

Kyrlyk Vasyl

PhD Student in a specialty 011 «Educational Pedagogical Sciences»

Mukachevo State University, Mukachevo, Ukraine

vkyrlykv@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-5727-2981>

INFORMATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF DESIGN COMPETENCE OF FUTURE CIVIL ENGINEERS IN UNIVERSITY EDUCATION

Abstract. The article considers the role of ICT in the training of civil engineers. It is emphasized that at the current development stage of engineering education, it is important to focus on the social engineer's responsibility for the safety of engineering facilities, in connection with which the activities of an engineer in the 21st century require appropriate competencies in the context of design, modeling, and construction. The article aims to substantiate the features of applying ICT in the development of design competencies of future civil engineers in the context of university education. Research methods applied: analyzing scientific information to determine theoretical information in developing project competencies of future civil engineers; systematization – to identify components of the educational and professional program aimed at developing project competence; hermeneutic method – to clarify the essence of project competence; generalization – to formulate conclusions. The design competence of a civil engineer is defined as the integrated ability of a specialist to apply a set of knowledge, skills, and personal qualities for the effective implementation of construction projects from the idea stage to the commissioning of the facility. It is noted that the use of computer programs contributes to the interest of future engineers; development of critical and spatial thinking, design vision; formation of design competencies and design literacy, which means high-quality performance of engineering design work and modeling. The benefits of computer-based training in developing project competence of future civil engineers have been identified: minimizing engineering errors, data management (students learn to work not just with drawings, but with the object's database), and teamwork (using cloud services allows future engineers to work on a joint project remotely). The task of forming a design culture of a future civil engineer is determined by the informatization of education and automation of production, the formation of knowledge regarding the application of computer technologies in all cycles of engineering and construction activities.

Keywords: design competence, information and communication technologies, software, university education, modeling.

Introduction. At the beginning of the 21st century, conceptual changes have occurred in engineering activities, which consist in the fact that instead of a separate technical device, mechanism, machine, etc., the object of research becomes a complex human-machine system, which involves socio-technical design and a certain humanitarian diagnostics and expertise. Primary attention should not be given to machines and computers, but to humans and their activities, their social and psychological aspects, new techniques, and technologies [1; 12]. In this regard, the social responsibility of an engineer for the safety of engineering facilities and for minimizing potential hazards at the design stage plays an increasingly important role. The activities of an engineer in the 21st century require appropriate competencies in the context of design, modeling, and construction.

Analysis of recent research and publications. The issue of developing design competence of future engineers has been considered in higher education pedagogy in various aspects: in independent cognitive activity (T.Petrunyok [7, p.308]); in the process of learning computer graphics (V.Boyko [1, p.147]).

There are studies that focus on the development of individual elements of project competencies. Thus, the integration of geometric design and professional knowledge of students was studied by V.Proshkin [9, p.249].

The engineering and graphic skills of students became the focus of attention of the team of scholars [2, p.8; 3, p.184], who emphasize the importance of expanding the capabilities of the university educational environment through the use of computers and online programs and resources that contribute to the formation of design and construction competencies.

In the context of activity, M.Nakonechna studies the

formation of students' readiness of technical specialties for design activities [5]. Engineering modeling as a methodological basis for project training in technical universities is studied by T.Petrunyok [7] and V.Proshkin [9]. A.Khalilov draws attention to the system of information and technological support for design training of future civil engineers at the university [12].

Considerable attention in scientific research has been paid to the issue of engineering creativity, since the logical and psychological properties of the subjects' consciousness that are carrying out the design play a significant role, in particular, the so-called anticipatory consciousness – the ability of human consciousness to determine the future [8].

V.Boyko [1], R.Gorbatyuk [3], V.Proshkin [9] indicate that the peculiarities of modern engineering activities are the collectivity of creative engineering activities, the connection to the joint activities of economists, psychologists, ecologists, and other specialists. There are two approaches to modeling a new technical product in the process of its creation: the first one considers only technical objects, and human-machine relations are mediated; in the second approach, the starting point of the model is not a technical device, but the process of meeting human needs in modeling the system «man – technology – production environment» [2].

A.Khalilov emphasizes that modern technologies are constantly transforming the construction industry, revolutionizing how structures are designed, built, and operated [12, p.3]. One of the key innovations impacting this sector is the introduction of BIM technology – an integrated building information modeling system.

The article aims to substantiate the features of applying information and computer technologies (ICT) in the development of design competencies of future civil engineers in the context of university

education. **Research methods** applied: method of analyzing scientific information to determine theoretical information in developing project competencies of future civil engineers; systematization – to identify components of the educational and professional program aimed at developing project competence; hermeneutic method – to clarify the essence of project competence; generalization – to formulate conclusions.

Presentation of the main material. Information technologies expand the capabilities of the university educational environment through the use of computers and online programs and resources that contribute to the formation of design and construction competencies of future specialists. Design competence is a complex person integrative characteristic that determines an individual's ability and readiness for independent activity in the development and implementation of projects to solve specific theoretical or practical problems. It combines knowledge, skills, and personal qualities necessary to achieve the predicted result in conditions of limited resources.

The main components of project competence are [9]:

- Technical and design component: the ability to develop design solutions, perform structural calculations (load analysis, stability), and ensure their reliability in accordance with state construction standards.

- Information and technology component: proficiency in specialized software (AutoCAD, Revit, BIM technologies) and the ability to quickly master new digital modeling tools.

- Organizational and managerial component: the ability to plan resources, define project boundaries (scope management), develop work schedules (Gantt charts), and to control the budget.

Taking into account different approaches in understanding design competence [3; 4; 5; 9], we interpret the design competence of a civil engineer as an integrated ability of a specialist to apply a set of knowledge, skills, and personal qualities for the effective implementation of engineering and construction projects from the idea stage to the commissioning of the facility, which includes both purely technical (hard skills) and managerial and soft skills necessary for solving complex engineering tasks in changing conditions. Based on the results of this scientific research, we have systematized the main components of the design competence of a civil engineer. Design competence typically includes the following components:

- Cognitive: knowledge of design methodology, project life cycle stages, and methods of managing them.

- Operational-technological: the ability to plan activities, allocate resources, work with information, and use special tools.

- Motivational-volitional: willingness to take responsibility for the result, focus, and ability to overcome difficulties.

- Communicative: the ability to effectively interact in a team, distribute roles, and present work results.

According to the *Standards of higher professional education* regarding the training of future specialists, an engineer is to demonstrate general cultural and professional competencies. The Higher Education Standard for the first (Bachelor's) level of higher education in the field of knowledge – Architecture and Construction, specialty 192 «Construction and Civil Engineering» (2018) (2025 p. – G19 Civil construction and engineering) [10] prescribes the following abilities to be demonstrated: abstract thinking, analysis and synthesis; to critically reflect on and apply the basic theories, methods and principles of economics

and management for the rational organization and management of construction production; to design building, its components, structures and engineering networks taking into account engineering, technical and resource-saving measures, legal, social, environmental, technical and economic indicators, scientific and ethical aspects, and modern requirements of regulatory documentation in the architecture and construction field, environmental protection and occupational safety; to use computer-aided design systems and specialized application software to solve engineering problems in construction and civil engineering; perform engineering activities in the field of construction, preparation, and use of technical documentation; awareness of designing principles in urban areas; to organize and manage professional development.

Professional training of future civil engineers involves the use of computer programs. It promotes the interest of future engineers, the development of critical and spatial thinking, design vision, the formation of design competencies, and design literacy, which refers to the high-quality performance of engineering and design work, the correction of errors in drawing, work designing, model creating, etc.

Based on the study of scientific sources [1; 12], regulatory legal acts [10; 11] and methodological literature [6], we have identified the most popular software for professional training of modern engineers, which is aimed at developing design competence and is based on the integration of specialized software (CAD/BIM) and online platforms that allow you to master the full life cycle of an object - from design to operation. The main emphasis in training is on mastering BIM technology (Building Information Modeling), which allows not only to create 3D models with all the technical data of each element, but also contains execution schedules (4D) and cost indicators (5D).

Key ICT software packages for training are:

- Autodesk Revit: a base tool for architectural design, structural calculation, and engineering systems.

- AutoCAD Civil 3D: is used for designing infrastructure facilities, calculating earthworks, and road networks.

- Robot Structural Analysis: a program for performing complex calculations of the bearing capacity (strength and stability) of building structures.

- Graphisoft ArchiCAD: A popular alternative for architectural modeling and visualization.

- «Arclii CAD», «Компас-графік» і «Auto CAD» - for automation of design and construction works, that generate two-dimensional and three-dimensional images of objects, programs for design and preparation of drawing and design documentation.

- Corel DRAW, «АВТО Архітектор» are information systems that allow you to create plans, facades, sections, systems for presentation and artistic graphics, etc.

Online resources for learning and self-education are important. The use of cloud technologies and remote learning courses provides flexibility in training specialists:

- BUILDIT.LAB: Specialized Ukrainian platform offering free and paid courses in Revit, point cloud modeling system, and work in Robot Structural Analysis.

- Prometheus / EdEra: Ukrainian MOOC platforms, where courses on the basics of engineering and digital literacy periodically appear.

- Coursera / edX / Udemy: Global platforms with professional certifications from leading universities and developers (e.g., courses from Autodesk).

- Parametric.center: A source for in-depth study of parametric modeling and automation in construction.

The advantages of using computer training for future professionals are:

– Minimization of errors, as virtual modeling enables the detection of collisions (e.g., intersections of pipes with walls) before construction begins.

– Data management, because students learn to work not just with drawings, but with an object database containing, which includes technical parameters, cost, deadlines, and materials.

– Formation of teamwork skills, i.e., the use of cloud services (such as Autodesk Construction Cloud), which allows future engineers to work on a joint project remotely.

We agree with V.Proshkin [9] that the use of ICT in the context of design training of future engineers allows us to combine traditional and modern technologies for training future engineers; simultaneously use computer graphic resources and traditional methods of constructing design objects; present the implementation of technical tasks in a three-dimensional modeling environment; improve the quality of studying descriptive geometry by improving clarity and visualization.

The results of scientific research indicate that the latest information technologies in the conditions of university education for future engineers should be applied in stages. At the *first stage*, a theoretical basis is formulated using established technologies, and at the *second stage*, the skills and abilities acquired by students are consolidated through online and computer programs. In addition, from the analysis of scholarly sources, it can be concluded that the engineering training of future engineers is associated with the implementation of the main stages of training: technical drawing combined with design; drawing integrated with computer graphics; interactive

online learning (hosting sites for storing media files, systems for creating and storing educational materials, systems for jointly creating various types of documents, web resources for organizing project activities, distance learning systems, virtual communication systems: Wiki technology, web training, web conference, webinar, web forum, blog, chat, etc.) [9, c.250].

In the process of forming the design competence of future civil engineers, it is worth focusing on improving the educational process in the direction of creating opportunities for the formation of such competence, forming a creative educational environment that will contribute to the personality development of the future specialist and form an understanding the value of design activities, creating favorable conditions for the psychological comfort of participants in the educational process.

Conclusions. The task of forming the design culture of a future civil engineer today is determined in a global sense by the informatization of education and automation of production, and in relation to the specifics of the future profession by the transition of design organizations to computer technologies in all cycles of construction work, starting from cost estimation, making drawings and ending with the analysis of the building stability, since the concept of information modeling and design of buildings radically changes the idea of the computer technology role in design. The computer is used not to prepare a set of digital drawings and specifications, but to create a single building information model. Prospects for further research include studying the pedagogical conditions of modern 3D technologies application in the developing design competence of future engineers in university education in Eastern European countries.

Конфлікт інтересів. Автор підтверджує відсутність фінансових, особистих чи інших інтересів, що можуть розглядатися як потенційний конфлікт інтересів щодо публікації цієї статті.

Фінансування. Робота виконана за відсутності фінансової підтримки з боку будь-яких організацій.

Доступність даних. Це теоретичне дослідження не передбачає використання додаткових наборів даних.

Використання штучного інтелекту. Інструменти штучного інтелекту частково використовувались при перекладі окремих понять.

Список використаної літератури

1. Бойко В.А. Комп'ютерне геометричне моделювання у професійній проєктно-конструкторській діяльності. *Молодь і ринок*. 2016. Вип.3. С.145–150.
2. Бушуєв С., Тихонович Ю., Черниш О., Сухонос Н., Халілов А. Креативні принципи управління інноваційними проєктами в середовищі VANI. *Управління розвитком складних систем*. 2024. Вип.57. С.6–11. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.6-11>
3. Горбатюк Р. Теоретичні основи моделювання системи професійної підготовки майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 2012. Вип.11. С.184–190.
4. Кирлик В. Розвиток проєктних компетентностей майбутніх інженерів-будівельників як предмет психолого-педагогічних досліджень. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2024. Вип.1 (54). С.72–77. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2024.54.72-77>.
5. Наконечна М.В. Формування проєктної компетентності майбутніх бакалаврів з будівництва та цивільної інженерії в процесі вивчення фахових дисциплін: дис. ... докт. філософії: 015 «Професійна освіта (за спеціалізаціями)». Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2022. 310 с.
6. Методи та засоби проєктування програмних систем: робоча програма навчальної дисципліни. Київ: Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського. URL: <https://ipze.kpi.ua/wp-content/uploads/2024/01>.
7. Петруньок Т.Б. Використання відеороликів для самостійної підготовки майбутніх інженерів-будівельників до виконання лабораторних робіт. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конференції (м.Мелітополь, 27-29 травня 2020 р.). Мелітополь, 2020. С.307–311.
8. Поважнюк О.Ю. Особливості підготовки інженера промислового та цивільного будівництва. *Актуальні проблеми психологічної та соціальної адаптації в умовах кризового суспільства*: збірник матеріалів Ювілейної Х Міжнародної науково-практичної конференції (м.Ірпінь, 23-25 квітня 2025 року). Ірпінь: Державний податковий університет, 2025. С.183–185.
9. Прошкін В.В. Формування проєктно-конструкторської компетентності майбутніх інженерів засобами ІКТ. *Вісник університету імені Альфреда Нобеля. Серія: Педагогіка і психологія. Педагогічні науки*. 2017. Вип.1 (13). С.247–252.
10. Стандарт вищої освіти, затверджений наказом Міністерства освіти і науки України від 18 березня 2021 р. за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти галузі знань 19 – Архітектура та будівництво, спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (2025 р. – G19 Будівництво цивільна та інженерія). URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/>

sites/1/vyshcha/standarty/2021/03/19/192-Budivn.ta.tsyvil.inzhener-bakalavr-VO.18.01.pdf

11. Миське будівництво та господарство: освітньо-професійна програма підготовки здобувачів вищої освіти на другому (магістерському) рівні вищої освіти галузі G Інженерія, виробництво та будівництво спеціальності G19 Будівництво та цивільна інженерія. Ужгородський національний університет. URL: <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/93391>.
12. Халілов А. Менеджмент будівельних проєктів з застосуванням BIM технологій та штучного інтелекту на цифровій платформі: дис. ... доктора філософії: 073 «Менеджмент». Київський національний університет будівництва і архітектури. Київ, 2024. 176 с.

References

1. Boiko, V.A. (2016). Kompiuterne heometrychne modeliuвання u profesiinii proiektno-konstruktorskii diialnosti [Computer geometric modeling in professional design and construction activities]. *Molod i rynek: shchomistiachnyi naukovo-pedahohichnyi zhurnal*, 3, 145–150. [in Ukrainian].
2. Bushuiev, S., Tykhonovych, Yu., Chernysh, O., Sukhonos, N., & Khalilov, A. (2024). Kreatyvni pryntsyipy upravlinnia innovatsiinymy proiektamy v seredyvyshchi BANI [Creative principles of managing innovative projects in the BANI environment]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system*, 57, 6–11. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.57.6-11>. [in Ukrainian].
3. Horbatiuk, R. (2012). Teoretychni osnovy modeliuвання systemy profesiinoy pidhotovky maibutnykh inzheneriv-pedahohiv kompiuternoho profilu [Theoretical foundations of modeling the professional training system for future computer engineering teachers]. *Pedahohichna osvita: teoriia i praktyka*, 11, 184–190. [in Ukrainian].
4. Kyrylyk, V. (2024). Rozvytok proiektnykh kompetentnosti maibutnykh inzheneriv-budivelnikiv yak predmet psykholohopedahohichnykh doslidzhen [Development of design competencies of future civil engineers as a subject of psychological and pedagogical research]. *Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: «Pedagogy. Social Work»*, 1 (54), 72–77. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2024.54.72-77>. [in Ukrainian].
5. Nakonechna, M.V. (2022). *Formuvannya proiektnoi kompetentnosti maibutnykh bakalavriv z budivnytstva ta tsyvilnoy inzhenerii v protsesi vyvchennia fakhovykh dystsyplin* [Formation of design competence of future bachelors in construction and civil engineering in the process of studying professional courses] (Unpublished PhD dissertation). Lvivska politehnika. [in Ukrainian].
6. *Metody ta zasoby proektuvannya prohramnykh system, robocha prohrama navchalnoy dystsypliny* [Methods and tools for designing software systems]. (2024). <https://ipze.kpi.ua/wp-content/uploads/2024/01>. [in Ukrainian].
7. Petrunok, T.B. (2020). Vykorystannya videorolykiv dlia samostiinoy pidhotovky maibutnykh inzheneriv-budivelnikiv do vykonannya laboratornykh robot [Using videos for self-training of future civil engineers to perform laboratory work]. *Rozvytok suchasnoy nauky ta osvity: realii, problemy yakosti, innovatsii – Proceedings of International conference* (pp.307–311). Melitopol. [in Ukrainian].
8. Povazhniuk, O.Yu. (2025). Osoblyvosti pidhotovky inzhenera promyslovoho ta tsyvilnoho budivnytstva [Features of training an industrial and civil engineer]. *Aktualni problemy psykholohichnoy ta sotsialnoy adaptatsii v umovakh kryzovoho suspilstva – Proceedings of International conference* (pp.183–185). Irpin Derzhavnyi podatkovyi universytet. [in Ukrainian].
9. Proshkin, V.V. (2017). Formuvannya proiektno-konstruktorskoy kompetentnosti maibutnykh inzheneriv zasobamy IKT [Formation of design competence of future engineers with ICT tools]. *Visnyk universytetu imeni A.Nobelii. Ser.: Pedahohika. Psykholohiia. Pedahohichni nauky*, 1 (13), 247–252. [in Ukrainian].
10. *Standart vyshchoy osvity za pershym (bakalavrskym) rivnem vyshchoy osvity haluzi znan 19 – Arkhitektura ta budivnytstvo, spetsialnist 192 «Budivnytstvo ta tsyvilna inzheneriia»*. (2021). [Higher education standard, approved by the order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated March 18, 2021 for the first (bachelor's) level of higher education in the field of knowledge 19 – Architecture and Construction, specialty 192 «Construction and Civil Engineering»]. <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/vyshcha/standarty/2021/03/19/192-Budivn.ta.tsyvil.inzhener-bakalavr-VO.18.01.pdf>. [in Ukrainian].
11. *Miske budivnytstvo ta hospodarstvo: osvitno-profesiina prohrama pidhotovky zdobuvachiv vyshchoy osvity na druhomu (mahisterskomu) rivni*. (2025). [Urban Construction and Economy: educational and professional program for training higher education applicants at the second (master's) level of higher education in the field of G Engineering, Production and Construction, specialty G19 Construction and Civil Engineering]. <https://www.uzhnu.edu.ua/uk/infocentre/get/93391>. [in Ukrainian].
12. Khalilov, A. (2024). *Menedzhment budivelnnykh proiektiv z zastosuvanniam BIM tekhnolohii ta shtuchnoho intelektu na tsyfroviiy platformi* [Construction project management using BIM technologies and artificial intelligence on a digital platform] (Unpublished PhD dissertation). Kyivskiy natsionalnyi universytet budivnytstva i arkhitektury. [in Ukrainian].

Рукопис надійшов: 11.03.2026

Перше рішення: 13.04.2026

Доопрацьовано (раундів: 1): 16.04.2026

Прийнято до друку: 21.04.2026

Опубліковано онлайн: 30.04.2026

Кирлик Василь Васильович

здобувач третього (докторського) рівня вищої освіти спеціальності 011 «Освітні педагогічні науки»
Мукачівський державний університет, м.Мукачеве, Україна

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ У РОЗВИТКУ ПРОЄКТНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-БУДІВЕЛЬНИКІВ В УМОВАХ УНІВЕРСИТЕТСЬКОЇ ОСВІТИ

Анотація. Розглянуто питання щодо ролі ІКТ в підготовці інженерів-будівельників. Наголошено, що на сучасному етапі розвитку інженерної освіти важливо акцентувати увагу на соціальній відповідальності інженера за безпеку інженерних об'єктів, у зв'язку з чим діяльність інженера ХХІ століття потребує відповідних компетентностей в контексті проєктування, моделювання та конструювання. Мета статті: обґрунтувати особливості застосування ІКТ у розвитку проєктних компетентностей майбутніх інженерів-будівельників в умовах університетської освіти. Методи наукового пошуку: для визначення теоретичних відомостей щодо розвитку проєктних компетентностей майбутніх інженерів-будівельників застосовано метод аналізу наукової

інформації; систематизацію - для виявлення компонентів освітньо-професійної програми, що спрямовані на розвиток проєктної компетентності; герменевтичний метод – для з'ясування сутності проєктної компетентності; узагальнення – для формулювання висновків. Визначено проєктну компетентність інженера-будівельника як інтегровану здатність фахівця застосовувати комплекс знань, умінь та особистих якостей для ефективної реалізації будівельних проєктів від етапу ідеї до здачі об'єкта в експлуатацію. Зазначено, що використання комп'ютерних програм сприяє зацікавленості майбутніх інженерів; розвитку критичного та просторового мислення, проєктного бачення; формуванню конструкторських компетентностей та проєктної грамотності, під якою розуміється якісне виконання інженерно-проєктних робіт та здійснення моделювання. Виявлено переваги комп'ютерної підготовки у розвитку проєктної компетентності майбутніх інженерів-будівельників: мінімізація інженерних помилок, управління даними (студенти вчать працювати не просто з кресленнями, а з базою даних об'єкта), командна робота (використання хмарних сервісів дозволяє майбутнім інженерам працювати над спільним проєктом дистанційно). Зроблено висновок, що завдання формування проєктної культури майбутнього інженера-будівельника сьогодні зумовлене інформатизацією освіти та автоматизацією виробництва, необхідністю формування знань щодо застосування комп'ютерних технологій на всіх циклах інженерно-будівельної діяльності.

Ключові слова: проєктна компетентність, інформаційно-комунікаційні технології, програмне забезпечення, університетська освіта, моделювання.