комп'ютерні інструменти програм динамічної математики та методичні проблеми їх використання / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Т. 42. – № 4. – С. 109-117.

33. Семеніхіна О.В. Про інструменти контролю в ІГС Математичний конструктор / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Науковий вісник Мелітопільського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. – 2014. – Вип.13 (2). – С. 189-195.

34. Семеніхіна О.В. Програми динамічної математики у контексті набуття емпіричного досвіду і формування знань (на прикладі розв'язування задач з параметрами) / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2014. – № 6. – С. 67-74.

35. Семеніхіна О.В. Створення власних комп'ютерних інструментів в середовищах динамічної математики / О.В. Семеніхіна, М.Г. Друшляк // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2014. – № 5(53). – С. 60-69.

36. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Використання програми GeoGebra в дослідженні функціональних залежностей (на прикладі розв'язування задач на екстремум) // Комп'ютер в школі і сім'ї. – 2015. – № 6. – С. 17-24.

37. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Обґрунтування доцільності використання програм динамічної математики як засобів візуалізації математичних знань // Фізико-математична освіта. – 2015. – Вип. . – С. 65-73.

38. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Практика використання параметричного кольору в програмах динамічної математики при розв'язуванні задач на ГМТ // Фізико-математична освіта. – 2015. – Вип. 2(5). – С. 62-72.

39. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Про формування умінь раціонально обрати програму динамічної математики: результати педагогічних досліджень // Комп'ютер в школі і сім'ї. – 2015. – № 4. – С. 24-30.

40. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Програм динамічної математики: кількісний аналіз в контексті підготовки вчителя математики // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Т. 48. – № 4. – С. 35-46.

41. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Програми динамічної математики у контексті роботи сучасного вчителя: результати педагогічного експерименту // Інформаційні технології в освіті. – 2015. – Вип. 22. – С. 109-119.

42. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Технологія напрацювання умінь використовувати комп'ютерний математичний інструментарій у системі підготовки учителя математики // Педагогічні науки. – 2015. – № 6(50). – С. 298-305.

43. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Типові помилки, які виникають при використанні програм динамічної математики // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. – 2015. – № . – С. .

44. Семеніхіна О.В., Друшляк М.Г. Формування умінь використовувати комп'ютерний інструментарій у майбутнього вчителя математики // Інновації у вищій освіті – комунікація та співпраця у сучасному університетському середовищі за допомогою специфічних цифрових інструментів: [Міжнародна колективна монографія] за заг. ред. д.пед.н., проф. Наказного М. О. – Дніпродзержинськ : ДДТУ, 2015. – 376 с. – С. 138-149.

45. Храповицкий И.С. Живая геометрия. Интерактивные пособия. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://janka-x.livejournal.com>

46. Храповицкий И.С. Методические рекомендации по применению электронного учебного издания Geometer's Sketchpad в учебном процессе общеобразовательных учреждений / Храповицкий И.С. – 2008. – 71с.

### **Офіційні сайти програм**

1. <http://www.cabri.com>
2. <http://www.dynamicgeometry.com>
3. <http://www.geogebra.org>
4. <http://www.cinderella.de>
5. <http://geonext.uni-bayreuth.de>
6. <http://obr.1c.ru/mathkit>
7. [http://dg.osenkov.com/index\\_ru.html](http://dg.osenkov.com/index_ru.html)
8. <http://math.exeter.edu/rparris/winggeom.html>
9. <http://geocentral.net/geometria/ru>
10. <http://www.raumgeometrie.de/drupal/en>