

- [27] Gyula Mester, Aleksandar Rodic: Modeling and Navigation of an Autonomous Quad-Rotor Helicopter, *E-Society Journal Research and Applications*, Vol. 3, Issue 1, pp. 45-53, July 2012.
- [28] Gyula Mester: The Evaluation of the Impact Factor of the Journal *Acta Polytechnica Hungarica*, *Proceedings of the TREND Conference*, pp. 70-73, 2011.
- [29] Gyula Mester: *Felsőoktatási világranglisták 2011, Proceedings of the Conference Informatika a felsőoktatásban*, pp. 269-277, Debrecen, Hungary, 2011.
- [30] Gyula Mester: Sensor Based Control of Autonomous Wheeled Mobile Robots, *The Ipsi BgD Transactions on Internet Research, TIR*, Vol. 6, Issue 2, pp. 29-34, 2010.
- [31] Gyula Mester: Intelligent Mobile Robot Motion Control in Unstructured Environments, *Acta Polytechnica Hungarica*, Vol. 7, Issue 4, pp. 153-165, 2010.
- [32] Gyula Mester: Improving the Mobile Robot Control in Unknown Environments, *Proceedings of the YUINFO' 2007*, pp. 1-5, Kopaonik, Serbia, 11-14.03.2007.
- [33] Gyula Mester: Motion Control of Wheeled Mobile Robots, *4th Serbian - Hungarian Join Symposium on Intelligent Systems, SISY*, Subotica, Serbia, pp. 119-130, 29-30.09.2006.
- [34] Gyula Mester: Intelligent Mobile Robot Controller Design, *Proceedings of the 10th 2006 International Conference on Intelligent Engineering Systems, INES 2006*, 282-286, DOI: 10.1109/INES.2006.1689384, IEEE Press, London, UK, June 26-28, 2006.
- [35] Sergiy V. Kovalevskyy, *Artificial Intelligence as a Driver of Socio-Economic System Transformation in Ukraine, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs*, Vol. 22, Issue 3, pp. 296-304, DOI: 10.7906/indecs.22.3.5, 2024.

UDC 004.925.84

Piontkevych O.V. (Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine)

PARAMETRIC GEOMETRIC MODELING IN SOLIDWORKS WHEN STUDYING THE DISCIPLINE “COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS”

Abstract. The article analyzes the step-by-step process of mastering parametric geometric modeling in *SOLIDWORKS* during the study of the discipline “Computer-Aided Design Systems” at the Department of Technology and Automation of Mechanical Engineering. The use of the basic principles of parametrization in the developed laboratory works for the training of engineering specialists is considered. The main advantages of applying parametric geometric modeling are formulated. It is recommended that students develop their skills in scientific student groups based on CAD/CAE/CAM technologies to acquire practical experience in geometric model parametrization.

Keywords: parameterization, geometric modeling, *SOLIDWORKS*, CAD

Анотація. У статті проаналізовано шляхи поетапного опанування параметричного геометричного моделювання в *SOLIDWORKS* у процесі вивчення дисципліни «Комп'ютеризовані системи проектування» на кафедрі технологій та автоматизації машинобудування. Розглянуто використання основних принципів параметризації в розроблених лабораторних роботах для підготовки інженерних фахівців. Сформульовано основні переваги використання параметричного геометричного моделювання. Рекомендовано здобувачам розвивати навички у студентських наукових гуртках, які базуються на CAD/CAE/CAM технологіях, для здобуття практичних навичок з параметризації геометричних моделей.

Ключові слова: параметризація, геометричне моделювання, *SOLIDWORKS*, CAD

Modern development of engineering education is closely linked to the implementation of Computer-Aided Design (CAD) systems, which allow the creation of digital two- and three-dimensional product models, as well as the analysis and optimization of their engineering and technical designs, including drawings and specifications [1-4]. One of the key areas of CAD

development is parametric geometric modeling [5-8], which ensures a logical interdependence between model elements, allowing for rapid design changes without losing consistency. In the educational process of the discipline "Computer-Aided Design Systems," it is important not only to acquaint students with the basic modeling tools but also to form an understanding of the principles of parametrization, which form the basis of modern engineering thinking.

Descriptive geometry with its methods of constructing three-dimensional objects in drawings [9, 10] does not easily allow for design modifications. Without parametric geometric modeling, modern CAD systems lack the interdependence between geometric elements [11] which leads to errors during editing or the need for a complete model rebuild. Products made without proper parametrization of geometric models may have issues with dimensional accuracy, errors in the tool movement trajectory for CNC machines, and the execution of assembly operations for multiple products [12-20]. Parametric geometric modeling eliminates these drawbacks because it allows the creation of models with fixed dependencies that regulate the mutual arrangement, sizes, and proportions of objects. In SOLIDWORKS, this approach is implemented through sketch relations, dimensions and dependencies, equations, global variables, and parameter tables. This is why the discipline "Computer-Aided Design Systems" gradually familiarizes approaches to parametric geometric modeling for SOLIDWORKS. The learning process includes step-by-step laboratory exercises, independent design assignments, and the use of simulation tools, which encourage students to think parametrically and creatively.

The purpose of this study is to analyze the ways of mastering parametric geometric modeling in SOLIDWORKS by studying the discipline "Computer-Aided Design Systems". The research involves creating favorable conditions for students to master professional skills in parametric geometric modeling in SOLIDWORKS and to ensure a high level of their competitiveness in the labor market.

Parametric geometric modeling involves using two main types of dependencies: geometric and dimensional [6]. Geometric dependencies (coincidence, parallelism, tangency, concentricity, symmetry) ensure the correct spatial position of model elements, and dimensional dependencies define the magnitudes of distances, angles, and radii. SOLIDWORKS automatically forms such relationships when creating sketches and also allows the user to manually set constraints or use equations to build linked parameters.

The sketch is the basis for constructing any model in SOLIDWORKS. Parametrization of sketches allows setting fixed relationships between lines, arcs, circles, and other geometric elements. Mastering these skills is provided through the completion of Laboratory Work 2 "Creating Sketches Using Relations" [11]. For example (Figure 1), when performing the task, only the axis of symmetry and the start of the sketch construction are fixed on the sketch, while other constructions are completed through relations between elements and dimensions. The completed task consists of black primary lines, which indicates their defined position, and the status of the document shows the inscription "Fully Defined".

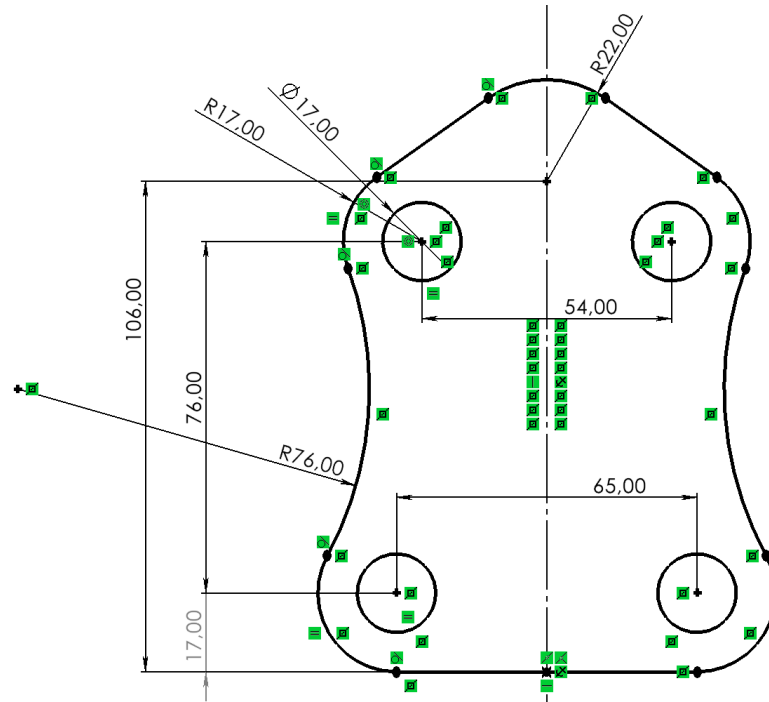
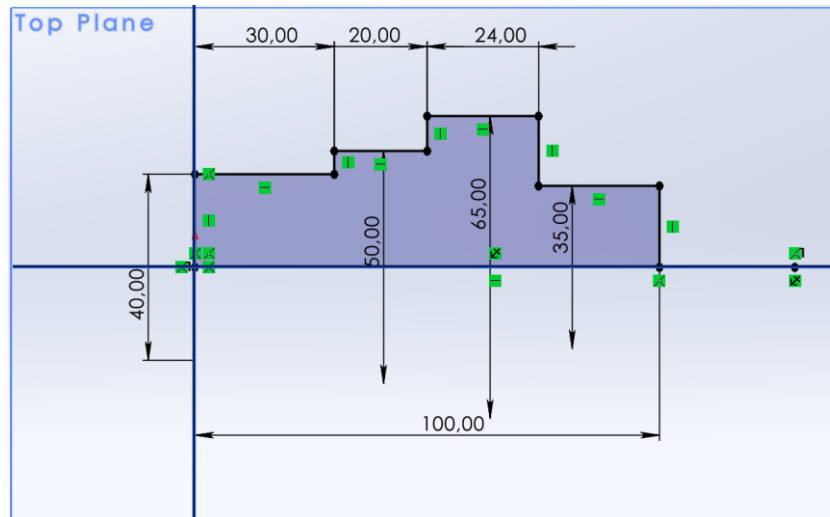


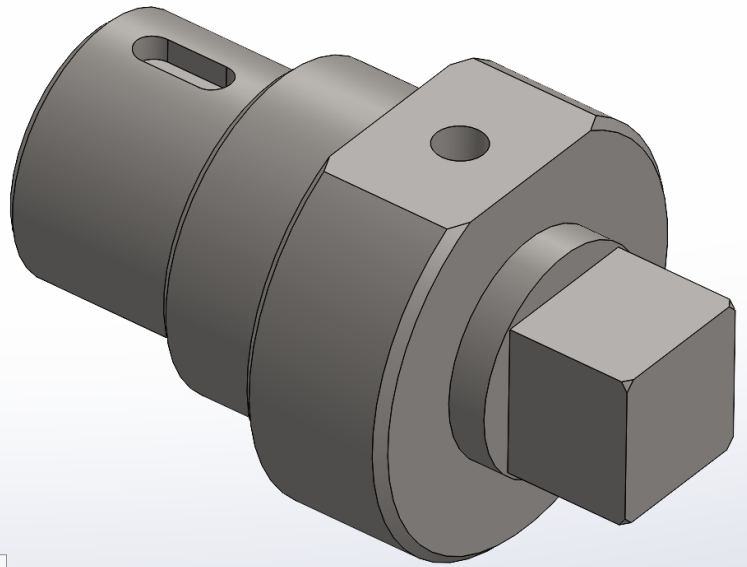
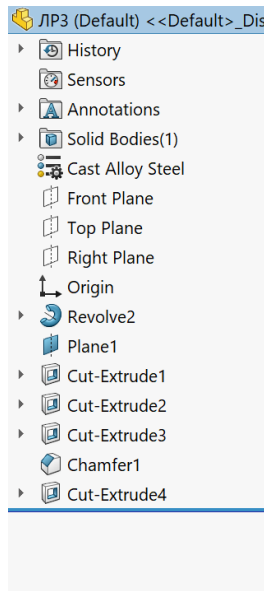
Figure 1 – Result of completing the task for Laboratory Work 2 [11] in SOLIDWORKS

Similar parametrization elements are used to create sketches for three-dimensional models. This is provided for during the completion of Laboratory Work 3 "Creating Solid Three-Dimensional Models of Parts" [11]. After creating the sketch, the three-dimensional model is formed using extrude, revolve, or cut operations. For example (Figure 2), the main sketch of a stepped shaft is constructed with the necessary relations and dimensions, as well as other constructions of the three-dimensional part with the corresponding description in the "FeatureManager Design Tree". Adding dimensional parameters to the three-dimensional model allows for the creation of different product variations in the future by changing only a few key values in the equation table via the link Menu Bar > Tools > Equations.

SOLIDWORKS allows the creation of assemblies where "Mates" are established between parts, similar to geometric relations in sketches. For example (Figure 3, a), when modeling bolted connections with standard bolts, a washer, and a nut. In this case, each element of the assembly has its own settings (Figure 3, b). By changing the bolt parameters in the configurations table, the student can obtain different standard bolt sizes without the need to create new files. Such models are combined into a standard parts library.



a



b

Figure 2 – Results of completing the task for Laboratory Work 3 [11] in SOLIDWORKS:
(a) creation of the main sketch of a three-dimensional model with parametrization; (b)
construction of a three-dimensional model of a stepped shaft

In the educational process, parametric geometric modeling contributes to the development of spatial thinking and engineering logic. The instructor offers students tasks to create basic models, and then — to modify them by changing individual parameters. This approach ensures an understanding of the structure of digital models, the relationships between objects, and the principles of design automation. During laboratory sessions, special attention is paid to working with parameter equations. Students acquire not only the ability to model geometric objects but also skills in data management, design automation, and the use of global variables for model optimization.

Advantages of using parametrization in geometric modeling:

- the ability to quickly modify the model without its complete rebuilding;
- increasing the accuracy of drawings and reducing the probability of errors;
- automation of creating product variants;
- support for integration with analytical calculations and simulations.

It is recommended for students to continue their development in student scientific groups to deepen their knowledge and practical skills in parametric geometric modeling. The main focus of such student scientific groups is placed on CAD/CAE/CAM technologies.

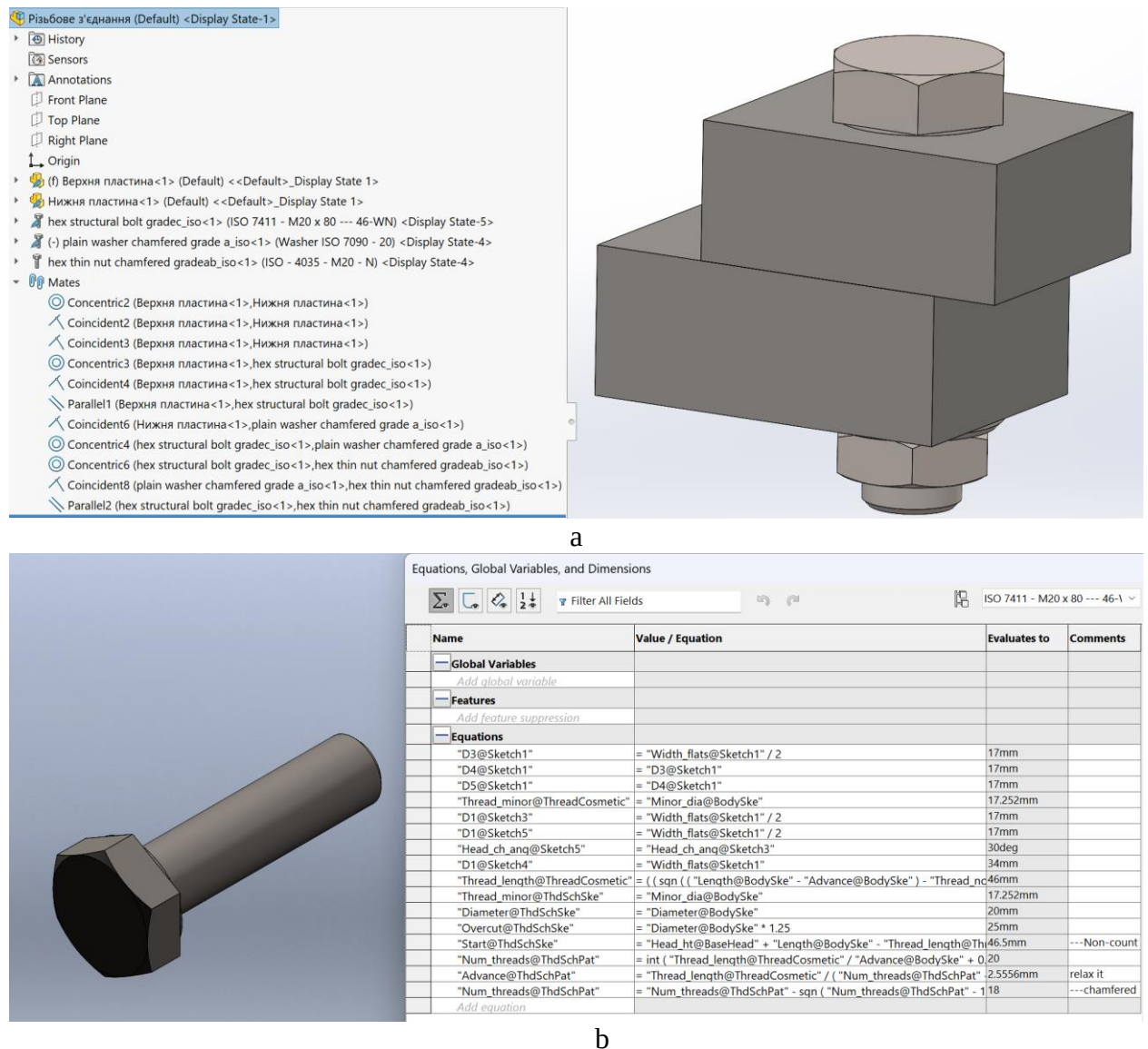


Figure 3 – Results of completing the task for Laboratory Work 4 [11] in SOLIDWORKS: (a) creation of a three-dimensional model of an assembly; (b) review of the parameterized geometric parameters of the bolt

CONCLUSIONS

Parametric geometric modeling in SOLIDWORKS is an effective tool for training future design engineers. This modeling approach allows the creation of flexible models suitable for subsequent modification, automates the development of typical parts and assemblies, and enhances the quality of education. The implementation of parametrization methods ensures the integration of design, analysis, and production preparation processes in a single digital environment. Further research should focus on integrating parametric geometric modeling into interdisciplinary projects and expanding its application in educational digital twins.

REFERENCES

1. Петров О. В., Піонткевич О. В., Буда А. Г., Коломієць В. С. Застосування CAD/CAE-системи Solidworks у задачах аналізу міцності деталей верстатних пристосувань. *Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця : ВНТУ, 2024. Вип. 19. № 1. С. 95–102.*
2. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. Мелітополь: Люкс, 2021. 140 с.
3. Improvement of the Hydraulic Units Design Based on CFD Modeling /O. Petrov, L. Kozlov, D. Lozinskiy, O. Piontkevych// *Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering. DSMIE 2019. LNME. Springer, Cham. 2020. P. 653-660. doi: 10.1007/978-3-030-22365-6_65*
4. Піонткевич О. В., Березюк О. В., Лозінський Д. О., Кавецький О. І. Застосування CAD/CAE-системи Autodesk Inventor для удосконалення фрезерно-гравірувального верстата з ЧПК. *Наукові праці Вінницького національного технічного університету. Вінниця : ВНТУ, 2025. Вип. 1. С. 1–9. <https://doi.org/10.31649/2307-5376-2025-1-178-186>*
5. Піонткевич О. В., Лозінський Д. О., Сердюк О. В., Савуляк В. В. Забезпечення результатів вивчення CAD/CAE/CAM систем для підготовки фахівців із спеціальності «Прикладна механіка». *Матеріали XVI Міжнародної науково-методичної конференції «Сучасна освіта - доступність, якість, визнання», 13–14 листопада 2024 р. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, Краматорськ : ДДМА, 2024. С. 247-252.*
6. Лопатюк С. П. Параметризація геометричного моделювання в Autocad. *Водний транспорт, 2024. 2 (40). С.186-193.*
7. Грицина Н. І., Шапа С. Ю. Використання табличної параметризації в системі AutoCAD для створення типових елементів креслеників. *Сучасні проблеми моделювання, (11), 2018. С. 41-47.*
8. Вірченко Г., Яблонський П., Терещук М. Криві Безьє зі степеневою параметризацією. *Прикладні питання математичного моделювання, 2024. 7(1). С. 23-31.*
9. Інформаційно-комп'ютерні технології в машинобудуванні: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс] / В. В. Савуляк, О. В. Піонткевич, Н. С. Семічаснова. *Вінниця : ВНТУ, 2024. 133 с.*
10. Нарисна геометрія та основи архітектурної графіки: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян. *Луцьк: Вежа, 2020. 318 с.*
11. Піонткевич О. В., Сухоруков С. І., Петров О. В., Сердюк О. В. «Комп'ютеризовані системи проектування» для здобувачів вищої освіти зі спеціальності «Прикладна механіка»: електронний лабораторний практикум. *Вінниця : ВНТУ, 2025. 142 с.*
12. Огородніков В.А. Штамповка листових заготовок та створення безпечних конструкцій / В. А. Огородніков, Т. Ф. Архіпова, В. А. Макаров, С. І. Сухоруков // *Вісник машинобудування та транспорту, 2019. №2. С.65-71.*
13. Березюк О.В. Аналітичне дослідження математичної моделі гідроприводу повороту важеля маніпулятора на операції завантаження твердих побутових відходів у сміттєвоз // *Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010. № 3. С. 93-98.*
14. Березюк О.В. Математичне моделювання динаміки гідроприводу робочих органів завантаження твердих побутових відходів у сміттєвози // *Вісник Вінницького політехнічного інституту. № 4, 2009. С. 81-86.*
15. Березюк О.В. Науково-технічні основи проектування приводів робочих органів машин для збирання та первинної переробки твердих побутових відходів: автореф. дис. д-ра техн. наук. *Хмельницький, 2021. 46 с.*
16. Козлов Л.Г. Особливості конструкцій гідророзподільників для гідросистем чутливих до навантаження / Л.Г. Козлов, Д.О. Лозінський, В.А. Ковальчук, Ю.В. Дзись // *Вінницький національний аграрний університет, 2009.*
17. Сухоруков С.І. Сучасні перспективи розвитку систем автоматизованого проектування технологічної оснастки / С.І. Сухоруков, О.В. Петров, Д.С. Осіпов // *Вісник Хмельницького національного університету, 2011. №6. С. 156-159.*
18. Козлов Л.Г., Лозинський Д.О. Моделювання робочих процесів в гідроприводі із клапанно-золотниковим розподільником з пропорційним електрогідравлічним управлінням. *Вісник Донецького університету, Сер. А: Природничі науки. 2008. № 2. С. 156 – 161.*

19. Піонткевич О. В. Вплив параметрів системи керування гідроприводом мобільної робочої машини на динамічні характеристики [Текст] / О. В. Піонткевич // Вісник машинобудування та транспорту. 2016. №2(4). С. 68–76.
20. Муращенко А. М. Розрахунок мобільних приводів машин / А. М. Муращенко, О. М. Яхно, О. П. Губарев, В. Г. Василюк, М. Коваленко // Problems of Friction and Wear. 2019. Vol. 3(84). P. 83 – 89

UDC 378:004.9

Predrag Pravdić, Violeta Đorđević (Academy of Professional Studies Kruševac, Department of Technical and Technological Studies, Kruševac, Serbia)

LEARNING THROUGH PRACTICE: PARTNERSHIPS WITH COMPANIES, OPEN-DATA CASE ANALYSIS AND THE USE OF MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES

Abstract. Practice-oriented learning represents an educational approach emphasizing the direct application of theoretical knowledge in real-world contexts. This paper discusses how partnerships between universities and companies, open-data case studies, and modern digital technologies enhance learning outcomes. Collaborative projects with industry allow students to apply theoretical concepts to authentic problems, while open-data analysis fosters analytical thinking, creativity, and evidence-based decision-making. The integration of digital technologies — including virtual environments, simulation tools, and AI-driven platforms — enriches the educational process by enabling interactive, flexible, and personalized learning. These combined methods strengthen connections between academia, industry, and society, preparing students for the digital economy through the acquisition of both technical and soft skills such as teamwork, communication, and adaptability.

Keywords: practice-oriented learning; university-industry collaboration; open data; digital education; applied projects; experiential learning; innovation; higher education; digital technologies.

Анотація. У статті розглянуто особливості навчання через практику на основі партнерства з компаніями, аналізу кейсів відкритих даних та використання сучасних цифрових технологій. Практикоорієнтоване навчання забезпечує безпосереднє застосування теоретичних знань у реальних умовах, сприяючи розвитку професійних і м'яких навичок. Співпраця з підприємствами дозволяє студентам долучатися до спільних проєктів, розв'язувати автентичні завдання та здобувати досвід взаємодії з бізнесом. Використання відкритих даних формує аналітичне мислення й креативність, тоді як цифрові інструменти — віртуальні лабораторії, системи моделювання, аналітичні платформи — розширюють можливості персоналізованого навчання. Такий підхід зміцнює взаємозв'язки між освітою, наукою та ринком праці, формуючи фахівців, готових до викликів цифрової економіки.

Ключові слова: практикоорієнтоване навчання; партнерство університетів і бізнесу; відкриті дані; цифрова освіта; прикладні проєкти; досвідне навчання; інновації; вища освіта; цифрові технології.

1. INTRODUCTION

In today's dynamic and rapidly changing environment, education must go beyond theoretical knowledge and place a stronger emphasis on practice-oriented learning. By engaging students in real-world contexts, this approach equips them with skills that are directly applicable in their professional careers. Partnerships with companies provide valuable opportunities to connect academic knowledge with industry needs, ensuring that learning outcomes are relevant and impactful. At the same time, open-data case analysis allows learners to tackle authentic challenges,