

Олексій ПАРФЕНЮК,
здобувач кафедри теоретичної механіки,
інженерної графіки та машинознавства
Національного університету водного господарства
та природокористування, м. Рівне

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ГРАФІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ ТА ЗАРУБІЖЖЯ НА ЗЛАМІ СТОЛІТЬ

Стаття присвячена теоретичному аналізу навчання графічним дисциплінам у закладах вищої освіти. Окреслено історію графічної освіти у вітчизняному та зарубіжному освітньому просторі, зокрема проаналізовано сучасні підходи щодо сутності графічної підготовки студентів у закладах вищої освіти. Виокремлено напрями досліджень, що стосуються вдосконалення графічної підготовки у закладах вищої освіти. Основну увагу зацентовано на тому, що невпинний розвиток комп'ютерних технологій, апаратних і програмних засобів змінює зміст і характер графічної діяльності, зумовлюючи появу нових підходів до графічної підготовки здобувачів вищої освіти.

Ключові слова: заклад вищої освіти, здобувачі вищої освіти, графічна підготовка, графічні дисципліни, графічна компетентність.

Стаття посвячена теоретичному аналізу обучения графическим дисциплинам в учреждениях высшего образования. Представлена история графического образования в отечественном и зарубежном образовательном пространстве, в частности проанализированы современные подходы, касающиеся сущности графической подготовки студентов. Выделены направления исследований по совершенствованию графической подготовки в учреждениях высшего образования. Особое внимание акцентировано на том, что непрерывное развитие компьютерных технологий, аппаратных и программных средств меняет содержание и характер графической деятельности, вызывая появление новых подходов к графической подготовке соискателей высшего образования.

Ключевые слова: учреждение высшего образования, соискатели высшего образования, графическая подготовка, графические дисциплины, графическая компетентность.

The article is devoted to theoretical analysis of teaching graphic disciplines in institutions of higher education. The history of graphic education in the domestic and foreign educational space is considered. The analysis of modern approaches, highlighted in domestic and foreign sources,

on the essence of graphic preparation in higher education institutions is carried out. Selected areas of research for improving graphic training in higher education institutions. The authors emphasize that the unceasing development of computer technologies, hardware and software changes the content and nature of graphic activity and, accordingly, give rise to a new approach to the graphic training of future graduates of higher education.

Key words: institution of higher education; higher education graduates; graphic preparation, graphic disciplines; graphic competence.

Постановка проблеми. Входження вітчизняного промислового виробництва на світовий ринок високотехнологічної продукції вимагає нових підходів до підготовки майбутніх фахівців закладів вищої освіти (ЗВО), які стають ключовою фігурою сучасності, а інженерна справа при цьому знову посідає одне із перших місць в економіці.

Динаміка перетворень у виробництві, зумовлена змінами технічного обладнання, оновленням технологій, внесенням коректив у характер експлуатації машин, механізмів та обладнання актуалізує проблему вдосконалення якості графічної підготовки майбутніх фахівців у ЗВО. У вирішенні поставлених завдань у системі ЗВО особливого значення набувають загально-технічні дисципліни, завдання яких – формувати у майбутніх фахівців основи технічних знань, здатність до інженерної інноваційної діяльності й конструювання. Серед таких дисциплін – нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка тощо.

Графічна підготовка майбутніх фахівців у ЗВО, на думку І. Голяд, О. Джеджули, М. Козяра, Є. Кулик, Г. Райковської, В. Сидоренко, є основою інтелектуального становлення особистості, сприяє розвитку її творчих здібностей, просторової уяви, образного й технічного мислення; формує здатність до конструювання та моделювання, втілення технічного задуму в матеріалі. Сформованість графічних умінь і навичок впливає на успішність засвоєння техніко-технологічних і методичних відомостей, є запорукою успішного вивчення фахових дисциплін.

Аналіз наукових досліджень і публікацій. На сьогодні наявна значна кількість наукових робіт, присвячених проблемам викладання графічних дисциплін у вітчизняних та зарубіжних ЗВО загалом та певним її аспектам зокрема (А. Верхола, В. Гордон, Ж. Есмуханова, С. Ковальов, Т. Кайгородцева, М. Козяр, С. Колотов, Ю. Корольов, О. Локтєв, В. Михайленко, І. Нищак, В. Рукавішніков, С. Фролов, А. Хаскін, М. Четверухін, В. Якунін та ін.). Таким чином, не лише вітчизняні, а й зарубіжні науковці стикаються із проблемою вдосконалення графічної підготовки здобувачів вищої освіти.

Однак варто зауважити, що питання проблеми змісту і методів викладання графічних дисциплін у ЗВО України та зарубіжжя в умовах застосування інформаційно-комунікаційних технологій та систем автоматизованого проектування (3D- та 4D-графіки) не було предметом окремого наукового пошуку.

Мета статті – дослідити використання інноваційних технологій та методів навчання графічним дисциплінам у процесі підготовки здобувачів вищої освіти у навчальних закладах України та зарубіжжя на зламі століть.

Виклад основного матеріалу. Всебічний аналіз сучасного стану навчання графічним дисциплінам у ЗВО неможливо уявити без зв'язку з історією графічної освіти та вивчення зарубіжного досвіду графічної підготовки майбутніх фахівців. У педагогіці та психології минулого і сьогодення накопичено чималий досвід пошуку ефективних шляхів вирішення окресленої проблеми.

Історію графічної освіти (нарисної геометрії, технічного креслення, комп'ютерної графіки) висвітлено у працях таких науковців, як Ж. Есмуханова, Т. Кайгородцева, М. Козяр, Ю. Перевозкін, І. Нищак, В. Рукавішніков та ін. Так, Ж. Есмуханова,

досліджуючи розвиток графічного знання, виокремлює *шість періодів* (починаючи від Марка Вітрувія (I ст. до н.е.) й закінчуючи сьогоденням), особливістю яких є алгоритмізація й оптимізація методів побудови зображень, що становлять основу комп'ютерної графіки. Ю. Перевозкін зі свого боку, аналізуючи методи зображень, визначає *п'ять періодів* у їх розвитку: твори Марка Вітрувія («Десять книг про архітектуру»); надбання епохи Відродження (Леонардо да Вінчі, Леон Баттіста Альберті, Альбрехт Дюрер, Гвідо Убальді та ін.); період розвитку проєктивної геометрії, започаткованої Ж. Дезаргом (1593 – 1666); період, представлений працями Г. Монжа («Geometrie descriptive»), який тривав до кінця XIX ст.; сучасний період, ознакою якого, на думку Н. Глаголевої, є процес злиття нарисної геометрії із геометрією проєктивною [8].

Стрімкий розвиток нових інформаційних технологій, широкі можливості для подання й обробки графічної інформації, створення методології проєктування складних систем, за І. Нищак, зумовили переосмислення ролі та місця графічної підготовки спеціалістів у ЗВО, зокрема навчальних закладах починають з'являтися нові освітні курси, як-от: «Комп'ютерна графіка», «Комп'ютерне моделювання», «Системи автоматизованого проектування» та ін., орієнтовані на розв'язання завдань щодо розробки математичних моделей геометричних об'єктів в умовах віртуального простору та їх візуалізації за допомогою сучасних графічних пристроїв [14, с. 73]. Погоджуємося з думкою вчених [19], що геометричне знання у своєму розвитку пройшло декілька історичних етапів, під час кожного з яких принципово змінювалися методи геометричного моделювання, що, в кінцевому підсумку, призвело до якісних змін у геометричній моделі (*див. рис.*).



Рис. Схема розвитку геометричного знання

Наші погляди суголосні з думкою Т. Кайгородцевої про те, що сучасна нарисна геометрія досі залишається незмінною, тобто в такому вигляді, якою її свого часу створив відомий математик Гаспар Монж, однак завдяки появі комп'ютерних 3D-можливостей подання інженерних ідей отримало можливість пе-

реключатися із методів перетворення двовимірних проєкцій, розроблених Монжем і його послідовниками з метою вивчення властивостей геометричних об'єктів, на вивчення властивостей і структурних характеристик просторів різної розмірності. Це можна досягти шляхом її інтеграції з методами аналітичної,

обчислювальній, алгебраїчній та іншій геометрії, що спрямовано на посилення доказової бази нарисної геометрії, а також на те, щоб дати їй новий поштовх для розвитку [7, с. 47]. М. Козяр та В. Рукавішніков зауважують, що кожен етап розвитку графічного знання являє собою своєрідний «виток спіралі розвитку». На першому етапі такого розвитку спостерігається поява нового знання, тоді як на другому виникає нове цілісне знання. Під час переходу від одного рівня розвитку до іншого незмінними залишаються предмет вивчення й візуально-образна форма представлення інформації.

На думку І. Нищака, подальший розвиток техніки зумовив зростання вимог до передачі інженерної думки графічним способом. Технічні кресленики почали щораз ускладнюватися, зокрема зросли вимоги до їх точності, почали застосовуватися масштаби та проекційний зв'язок, з'явилися зображення для виявлення внутрішніх поверхонь виробу (розрізи). Таким чином, тогочасні кресленики у зв'язку з відсутністю багатьох важливих елементів (наприклад, розмірів) лише частково нагадували сучасну інженерно-графічну документацію [14, с. 70].

Важливе значення для становлення та розвитку вітчизняної графічної освіти мають праці як сучасних вітчизняних науковців (С. Білевич, Н. Бондар, А. Гедзик, І. Голяд, В. Головня, Л. Гриценко, Д. Кільдеров, В. Сяська, Т. Олефіренко, Ю. Фешук, Р. Чепок, Н. Щетина та ін.), так і дослідників близького зарубіжжя (О. Гаврилюк, Л. Григоревська, О. Єлісеєва, В. Єльцова, О. Єрофєєва, А. Кострюков, Н. Літвінова, А. Полкова, А. Пузанкова, М. Романкова, Д. Третьков, Н. Хапіліна, О. Шангіна, І. Шершова та ін.).

Вагомий внесок у розвиток змісту навчання графічних дисциплін майбутніх фахівців засобами інформаційно-комунікаційних технологій зробили науковці Р. Горбатюк, О. Джеджула, Т. Кайгородцева, М. Козяр, І. Смирнова, І. Нишак, Г. Райковська, М. Романкова, В. Рукавішніков, Н. Федотова, Т. Чемоданова, О. Хейфец та ін. Їхні дослідження відносять до перехідного етапу (кінець ХХ – початку ХХІ століття), коли в навчальному процесі стрімкого розвитку починають набувати інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) із залученням систем автоматизованого проектування (САПР).

Для нашого дослідження особливо цінними є наукові доробки вітчизняних науковців О. Джеджули [5] та М. Козяра [10], спрямовані на дослідження теоретико-методичних засад графічної підготовки здобувачів вищої освіти технічних спеціальностей засобами ІКТ. Кожен з означених вище авторів обґрунтовує власну наукову позицію щодо механізмів реалізації графічної підготовки майбутніх фахівців, пропонує комплекс дидактичних засобів ІКТ для підвищення рівня графічної підготовки здобувачів вищої освіти. Подібною за науковою проблематикою є і наукові напрацювання Г. Райковської [16], присвячене обґрунтуванню та розробці теоретичних і методичних засад реалізації методики графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами ІКТ. Зокрема, дослідницею було розроблено й обґрунтовано модель графічної підготовки здобувачів вищої освіти засобами ІКТ; запропоновано методику поетапного формування інженерно-конструкторських знань, умінь і навичок; створено дидактичні засоби інформаційних технологій навчання, які довели ефективність у процесі графічної підготовки здобувачів вищої освіти. М. Юсупова [23] розкрила сучасні

тенденції та перспективи застосування інформаційних технологій у графічній підготовці здобувачів вищої освіти; визначила психолого-педагогічні закономірності навчально-пізнавальної діяльності майбутніх фахівців; обґрунтувала теоретичні підходи до використання САПР AutoCAD для виконання графічних завдань із нарисної геометрії в умовах комп'ютерно орієнтованого навчання.

Цінним для нашого дослідження є наукові доробки А. Гедзика [3], присвячені вдосконаленню графічної підготовки майбутнього вчителя технологій до викладання курсу креслення, та І. Нищака [14], що стосуються методичної системи навчання інженерно-графічних дисциплін в закладах загальної середньої освіти (ЗЗСО). Науковцями, зокрема, вдосконалено методику навчання інженерно-графічних дисциплін, що ґрунтується на використанні активних й інтерактивних форм, інноваційних методів навчання та передбачає послідовне розв'язання системи завдань репродуктивного, проблемного і творчого характеру. Варто відзначити і наукові праці Д. Кільдерова [9] та Ю. Фешука [20], присвячені методичним прийомам навчання учнів ЗЗСО уявним просторовим перетворенням, що спрямовані на підвищення рівня їх просторового мислення із залученням сучасних ІКТ та САПР. Насамперед науковцями цілісно проаналізовано закономірності мисленневих процесів у ході здійснення уявних просторових перетворень під час розв'язування графічних задач різної складності, а також створено комплекс наочних анімованих інтерактивних посібників, що полегшують процес засвоєння графічної інформації та сприяють формуванню основ технічного мислення. Згідно із дослідженнями Т. Кудрявцева [11] технічне мислення має трикомпонентну структуру, складові якої (поняття, образ, дія) перебувають у тісній взаємодії між собою. Пріоритетність вищезначених компонентів залежить від індивідуальних особливостей розвитку здобувачів вищої освіти. За умов виключення зі структури технічного мислення хоча б однієї складової спостерігається порушення процесу розв'язання технічного завдання. Окреслені підходи є надзвичайно корисними для нашого дослідження, адже в них започатковано використання засобів двовимірної та тривимірної графіки у навчальному процесі ЗЗСО.

Цікавим, на наш погляд, є зарубіжний досвід розв'язання проблем інженерно-графічної підготовки здобувачів вищої освіти у ЗВО. У цьому контексті доцільно виокремити дисертаційні роботи російських учених (Л. Григоревська, В. Єльцова, В. Нілова, Т. Кайгородцева, А. Полкова, М. Романкова, В. Рукавішніков, Н. Федотова, Т. Чемоданова та ін.).

Так, Л. Григоревська зауважує, що недостатньо дослідженими залишаються проблеми вивчення інженерно-графічних дисциплін (нарисної геометрії, інженерної графіки, основ геометричного моделювання, комп'ютерної графіки та ін.) у взаємозв'язку із навчанням дисциплін загальнопрофесійного блоку та з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності. Слід відзначити, що досі нерозробленими є кількісні та якісні критерії оцінювання рівня професійної відповідності на стадії освоєння графічних дисциплін, що інтегрують у собі організаційно-педагогічну, методичну та технологічну основи забезпечення процесу навчання. Єдність освітнього рівня і реалізації нових методичних прийомів у побудові графічного навчання сприяє інтеграції дисципліни

«Нарисна геометрія. Інженерна графіка» в загальну систему підготовки фахівців. Формування інтелектуальних, творчих та пізнавальних здібностей студентів займає провідне місце у навчанні, заснованому на нормативах наступності навчального матеріалу [4]. В. Єльцова переконує: аби накопичені знання фахівця-інженера були мобільними, він не лише повинен уміти їх обробляти, а й зберігати в оптимальному варіанті, постійно поповнювати й використовувати у своїй практичній діяльності, тобто застосовувати інженерію знань для власного пізнання [6].

У своїй докторській дисертації В. Нілова [13] зазначає, що якість графічної підготовки фахівця оцінюється вмінням упроваджувати технічну ідею в графічних образах. Добре розвинуте просторове уявлення й уміння фіксувати в креслениках конструкторські ідеї дає можливість розвивати технічну фантазію. Найвищий прояв технічної творчості – це винахідництво. У традиційній системі освіти елементи навичок конструювання й винахідництва закладаються насамперед у ході вивчення спеціальних дисциплін. Знань, навичок і вмінь, яких студенти традиційно набувають під час навчання у ЗВО, як правило, вже недостатньо для виконання подальшої конструкторської роботи. Закінчивши вищ, молодий фахівець проходить довготривалий процес адаптації до певних умов виробництва. Це відбувається насамперед тому, що в дисциплінах загальнотехнічних циклів, зокрема й у нарисній геометрії та інженерній графіці, обсяг творчих конструкторських задач є незначним, як і обсяг самостійної конструкторської творчості. Керівники підприємств постійно наголошують на відсутності в більшості випускників технічних ЗВО початкових навичок виконання проектних розробок. Так, молоді фахівці можуть здійснити математичні розрахунки, але при цьому не повною мірою втілити їх у конструкторські форми. Зважаючи на це, основне завдання дослідника – уміти застосувати методику патентного пошуку, використати складальні вузли машин і механізмів із галузі фахової підготовки, наскрізне проектування; без будь-яких зусиль перейти від «ручної роботи» до автоматизованого проектування тощо.

Т. Кайгородцева [7] визначає зміст і технологію геометро-графічної підготовки майбутніх інженерів на основі інтеграції інформаційних середовищ інноваційної нарисної геометрії, що збагачена математичною базою обґрунтування геометричних побудов із можливістю інженерної та комп'ютерної графіки, що забезпечує розвиток дослідницької компетентності в контексті підвищення культури інженерного мислення. А. Полкова вказує на те, що в традиційній методиці викладання графічних дисциплін здобувач вищої освіти повинен уміти «побудувати» форму на картинній площині, докласти зусиль, аби зображення було цілісним, а всі його частини – взаємопов'язані. Природно, що в усі ці поняття можна вкласти різні смисли. Залежно від особливостей сприйняття конкретного здобувача вищої освіти кінцевий результат навчання буде різним, однак не завжди передбачуваним і оптимальним. Використання фреймового уявлення знань у геометро-графічній підготовці дає можливість підвищити якість та швидкість навчання.

Істотна інтенсифікація навчального процесу відбувається шляхом структурування навчальної інформації у вигляді таблиць, схем, графів, фреймових опор [15]. М. Романкова у зв'язку з цим наголошує,

що для формування професійних компетенцій майбутніх інженерів необхідно визначити зміст та структуру проектно-конструкторських здібностей у здобувачів вищої освіти, виявляти критерії (актуалізація й реконструкція образу, творче рішення) та рівні розвитку проектно-конструкторських здібностей [17]. При цьому В. Рукавішніков [18] зазначає: щоб сучасна графічна підготовка не відставала від реалій сьогодення, необхідне широкомасштабне впровадження в конструкторську діяльність найновіших розробок у галузі науки й техніки; при цьому Т. Чемоданова [21] переконує, що вдосконалення графічної освіти майбутніх фахівців в умовах інформатизації повинно опиратися на дидактичний і функціональний потенціал інтелектуальних комп'ютерних САПР, а О. Шангіна [22] виокремлює методологічні основи формування структури і змісту геометро-графічної освіти у технічному ЗВО в умовах інтеграції із загальноінженерними і спеціальними дисциплінами.

Ретроспективний аналіз графічної підготовки майбутніх фахівців педагогічних та технічних спеціальностей у ЗВО України та близького зарубіжжя засвідчує, що основні етапи становлення графічної освіти тісно пов'язані зі зростанням матеріальних потреб суспільства та розвитком промислового виробництва. Конструкторська документація як засіб відображення технічної інформації про предмет виготовлення, поданий у графічній, текстовій та символічній формі, змінюється й удосконалюється у міру розвитку продуктивних сил суспільства. Зіставлення графічної документації, виконаної у різні періоди промислового розвитку, засвідчує суттєву відмінність. Тому кресленики, що належать до раннього періоду промислового розвитку, сьогодні практично не придатні для сучасного виробництва. У зв'язку з удосконаленням техніки і технологій, зазначає Н. Баталов, змінюються вимоги до змістового наповнення графічних документів. При цьому зміни способів графічного зображення предметів менш помітні, однак і вони підпорядковуються вимогам виробництва [2, с. 5]. Таким чином, історія графічної освіти розглядається у контексті відображення об'єктивного процесу промислового розвитку суспільства, що зумовлює послідовне вдосконалення графічної підготовки здобувачів вищої освіти.

Для ознайомлення з інноваційними розробками в методиці викладання графічних дисциплін для здобувачів вищої освіти в країнах далекого зарубіжжя ми скористалися інформацією із мережі Інтернет.

Учений Петер Герберт Майєр (Peter Herbert Maier) з університету м. Карлсрує (Німеччина) приділяє увагу розвитку просторової уяви та просторового мислення здобувачів вищої освіти. З цією метою вченим було розроблено спеціальну систему для конструювання значної кількості геометричних тіл із плоских об'єктів (рівносторонніх і рівнобедрених трикутників, прямокутників, квадратів, п'ятикутників) [26].

Мілан Долежал (Мілан Doležal) з університету м. Острава (Чехія) у статті «Комп'ютер і просторова уява в нарисній геометрії» звертає увагу на проблему низького рівня розвитку просторового мислення здобувачів вищої освіти на початковому етапі навчання у закладах вищої освіти. Автор, зокрема, пропонує вирішити її завдяки використанню у ході навчання нарисної геометрії комп'ютерної програми «Modelar», яка дає змогу студентам вирішити графічні завдання завдяки якісним зображенням просторових об'єктів [24].

9. Кільдеров Д. Е. Навчання учнів 8–9 класів просторовим перетворенням у графічній діяльності на уроках креслення : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 / Кільдеров Дмитро Едуардович. – К., 2007. – 242 с.

10. Козяр М. М. Теоретичні і методичні основи графічної підготовки майбутніх інженерів у галузі водного господарства засобами інноваційних технологій : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04 / Козяр Микола Миколайович. – К., 2012. – 460 с.

11. Кудрявцев Т. В. Психология технического мышления / Т. В. Кудрявцев. – М. : Педагогика, 1975. – 304 с.

12. Люблінська Політехніка. Механічний факультет [Електронний ресурс]. URL: www.ua.pollub.pl (дата звернення: 07.02.2019).

13. Нилова В. И. Научно-методические основы формирования конструкторских умений студентов технических вузов средствами инженерной графики : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.02 / Нилова Валентина Ивановна. – Воронеж, 2001. – 303 с.

14. Нишак І. Д. Методична система навчання інженерно-графічних дисциплін майбутніх учителів технологій : дис. ... док. пед. наук : 13.00.02 / Нишак Иван Дмитриевич. – Дрогобич, 2016. – 565 с.

15. Полкова А. В. Формирование методической модели современного геометро-графического образования студентов технического вуза : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08 / А. В. Полкова. – Москва, 2011. – 20 с.

16. Райковская Г. О. Теоретико-методичні засади графічної підготовки майбутніх фахівців технічних спеціальностей засобами інформаційних технологій : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / Г. О. Райковська. – К., 2011. – 46 с.

17. Романкова М. В. Развитие проектно-конструкторских способностей у студентов технических вузов: на примере изучения инженерной графики : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.08 / М. В. Романкова. – Ставрополь, 2006. – 26 с.

18. Рукавишников В. А. Инженерное геометрическое моделирование как методологическая основа геометро-графической подготовки в техническом вузе : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.08 / В. А. Рукавишников. – Казань, 2004. – 357 с.

19. Рукавишников В. А. Новый уровень в развитии графического образования / В. А. Рукавишников, И. Л. Голубева, А. Р. Альтапов // Материалы Всеросс. междисциплинар. науч. конф. «Третьи Вавиловские чтения». – Йошкар-Ола, 1999. – Ч. 1. – С. 200–202.

20. Фещук Ю. В. Методика розвитку просторового мислення майбутніх учителів технологій засобами комп'ютерної графіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання (креслення)» / Ю. В. Фещук. – К., 2009. – 21 с.

21. Чемоданова Т. В. Система информационно-технического обеспечения графической подготовки студентов технического вуза : дис. ... док. пед. наук : 13.00.08 / Чемоданова Татьяна Викторовна. – Екатеринбург, 2004. – 497 с.

22. Шангина Е. И. Методологические основы формирования структуры и содержания геометро-графического образования в техническом вузе в условиях интеграции с общеинженерными и специальными дисциплинами : автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра пед. наук : спец. 13.00.08 / Е. И. Шангина. – Москва, 2010. – 45 с.

23. Юсупова М. Ф. Методика інтерактивного навчання графічних дисциплін у вищих навчальних закладах : дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.02 / Юсупова Маргарита Федорівна. – К., 2010. – 420 с.

24. Boytchev Pavel, Chehlarova Toni, Sendova Evgenia. Enhancing spatial imagination of young students by activities in 3d elica applications [Electronic resource]. URL: <http://www.ucy.ac.cy/dalest/enhancing%20spatial.pdf> (дата звернення: 29.01.2019).

25. Gergelitsová Šárka, Holan Tomáš. Development of spatial abilities with didactic computer games [Electronic resource]. URL: http://ogigi.polsl.pl/zeszyt_Ustron_08/zu08_7.pdf (дата звернення: 05.02.2019).

26. Maier Peter Herbert. Einzigartiges System zur Herstellung geometrischer Körper [Electronic resource]. URL: <http://www.maier.ph-karlsruhe.de> (дата звернення: 24.01.2019).

Дата надходження до редакції: 25.02.2019 р.