

- konf., m. Vinnytsia, 28–29 ver. 2016 r. Vinnytsia, 2016. S. 151–152. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28131/1562-5679-1-PB.pdf?sequence=1>
13. Tkachuk S. I., Kobernyk O. M. *Osnovy teorii tekhnolohichnoi osvity* [Basics of the theory of technological education]. navch. posibnyk. Uman: Vizavi, 2014. 304 s.
14. Tutashynskyi V. I. *Osnovy mashynoznavstva* [Fundamentals of mechanical engineering]. metod. posibnyk. Kyiv: Pedahohichna dumka, 2019. 79 s.
15. Yurzhenko V. V. Fenomenolohichni aspekty linhvodydaktyky u zmistovomu poli tekhnolohichnoi osvitnoi haluzi [Phenomenological aspects of linguistic didactics in the content field of the technological educational field]. *Natsionalna identychnist v movi i kulturi: materialy XIV mizhnar. konf.*, m. Kyiv, 21–22 kvit. 2021 r. Kyiv: NAU, 2021. S. 205–211. URL: <https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/51852/1/Yurzhenko.pdf>
16. Ivanchuk A., Zuziak T., Marushchak O., Matviichuk A., Solovei V. Training pre-service technology teachers to develop schoolchildren's technical literacy. *Problems of Education in the 21st Century*. 2021. Vol. 79 (4). P. 554–567.
17. Koller R. *Konstruktionsmethode für den Maschinen-, Geräte- und Apparatebau*. Berlin: Shringer-Verlag, 1979. 194 p.

УДК 378.04:62]:37.091.39:004.94
DOI10.25128/2415-3605.23.1.35

ВЛАДИСЛАВ БОЙКО

<https://orcid.org/0000-0002-0537-9959>
vladislavanatoli4@gmail.com

кандидат педагогічних наук, доцент
Національний університет

«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
вул. Першотравневий проспект, 24, м. Полтава

ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ЗАСІБ МОТИВАЦІЇ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-БУДІВЕЛЬНИКІВ ДО ПРОЄКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Розглянуто вплив технологій комп'ютерного геометричного моделювання (КГМ) на мотивацію майбутніх інженерів-будівельників до проєктної діяльності. Вказано переваги використання цих технологій у навчальному процесі та досліджено практичний досвід їх застосування. Описано використання КГМ для мотивації студентів-інженерів та перспективи подальшого дослідження технологій КГМ в інженерній сфері. Встановлено експериментально, що використання технологій КГМ позитивно впливає на мотивацію майбутніх інженерів-будівельників до проєктної діяльності, зокрема студенти показали більшу зацікавленість та залученість до процесу навчання, що дозволяє їм здобувати більше знань і навичок у своїй професійній галузі. Описано методи і засоби КГМ і CAD, BIM та ін., показано їхні переваги порівняно з традиційними методами проєктування. Розглянуто вплив використання технологій КГМ на підвищення якості проєктної діяльності та ефективності виробництва будівельних конструкцій. Результати дослідження можуть бути корисні для викладачів і студентів, які працюють у галузі інженерної освіти, а також для фахівців, що займаються проєктуванням та будівництвом.

Ключові слова: комп'ютерне геометричне моделювання, інженери-будівельники, проєктна діяльність, навчальний процес, мотивація.

VLADYSLAV BOIKO

Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor
National University
«Poltava Polytechnic named after Yury Kondratyuk»
St. 24 Pershotravnevy Avenue, Poltava

TECHNOLOGIES OF COMPUTER GEOMETRIC MODELING AS A MEANS OF MOTIVATING FUTURE CIVIL ENGINEERS FOR PROJECT ACTIVITIES

Computer geometric modeling is a necessary component of the design process in modern engineering. This is a technological process that allows you to create virtual objects and systems using computer programs and specialized algorithms. Computer geometric modeling is used in many fields of engineering, including construction, mechanical engineering, aviation, medicine, and others. One of the main tasks that can be solved with the help of computer geometric modeling is the design of buildings and structures. Construction is one of the most complex and costly industries, where ensuring the safety and efficiency of projects is a particularly important task. Computer geometric modeling allows civil engineers to create and analyze virtual 3D models of buildings, which greatly facilitates the design process and increases the quality and efficiency of projects.

The purpose of this article is to study the importance of computer geometric modeling technologies for future civil engineers and their motivation for project activities.

The article is devoted to the study of the impact of computer geometric modeling technologies on the motivation of future civil engineers for project activities. The authors consider the advantages of using these technologies in the educational process and examine the practical experience of their application. The article contains an overview of previous research in this area, a description of the importance of using computer geometric modeling to motivate engineering students, and prospects for further research into computer geometric modeling technologies in the engineering field. As a result of the study, it was established that the use of computer geometric modeling technologies has a positive effect on the motivation of future civil engineers for project activities. In particular, students showed greater interest and involvement in the learning process, which allows them to acquire more knowledge and skills in this field. The article describes methods and means of computer geometric modeling, such as CAD, BIM, and others, and shows their advantages in comparison with traditional design methods. In addition, the article examines the impact of the use of computer geometric modeling technologies on improving the quality of design activities and the efficiency of production of building structures. The results of the study can be useful for teachers and students working in the field of engineering education, as well as for professionals involved in design and construction. In general, the article will help expand our knowledge about the application of computer geometric modeling technologies in the modern engineering field and increase interest in their use in project activities.

Keywords: *computer geometric modeling, civil engineers, project activity, educational process, motivation.*

Комп'ютерне геометричне моделювання (КГМ) є необхідною складовою процесу проєктування в сучасній інженерній сфері. Це технологічний процес, який дозволяє створювати віртуальні об'єкти та системи за допомогою комп'ютерних програм і спеціалізованих алгоритмів. КГМ використовується в багатьох галузях інженерії, зокрема будівництві, машинобудуванні, авіації, медицині та ін. Одним з основних завдань, які можуть вирішуватися за його допомогою, є проєктування будівель та споруд. Будівництво одна з найбільш складних і витратних галузей, де забезпечення безпеки та ефективності проєктів є особливо важливим завданням. КГМ дозволяє інженерам-будівельникам створювати та аналізувати віртуальні 3D-моделі будівель, що значно полегшує процес проєктування і підвищує якість та ефективність проєктів.

Метою статті є дослідження значення технологій КГМ для майбутніх інженерів-будівельників та їх мотивації до проєктної діяльності.

Категорія «комп'ютерного геометричного моделювання», що використовується у професійній проєктно-конструкторській діяльності, є досить розповсюджена та необхідна складова процесу проєктування в сучасній інженерній сфері. Її початки сягають 60-х років ХХ ст., коли, А. Сазерленд, Т. Моффетт, Н. Тейлор, Р. Кортні та інші науковці зробили значний внесок у створення цього напрямку.

У 1961 р. А. Сазерленд створив інтерактивний графічний пакет «Sketchpad», що став першим кроком до майбутніх систем автоматизованого проєктування. Ним користувачі могли викреслювати контури плоских фігур на дисплеї монітора за допомогою спеціального пристрою вводу та зберігати їх. Ця комп'ютерна програма була першою в своєму роді, що дозволяла взаємодіяти з комп'ютером в режимі реального часу та надавала можливість створювати графічні об'єкти за допомогою вводу даних з клавіатури. З того часу КГМ стало невід'ємною частиною процесу проєктування, яке використовується в багатьох галузях інженерії: будівництві, машинобудуванні, авіації, медицині та ін.

У галузі проєктно-конструкторської діяльності, що використовує КГМ, виникла потреба у розвитку самостійної галузі - комп'ютерної графіки в інженерно-технічній проєктній діяльності. Цей напрямок зародився у 1960-х роках ХХ століття, коли почали розроблятися перші комп'ютерні

дизайнерські середовища - робочі станції автоматизованого проектування з відповідним програмним забезпеченням для створення та редагування креслень. Для зручної роботи з цими комплексами були розроблені спеціальні пристрої введення, такі як алфавітно-цифрова клавіатура, сканер та світлове перо, а також пристрої виведення графічної інформації, такі як дисплеї та принтери.

На початковому етапі розвитку автоматизованого проектування з'явилися перші технічні засоби, що забезпечували цей процес. Один з таких засобів був створений корпорацією ІТЕК у 1961 році і називався «Електронна машинка для креслення» (The Electronic Drafting Machine). Ще одним значимим засобом була система DAC-1, спільно розроблена General Motors і IBM у 1964 році. З початку 1970-х років почалося інтенсивне дослідження методів створення і відображення тривимірних віртуальних моделей на екранах комп'ютерів. Цей напрямок отримав назву «тривимірна комп'ютерна графіка» і дозволив математично моделювати складні тривимірні поверхні, сцени та умови освітлення. Важливим досягненням було значне покращення якості синтезованих тривимірних зображень, текстур і рельєфу.

Сьогодні комп'ютерне моделювання є важливим напрямком комп'ютеризації інженерних робіт. Новітні засоби автоматизованого проектування дозволяють створювати геометричні моделі, які суттєво відрізняються від двовимірних креслень. Ці моделі, що інтегрують геометричні, математичні та фізичні властивості, безпосередньо використовуються для проведення інженерних розрахунків, технологічної підготовки виробництва та на інших етапах життєвого циклу продукту.

Дослідження окремих теоретичних і методологічних аспектів геометричного моделювання у системі професійної підготовки майбутніх фахівців інженерно-технічного спрямування вивчалися такими вченими, як В. Ванін та Г. Вірченко [2], О. Джеджула [3], М. Козяр [4], Г. Райковська [7; 8], М. Юсупова [9] та ін. Ці дослідження підтвердили, що комп'ютерна графічна моделювання (КГМ) виступає основою в конструкторсько-технологічній діяльності. Це пояснюється важливою роллю автоматизованого двовимірного та тривимірного геометричного моделювання на різних етапах проектування. Наприклад, у процесі конструювання виробу використовується геометричний синтез, який включає визначення геометричних форм виробу (синтез форми) і розташування об'єкта або його частин у просторі відносно заданих орієнтирів (позиціонування).

У галузі КГМ існують два типи: двовимірне (плоске) та тривимірне (просторове) моделювання. Двовимірна технологія передбачає автоматизовану побудову та маніпулювання геометричними моделями на площині і використовується переважно для створення графічних конструкторських документів, таких як електронні креслення та схеми. Основними методами побудови двовимірної моделі є методи нарисної геометрії та методи малювання графічних примітивів, таких як відрізки, прямі лінії, дуги, кола та інші. Важливо відзначити, що цей процес моделювання відбувається одночасно з розробленням конструкторської документації.

Тривимірне геометричне моделювання вивчає методи та прийоми побудови об'ємних моделей об'єктів у віртуальному тривимірному просторі. Головна мета цього виду моделювання полягає в розробці конструкції виробу разом з комплектом конструкторської документації, що є основною задачею конструкторської діяльності.

Тривимірне геометричне моделювання може бути розділене на три напрями: каркасне (дротяне) моделювання, поверхневе моделювання та твердотільне моделювання [8, с. 234].

Геометричне моделювання можна також розглядати як метод побудови математичної моделі, що описує геометричні характеристики реального або уявного об'єкта. Важливо зауважити, що цей процес взаємодії з математичною моделлю та перетворення її у візуально-графічну форму відбувається за допомогою комп'ютерних технологій автоматизованого проектування. Це дозволяє нам візуалізувати модельований об'єкт, отримати його геометричні параметри, проводити дослідження його фізичних властивостей шляхом чисельних експериментів, вносити необхідні зміни, готувати його до виробництва та, нарешті, виготовляти його.

Інші дослідники розглядають цю категорію як процес створення геометричних об'єктів, які містять інформацію про геометрію виробу - його функціональні та допоміжні аспекти. Ця інформація використовується не лише для отримання двовимірного графічного зображення, але й для розрахунку різних характеристик об'єкта, технологічних параметрів і підготовки програми керування системою управління технологічним обладнанням.

Отже, в сучасному розумінні геометричного моделювання його ціль полягає у створенні комп'ютерної, математичної, інформаційної та візуально-образної геометричної моделі, яка також

має деякі властивості фізичної моделі. Різноманітність визначень поняття «геометричне моделювання» свідчить про те, що навіть в одній галузі науки часто використовуються різні визначення для опису однієї й тієї ж категорії. На нашу думку, це пояснюється тим, що автори введення цього поняття керуються метою та завданнями своїх досліджень і засновані на конкретних властивостях об'єктів, що вивчаються.

Успішне засвоєння спеціальних дисциплін і набуття професійних знань вимагають вміння читати технічні креслення і уявляти взаємодію окремих компонентів об'єкта. Тому методи нарисної геометрії і креслення мають бути доповнені методами КГМ.

Вирішення завдань інженерної графіки за допомогою КГМ допомагає студентам сформувати загальне уявлення про обраний фах і розвиває їх конструкторсько-технологічні здібності, що відповідає вимогам підготовки фахівців в інженерній галузі.

При структуруванні навчального матеріалу інженерно-графічних дисциплін важливо передбачити розвиток конструкторсько-технологічних навичок студентів, ознайомлення зі сучасною автоматизованою проєктувальною технікою, основами роботи в програмних продуктах, які використовуються у автоматизованому проєктуванні. Також потрібно навчити студентів методичним принципам прийняття рішень у процесі проєктування, ознайомити з різноманітним програмним забезпеченням для систем автоматизованого проєктування та розвивати їх навички самоаналізу та саморегуляції поведінки [1, с. 17].

Структуровані дисципліни з геометричного та проєкційного креслення дозволяють студентам оволодіти необхідною термінологією та поняттями, а також навчитися зображувати просторові об'єкти на площині та аналізувати їх геометричні властивості. Додатково студенти зможуть усвідомлено читати графічні матеріали, відтворювати образи предметів і розуміти їх форму та конструкцію. Крім цього, структуровані дисципліни допоможуть майбутнім фахівцям сформувати необхідну базу знань та вмінь для виконання графічних документів, розвивати технічне мислення, пізнавальну активність та просторову уяву. Студенти будуть ознайомлені з елементами моделювання та конструювання, а також теоретичної бази знань щодо використання сучасних засобів комп'ютерного геометричного моделювання в різних галузях машинобудування. Структуровані дисципліни сприятимуть формуванню здібностей студентів до самостійної роботи з навчальним матеріалом та розвитку якостей, необхідних їм для проєктивної діяльності у сфері матеріальної культури. Загалом ці дисципліни є важливим елементом у формуванні комплексної підготовки майбутніх фахівців з технічних спеціальностей.

Після успішного проходження дисциплін з геометричного та проєкційного креслення студент має отримати певні знання, включаючи термінологію та поняття із цих галузей. Також він повинен оволодіти загальними правилами виконання та оформлення машинобудівних креслень, які встановлені стандартами, що діють в Україні. Серед інших важливих знань є засвоєння основних геометричних побудов, які використовуються для виконання креслень, методів побудови проєкційних зображень та властивостей прямокутних проєкцій основних геометричних елементів (точки, прямі, площини та поверхні), правил нанесення розмірів на креслення, правил виконання зображень (виглядів, розрізів, перерізів) відповідно до державних стандартів, основних методів побудови проєкційних креслень і наочних (аксонометричних) зображень. Також студент повинен навчитися використовувати сучасні засоби КГМ у практиці та зрозуміти роль і місце креслення в техніці і науково-технічному прогресі.

Студент має набути навичок: створювати ескіз технічної деталі; складати креслення предметів за допомогою креслярських інструментів та КГМ у системі трьох проєкцій та аксонометричній проєкції; виконувати розрізи, перерізи та інші елементи; чітко уявляти геометричну форму відомих геометричних тіл або реальних предметів для виконання завдань з виконання і читання креслень будь-якого предмета; інтерпретувати креслення, тобто уявляти тривимірні образи предметів за плоским проєкційним зображенням, їх розміри та розташування, відображати тривимірні форми на площині; відповідно оформляти креслення згідно з ЄСКД, ДСТУ та ДСТУ ISO.

Ці навички охоплюють володіння правильними та раціональними прийомами роботи з креслярськими інструментами та комп'ютерними засобами геометричного моделювання. Також ці навички включають вміння ефективно виконувати ескіз технічної деталі за допомогою креслярських інструментів і побудову наочних реалістичних зображень в аксонометричних проєкціях за допомогою комп'ютерних засобів геометричного моделювання. Крім цього, важливо

вміти конструювати геометричні об'єкти в середовищі сучасної CAD системи відповідно до умов, що задані. Навички теж включають володіння термінологією, яка використовується в інженерній графіці.

Описана структура компонентів навчального матеріалу з інженерно-графічних дисциплін надає студентам не лише можливість розвитку творчої діяльності та мотивації до графічної творчості й забезпечує диференційований підхід до процесу навчання, що враховує рівень розвитку творчого потенціалу студентів. Це досягається шляхом відображення структури навчального матеріалу у відкритій системі з різним ступенем широти, повноти, глибини та конкретності, при цьому зберігаються структурно-функціональні зв'язки та логічні відношення між елементами. Такий підхід дозволяє гнучко будувати виклад навчального матеріалу, враховуючи індивідуальні можливості студентів [6, с. 87].

При організації навчання інженерної графіки виправдовується використання інтегрального підходу до структурування змісту дисциплін «Інженерна та комп'ютерна графіка» і «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка». Усвідомлюється, що логіка навчання цих дисциплін, в певній мірі, відображає вже згадані дисципліни. Особлива увага приділяється впровадженню КГМ. Це може відбуватися як у форматі окремого модуля, так і як структурного компонента інших модулів. У останньому випадку КГМ вивчається паралельно з іншими теоретичними та практичними аспектами інженерної графіки.

Існує точка зору на застосування методів КГМ в інженерній сфері, де під тривимірним КГМ розуміється процес вирішення та дослідження задач на основі прямих операцій з реалістичною тривимірною моделлю, без використання методів нарисної геометрії. Моделювання відбувається у сучасних графічних редакторах, що дозволяють створювати віртуальні реалістичні тривимірні моделі деталей, вузлів та будівель, що повністю визначають геометрію всієї моделі. За такою технологією конструктор відразу створює реалістичну та наглядну віртуальну модель, а потім займається підготовкою конструкторської документації, яка в основному здійснюється автоматично.

Для забезпечення успіху в проєктній діяльності майбутнім інженерам-будівельникам потрібна мотивація, яка дозволить їм розвивати навички, необхідні для створення нових та ефективних будівельних проєктів. Одним з ефективних способів мотивації є використання КГМ.

Таке моделювання дає можливість створювати тривимірні моделі будівельних конструкцій та споруд, що дозволяє майбутнім інженерам-будівельникам відчувати себе справжніми архітекторами та дизайнерами. Використання цього інструменту дає змогу максимально точно передбачити поведінку конструкцій та споруд в різних умовах навколишнього середовища та при різних навантаженнях, що забезпечує безпеку і надійність будівельних проєктів.

Мотивація до КГМ допомагає майбутнім інженерам-будівельникам розвивати вміння роботи з сучасними інструментами та технологіями. Це дозволяє їм бути більш конкурентоспроможними на ринку праці, а також забезпечує їхнє професійне зростання та успіх у кар'єрі.

Отже, зазначене моделювання може стати потужним інструментом для мотивації майбутніх інженерів-будівельників до проєктної діяльності, що забезпечить їх успіх у професії та розвиток будівельної галузі загалом.

КГМ суттєво впливає на проєктну діяльність у будівельній галузі. Це дозволяє інженерам-будівельникам створювати віртуальні моделі будівель та споруд і проводити їх аналіз перед початком фізичного будівництва. Використання комп'ютерних програм значно зменшує кількість помилок в проєктуванні та збільшує точність розрахунків, що відповідно призводить до скорочення витрат на будівництво та підвищення якості готових об'єктів. Крім того, КГМ дає змогу візуалізувати проєкт, що полегшує спілкування між замовниками та виконавцями, а також дозволяє вчасно виявляти та виправляти помилки. КГМ дає можливість ефективно використовувати різноманітні технічні рішення та проводити швидке тестування різних варіантів проєктів, що сприяє підвищенню ефективності проєктної діяльності.

Використання технологій КГМ має чимало переваг для майбутніх інженерів-будівельників. По-перше, вони можуть здійснювати проєктування будівельних об'єктів швидше і ефективніше. Комп'ютерні програми для геометричного моделювання дозволяють швидко створювати точні 3D-моделі будівельних конструкцій, що зменшує кількість помилок та недоліків у проєктах. По-друге, використання комп'ютерних технологій геометричного моделювання забезпечує більш високу якість розроблених проєктів. Інженери можуть створювати детальні 3D-моделі, аналізувати їх і

виявляти можливі проблеми та помилки ще до початку будівництва. Це знижує ризик непередбачуваних ситуацій і забезпечує високу якість виконання робіт. По-третє, використання технологій КГМ дозволяє інженерам ефективніше співпрацювати з іншими фахівцями у процесі проектування та будівництва. 3D-моделі можуть бути легко передані між різними спеціалістами, що забезпечує більш швидкий та ефективний процес розробки проектів. По-четверте, використання технологій КГМ дозволяє інженерам створювати реалістичні візуалізації будівельних об'єктів. Це дає змогу клієнтам та іншим фахівцям краще уявити, як буде виглядати готовий об'єкт [5, с. 189].

Використання КГМ є важливою складовою навчального процесу для майбутніх інженерів-будівельників. Деякі університети та коледжі вже успішно впроваджують ці технології в свої програми навчання. Наприклад, студенти можуть вивчати принципи КГМ на практичних заняттях з використанням сучасного програмного забезпечення: AutoCAD, SolidWorks або Revit. Це дає студентам можливість вивчати технічні аспекти проектування, в тому числі створення 3D-моделей, побудову різних видів проєкцій, розробку конструкцій і планування об'єктів будівництва.

Один з прикладів успішного використання КГМ в навчальному процесі – це курс «Комп'ютерне моделювання в архітектурі та будівництві» в Університеті Центрального Ланкаширу (Велика Британія). Студенти на цьому курсі навчаються використовувати різноманітні програмні засоби для створення віртуальних моделей будівель та архітектурних об'єктів, здійснювати аналіз їх функціональності та відповідність вимогам клієнтів.

Також використання КГМ може допомогти вирішувати реальні проблеми у сфері будівництва та архітектури, наприклад, студенти можуть використовувати таке моделювання для розробки проєктів енергоефективних будівель або вивчення впливу елементів середовища на будівельні конструкції.

У сучасному світі, де технології швидко розвиваються, КГМ відіграє важливу роль в підготовці майбутніх інженерів-будівельників. Використання цих технологій в навчальному процесі дає студентам можливість здійснення творчої навчальної діяльності, набуття усвідомленої мотивації до графічної діяльності як творчості та розвиток творчого потенціалу. Використання КГМ має багато переваг, зокрема, полегшує процес проектування, дозволяє виконувати швидкий та точний аналіз, зменшує кількість помилок і скорочує час на виконання завдань.

З огляду на ці фактори використання КГМ має бути включено в навчальні програми для майбутніх інженерів-будівельників. Результатом такого підходу стане високоякісна підготовка майбутніх фахівців з глибоким розумінням технологій та засобів, необхідних для ефективного виконання їхніх професійних обов'язків.

Отже, використання КГМ – важливе для мотивації майбутніх інженерів-будівельників до проєктної діяльності. Відомо, що проєктна діяльність є однією з найважливіших складових інженерної практики, і тому необхідно вдосконалювати методи навчання, які допомагають студентам засвоювати ці професійні навички.

Однією з основних переваг використання технологій КГМ є здатність до точного та швидкого моделювання будівельних проєктів, що дозволяє економити час та знижувати витрати на розробку проєктів. Крім того, використання комп'ютерних технологій підвищує якість проектування та дозволяє зменшити кількість помилок, що може бути критичним у будівельній галузі.

Практичний досвід використання КГМ в навчальному процесі показав, що ця технологія може допомогти студентам краще засвоювати матеріал, вирішувати проєктні задачі та розвивати творчі здібності. Зокрема можливість взаємодії з 3D-моделями та їх візуалізація дозволяє студентам краще розуміти просторові взаємозв'язки та збільшувати рівень їх зорової уваги.

У майбутньому важливо продовжувати дослідження технологій КГМ та їх використання в інженерній сфері. Зокрема необхідно розширювати обсяг застосування цих технологій на різних етапах проектування та будівництва, забезпечувати підготовку фахівців з використанням сучасних програмних засобів і навчальних методик. Дослідження можуть бути спрямовані на вивчення впливу КГМ на підвищення якості проєктної діяльності та зменшення ризиків на будівництві. Крім того, необхідно забезпечувати поширення досвіду використання таких технологій серед інженерної спільноти для підвищення ефективності проектування та будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белова Ю. Ю. Проектна діяльність майбутнього інженера-педагога. Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. праць. Київ: НПУ, 2015. Вип. 51. С. 17–21.
2. Ванін В. В., Вірченко Г. А. Теоретичні основи геометричного моделювання в машинобудівних САПР із прикладами в КОМПАС-3D: навч. посібник. Київ: НТУУ «КПІ», 2011. 140 с.
3. Джеджула О. М. Теорія і методика графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей вищих навчальних закладів: дис. ... д-ра. пед. наук: 13.00.04. Тернопіль, 2007. 460 с.
4. Козяр М. М. Теоретичні і методичні основи графічної підготовки майбутніх інженерів у галузі водного господарства засобами інноваційних технологій: автореф. дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04. Київ, 2012. 38 с.
5. Матвійків О., Ткаченко С., Хаханов В. Інженерне проектування складних об'єктів і систем : навч. посібник. Львів, 2016. 261 с.
6. Мелентьев О. Б. Методика впровадження систем автоматизованого проектування у навчальний процес. Умань: АЛМІ, 2018. 155 с.
7. Райковська Г. О. Розвиток технічного мислення студентів у процесі вивчення креслення: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Київ, 2002. 219 с.
8. Райковська Г. О. Інформаційно-комп'ютерні технології – засіб розвитку професійних графічних здібностей студентів вищих технічних закладів. Вісник ЖДТУ. 2006. № 4 (39). С. 234–239.
9. Юсупова М. Ф. Застосування нових інформаційних технологій в графічній підготовці студентів вищих навчальних закладів: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Одеса, 2002. 250 с.

REFERENCES

1. Belova Yu. Yu. Proektna diial'nist' maibutnoho inzhenera-pedahoha [Project activity of future engineering teacher]. Naukovyi chasopys Natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy: zb. nauk. Prats. 2015. (51). S. 17–21.
2. Vanyin V. V., Virchenko G. A. Teoretychni osnovy heometrychnoho modeliuvannia v mashynobudivnykh SAPR iz praktychnymy prykladamy v KOMPAS-ZD [Theoretical basis of geometric modeling in machine-building CAD systems with practical examples in KOMPAS-ZD]: navch. posib. Kyiv: NTUU «KPI». 2011. 140 p.
3. Dzhedzhula O. M. Teoriya i metodyka hrafichnoyi pidhotovky studentiv inzhenernykh spetsial'nostey vishchyykh navchal'nykh zakladiv [Theory and methodology of graphic training of engineering students in higher educational institutions]: doctoral dissertation, 13.00.04. Ternopil. 2007. 460 p.
4. Kozyar M. M. Teoretychni ta metodychni osnovy hrafichnoi pidhotovky maibutnykh inzheneriv u haluzi vodnoho hospodarstva zasobamy innovatsiynykh tekhnolohii [Theoretical and methodological foundations of graphical training of future water management engineers using innovative technologies]: avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovooho stupenia doktora pedahohichnykh nauk, 13.00.04, Kyiv, 2012. 38 p.
5. Matviyivkiv O., Tkachenko S., Khakhanov V. Inzhenerne proektuvannya skladnykh ob'ektiv i system [Engineering design of complex objects and systems]: Navchalnyi posibnyk. Lviv. 2016. 261 p.
6. Melentiev O.B. Metodyka vprovadzhennya system avtomatyzovanoho proektuvannya u navchalnyi protses [Methodology of implementing automated design systems in the educational process]. Uman: ALMI. 2018. 155 p.
7. Raikovska H. O. Rozvytok tekhnichnoho myslennia studentiv u protsesi vyvchennia kreslennia [Development of technical thinking of students in the process of studying drawing]: diss. ... kand. ped. nauk : 13.00.02. Kyiv. 2002. 219 p.
8. Raikovska H. O. Informatsiino-kompiuterni tekhnolohii – zasib rozvytku profesiynykh hrafichnykh zdibnostei studentiv vishchyykh tekhnichnykh zakladiv [Information and computer technologies as a means of developing professional graphic skills of students in higher technical institutions]. Visnyk ZHDTU. 2006. № 4 (39). S. 234–239.
9. Yusupova M. F. Zastosuvannia novykh informatsiynykh tekhnolohii v hrafichnii pidhotovtsi studentiv vishchyykh navchalnykh zakladiv [The application of new information technologies in the graphic training of students of higher educational institutions] : dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.02. Odesa, Ukraine. 2002. 250 p.