

Ministry of Education and Science of Ukraine;
National Academy of Sciences of Ukraine;
National Academy of Higher Education Sciences of Ukraine;
Donbas State Engineering Academy (Ukraine);
Ternopil Ivan Puluj National Technical University (Ukraine);
Vinnytsia National Technical University (Ukraine);
Center for Academic Ethics and Excellence in Education "Ethos" (Ukraine);
Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia);
University of Szeged (Hungary);
Apeiron University in Banja Luka, (Bosnia and Herzegovina);
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod, JJ Strossmayer University of Osijek (Croatia);
University of Montenegro, Faculty of Mechanical Engineering (Montenegro);
Zhejiang Normal University, College of Engineering, Key Laboratory of Urban Rail Transit Intelligent
Operation and Maintenance Technology & Equipment of Zhejiang Province, Jinhua (China);
Institute of Artificial Intelligence Problems (Ukraine);
Vinnytsia National Agrarian University (Ukraine);
Donbas State Pedagogical University (Ukraine);
Kherson National Technical University (Ukraine);
Department of Innovative Technologies and Management, DSEA (Ukraine);
Department of Technology and Automation of Machine Engineering, VNTU (Ukraine).



XVII INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

MODERN EDUCATION -
AVAILABILITY, QUALITY, RECOGNITION

Collection of Scientific Papers

Editors:

Dr. Tech. Sciences, Prof. Sergiy Kovalevskyy &
Hon. D.Sc., prof. Predrag Dašić

Kramatorsk-Vinnytsia-Ternopil, Ukraine, 2025

UDC 378.1
C 56

Publisher:
Donbas State Engineering Academy (DSEA), Kramatorsk (Ukraine)

Reviewers:

Steshenko V. V., Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Pedagogy and Methods of Technological and Vocational Education at Donbas State Pedagogical University;

Novikov F. V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Kharkiv National Economic University named after Semen Kuznets.

Approved
at the meeting of the Academic council of DSEA
(Protocol No. 3 dated October 30, 2025)

C 56 Modern Education – Accessibility, Quality, Recognition: Collection of Scientific Papers of the XVII International Scientific Conference, November 12–13, 2025., Kramatorsk-Vinnytsia-Ternopil / [edited by Dr. Sc. Techn., Prof. S. V. Kovalevskyy & Hon. D.Sc., Prof. Dasic Predrag]. – Kramatorsk (Ukraine): DSEA, 2025. – 309 p.

ISBN 978-617-7893-14-0

The collection contains materials addressing the current issues in contemporary education in Ukraine and European countries: training specialists for competitive enterprises, innovative technologies in modern education, and challenges in the upbringing process within higher education institutions. It is intended for practical use by professionals and learners at all levels of higher education.

ISBN 978-617-7893-14-0

UDC 378.1
©DSEA, 2025

Міністерство освіти і науки України;
Національна академія наук України;
Національна академія наук вищої освіти України;
Донбаська державна машинобудівна академія (Україна);
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна);
Вінницький національний технічний університет (Україна);
Центр академічної етики та досконалості в освіті "Етос" (Україна);
Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia);
University of Szeged (Hungary);
Apeiron University in Banja Luka, (Bosnia and Herzegovina);
Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod JJ Strossmayer University of Osijek (Croatia);
University of Montenegro Faculty of Mechanical Engineering (Montenegro);
Zhejiang Normal University, College of Engineering, Key Laboratory of Urban Rail Transit Intelligent
Operation and Maintenance Technology & Equipment of Zhejiang Province, Jinhua, (China);
Інститут проблем штучного інтелекту (Україна);
Вінницький національний аграрний університет (Україна);
Донбаський державний педагогічний університет (Україна);
Херсонський національний технічний університет (Україна);
Кафедра Інноваційних технологій і управління ДДМА (Україна);
Кафедра Технологій та автоматизації машинобудування ВНТУ (Україна).



XVII МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ СУЧАСНА ОСВІТА – ДОСТУПНІСТЬ, ЯКІСТЬ, ВИЗНАННЯ

**Збірник наукових праць
XVII Міжнародної наукової конференції**

з використанням Інтернет-платформ
12-13 листопада 2025 року

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського and
Hon. D.Sc., prof. Predrag Dašić

м. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, Україна

УДК 378.1
С 56

Рецензенти:

Стешенко В. В., д-р пед. наук, проф., зав. каф. педагогіки і методики технологічної та професійної освіти Донбаського державного педагогічного університету;

Новіков Ф.В. - докт. техн. наук, професор, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця;

Затверджено
на засіданні вченої ради ДДМА
(протокол № 3 від 30.10.2025)

С 56 Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XVII міжнародної наукової конференції, 12–13 листопада 2025 року, мм. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль / [за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і Hon. D.Sc., prof. Predrag Dasic]. – Краматорськ : ДДМА, 2025. – 309 с.

ISBN 978-617-7893-14-0

У збірнику опубліковано матеріали щодо вирішення актуальних проблем сучасної освіти України та європейських країн: підготовка фахівців для конкурентоспроможних підприємств, перспективні технології сучасної освіти, проблеми виховання у ВНЗ.

Призначений для використання в практичній діяльності фахівців і здобувачів ВНЗ.

ISBN 978-617-7893-14-0

УДК 378.1
©ДДМА, 2025

Conference Program Committee:
Програмний комітет конференції:

Dašić Predrag - Hon. D.Sc., Prof., Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia);
Gyula Mester, - Dr.Sc., Professor, Academic, University of Szeged (Hungary);
Jenek Mariusz - Dr. Eng. (Poland);
Marušić Vlatko - Dr.Sc., Prof., J.J. Strossmayer University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty in Slavonski Brod (Croatia);
Sandra Poirier - Doctor of Education, CFCS, LD/N Professor (Middle Tennessee State University, USA);
Guida Domenico - Dr.Sc., Prof., University of Salerno, Department of Industrial Engineering (DIIIn), Fisciano (Italy);
Karabegović Isak - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of Bosnia and Herzegovina, Sarajevo (Bosnia and Herzegovina);
Mirjanić Dragoljub - Dr.Sc., Prof., Academy of Sciences and Arts of the Republika Srpska (ANURS), Banja Luka (Republic of Srpska - Bosnia and Herzegovina);
Nedeff Valentin - Dr.Sc., Prof., University of Bacău, Faculty of Engineering, Bacău (Romania);
Pele Alexandru-Viorel, dean - Dr.Sc., Prof., University of Oradea, Faculty of Management and Technological Engineering, Oradea (Romania);
Raul Turmanidze - Georgian Technical University (GTU), Faculty of Transportation and Mechanical Engineering, Tbilisi, Georgia
Zhelezarov S. Iliya, rector - Dr.Sc., Prof., Technical University of Gabrovo, Gabrovo (Bulgaria);
Гринь О.Г. – к.т.н., доц., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль, Україна;
Дмитрієв Д.О. – д.т.н., проф., ХНТУ, м.Херсон, Україна;
Клименко С.А. – д.т.н., проф. ІНМ АНУ, м.Київ, Україна;
Ковалевський С.В. - д.т.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль, Україна;
Ковальов В.Д. - д.т.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль, Україна;
Козлов Л.Г. - д.т.н., проф., ВНТУ, м.Вінниця, Україна;
Колосов Д.Л. – д.т.н., проф., НУ«Дніпровська політехніка», м.Дніпро, Україна;
Кузнецов Ю.М. - д.т.н., проф., НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського, м.Київ, Україна;
Кухаренко В.М. - к.т.н., проф., (ХНАДУ, м.Харків, Україна;
Мазур М.П. - д.т.н., проф., ХНУ, м.Хмельницький, Україна;
Макаренко Н.О. - д.т.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль, Україна;
Набока О.Г. – д.п.н., проф., ДДПУ, м.Слов'янськ;
Новіков Ф.В. - д.т.н., проф., ХНЕУ, м.Харків, Україна;
Петров О.В.- к.т.н., доц., ВНТУ, м.Вінниця, Україна;
Сапон С.П. - к.т.н., доц., НТУУ «КПІ» ім. І. Сікорського, м.Київ, Україна;
Сарібскова Ю.Г. – д.т.н., проф., ХНТУ, м.Херсон, Україна;
Сухоруков С.І. – к.т.н., доц. ВНТУ, м. Вінниця, Україна;
Турчанін М.А.- д.х.н., проф., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль, Україна;
Фесенко А.М. – к.т.н., доц., ДДМА, м.Краматорськ-Тернопіль, Україна.

ЗМІСТ

Стор.

1. Foreword from the Organizing Committee Вступне слово від Організаційного комітету.	14
2. Abhari P.B. (<i>Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk-Ternopil, Ukraine</i>). SYSTEM FOR SUPPORTING STUDENT RESEARCH IN UNIVERSITIES: EXPERIENCE AND DEVELOPMENT PROSPECTS.	16
3. Dario P. (<i>The BioRobotics Institute, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy</i>). EDUCATION FOR THE AGE OF BIOROBOTICS: INTERDISCIPLINARY MODELS, ETHICS, AND INDUSTRIAL RELEVANCE.	21
4. Dick Bursztyn M. (<i>University of Rzeszów, Poland</i>). PEDAGOGICAL AI LITERACY FOR TEACHERS: THE AI TEACH MODEL AS A EUROPEAN STANDARD FOR ETHICAL AND EFFECTIVE AI USE IN TEACHING AND ASSESSMENT (2025–2028).	22
5. Dymertsov D.O. (<i>Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine</i>). DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION: THE POTENTIAL OF THE STEAM LABORATORY.	28
6. Dräger J. (<i>University of Hamburg; Centre for Higher Education – CHE, Germany</i>). FROM TEACHER SHORTAGES TO PERSONALIZED LEARNING: POLICIES, TECHNOLOGIES, AND INSTITUTIONAL MODELS FOR IMPROVING EDUCATION QUALITY IN GERMANY (2025–2030).	32
7. Frisoli A. (<i>Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy</i>). INTEGRATING HUMAN-ROBOT INTERACTION, HAPTICS, AND WEARABLE ROBOTICS IN ENGINEERING EDUCATION: ACCESSIBILITY, MEASURABLE QUALITY, AND INTERNATIONAL RECOGNITION.	41
8. Kaczorowska-Spychalska D. (<i>University of Lodz, Poland</i>). FROM POLICY TO CLASSROOM: RESPONSIBLE INTEGRATION OF GENERATIVE AI IN POLISH EDUCATION AS A DRIVER OF ACCESSIBILITY, QUALITY, AND RECOGNITION.	45
9. Kalve I. (<i>Rīga Stradiņš University, Latvia</i>). AI POLICIES IN HIGHER EDUCATION: FROM PRINCIPLES TO ASSESSMENT. TASK DESIGN AND INTEGRITY STANDARDS IN THE AGE OF GENERATIVE TOOLS.	48
10. Kovalevskyy S. (<i>Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk–Ternopil, Ukraine</i>), Mester G. (<i>University of Szeged, Szeged, Hungary</i>), Dasic P. (<i>Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade (Serbia)</i>). FROM TRADITIONAL CLASSROOMS TO THE EDUCATIONAL	50

ECOSYSTEM OF THE FUTURE: THE UKRAINIAN DIMENSION OF DIGITAL TRANSFORMATION.

11. Kryzhanovskiy A., Shkvar Ye.O., E Shiju (*Zhejiang Normal University, College of Engineering, Jinhua, P.R. China*). **MULTIFACTORIAL ASSESSMENT OF THE PRACTICAL SKILLS LEVEL OF INTERNATIONAL STUDENTS STUDYING THEORETICAL/APPLIED MECHANICS** 57
12. Mester G. (*University of Szeged, Szeged, Hungary*). **THE RANKING OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCHERS IN HUNGARY.** 60
13. Piontkevych O.V. (*Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine*). **PARAMETRIC GEOMETRIC MODELING IN SOLIDWORKS WHEN STUDYING THE DISCIPLINE "COMPUTER-AIDED DESIGN SYSTEMS."** 64
14. Pravdić P., Đorđević V. (*Academy of Professional Studies Kruševac, Serbia*). **LEARNING THROUGH PRACTICE: PARTNERSHIPS WITH COMPANIES, OPEN-DATA CASE ANALYSIS AND THE USE OF MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES.** 70
15. Pravdić P., Đorđević V. (*Academy of Professional Studies Kruševac, Serbia*). **SMART MANUFACTURING IN MECHANICAL ENGINEERING.** 77
16. Sokolovska I., Nechyporenko V., Hordiienko N., Pozdnyakova O., Serhata N. (*Municipal Institution of Higher Education "Khortytsia National Educational and Rehabilitation Academy" of the Zaporizhzhia Regional Council, Zaporizhzhia, Ukraine*). **THE PROBLEM OF CONTROLLING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION IN UKRAINE.** 86
17. Tufegdžić M., Mojsilović M., Spasojević V. (*Academy of Professional Studies Šumadija, Kragujevac, Serbia*), Tufegdžić N. (*SaTCIP Publisher Ltd, Vrnjačka Banja, Serbia*), Dašić P. (*Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade, Serbia*). **GLOBALIZING LEARNING THROUGH THE STRATEGIC ROLE OF OPEN EDUCATIONAL RESOURCES IN OPEN UNIVERSITY EDUCATION.** 89
18. Zuo P., E Shiju, Shkvar Ye (*Zhejiang Normal University, College of Engineering, Jinhua, P.R. China*). **PRIORITIES AND TRADITIONS OF ENGINEERING EDUCATION IN CHINA FROM BACHELOR TO MASTER DEGREE BASED ON THE PERSONAL EXPERIENCE OF A CHINESE STUDENT** 97
19. Андрієнко С.А., (*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна*). **ОСВІТНЯ ПОЛІТИКА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ: ПРИФРОНТОВІ ТЕРИТОРІЇ ЯК ВИКЛИК ДЛЯ СИСТЕМИ ОСВІТИ.** 101
20. Андрієнко С.А., Кононенко Я.В. (*Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна*). **ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В ОСВІТНЬОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ.** 103

21. **Бабаш А.В., Артем'єв А.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕРАЦІЇ ШІМ СИГНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОНТРОЛЕРА STM32F4 (STM32F4DISCOVERY).** 105
22. **Благодир О.О., Бобела Н.М.** (Коломийський індустріально-педагогічний фаховий коледж, м. Коломия, Україна). **ПРОЄКТНЕ НАВЧАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ.** 113
23. **Бобровицька Є.С.** (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна). **КОРОТКОСТРОКОВА АКАДЕМІЧНА МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ «ШВИДКОЇ» ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ СТУДЕНТІВ У ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ОСВІТНІЙ ПРОСТІР: КОМУНІКАЦІЙНИЙ АСПЕКТ.** 116
24. **Буренніков Ю. А., Козлов Л., Буренніков Ю. Ю., Репінський С. В.** (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна). **ІНТЕГРАТИВНИЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ВСТУП ДО ФАХУ» СТУДЕНТАМ ПЕРШОГО КУРСУ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД У ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ.** 120
25. **Валєєв Р.Г.** (Дніпровський державний університет внутрішніх справ, м. Дніпро, Україна). **ЗАЛУЧЕННЯ СТУДЕНТІВ ДО АУТОТЕЛІЧНОЇ ПОТОКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ШЛЯХОМ СЦЕНАРНОГО ІГРОВОГО МЕТОДУ.** 127
26. **Гітіс В.Б., Литвиненко М.Д.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.** 131
27. **Григоренко Я.С., Дмитрієв Д.О.** (Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна). **СМАРТИЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ І ПОСТОБРОБКИ 3D-ДРУКУ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ.** 137
28. **Грудкіна Н.С.** (ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», м. Запоріжжя, Україна). **ДО ПИТАННЯ СТИМУЛЮВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН.** 140
29. **Грудкіна Н.С., Рагуліна Н.В.** (ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», м. Запоріжжя, Україна). **ПРОФІЛАКТИКА ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ В УМОВАХ МІШАНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.** 143
30. **Данко А.Ю.** (Інститут педагогіки НАПН України, м. Київ, Україна). **ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОЇ ДОПРОФІЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЇ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.** 147

31. **Доброносова Ю.Д.** (Національний транспортний університет, м. Київ, Україна). **ФІЛОСОФСЬКІ ПІДХОДИ ДО РОЗУМІННЯ ПРАКТИК ФОРМУВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.** 148
32. **Ісаншина Г.Ю.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна). **НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДКРИТОЇ НАУКИ: ГЛОБАЛЬНІ ТА НАЦІОНАЛЬНІ ВИМОГИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ.** 154
33. **Кабацький О.В., Хорошайло В.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна). **ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ І ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ У ЗДОБУВАЧІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ВИЩОЇ ШКОЛИ.** 157
34. **Калініченко В. В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна). **СПЕЦИФІКА ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНА-ЛЕННЯ ЗМІСТУ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРА З МАШИНО-БУДУВАННЯ ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ «ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ».** 160
35. **Ковалевський С. В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна). **ІНТЕРАКТИВНА ЦИФРОВА НАУКОВО-НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНА ПЛАТФОРМА ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ.** 166
36. **Ковалевський С.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна), **Білосточний В.О.** (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна). **НОВІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ: ІНТЕРАКТИВНИЙ АСИСТЕНТ ІТС ОКРЗ.** 169
37. **Ковалевський С.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна), **Володченко Ю.М.** (ІТ-компанія *QuartSoft*, Україна). **НОВИЙ ЕТАП РОЗВИТКУ АКАДЕМІЇ ДОСЛІДНИКІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (АДШІ): ОСВІТНЬО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЕКОСИСТЕМА МАЙБУТНЬОГО.** 172
38. **Ковалевський С.В., Ліснічий М., Надіч П.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ PROMPTCAD META DESIGNER ТА ІНТЕРАКТИВНОЇ ЦИФРОВОЇ ННД-ПЛАТФОРМИ CAD/CAM/CAE НА БАЗІ ШІ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ.** 175
39. **Ковалевський С.В.** (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна), **Мельник С.В., Сорока М.О.** (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна). **ІНТЕРАКТИВНИЙ АСИСТЕНТ ІКС ЯК ЦИФРОВИЙ ІНСТРУМЕНТ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ МАЙБУТНЬОГО.** 177

40. Кошева Л.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ СПОРТУ ТА ФІТНЕС-ТРЕНЕРІВ: КОМПЕТЕНТІСНА МОДЕЛЬ, ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ Й АВТЕНТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ.** 180
41. Кравченко В.І., Филипенко Б.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ПРАКТИКООРІЄНТОВАНЕ ДИПЛОМУВАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.** 181
42. Кремнев Г. П., Наддачин В. Б. (Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна), Новіков Ф. В. (Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків, Україна). **РОЗВИТОК МОТИВАЦІЙ НАВЧАННЯ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІГОР.** 184
43. Кузнєцов Ю.М. (НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна). **ДИСЦИПЛІНА «ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ» – КЛЮЧ ДЛЯ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ І СТУДЕНТІВ.** 195
44. Лісовий С.В. (АТ «СВІТЛО ШАХТАРЯ», м. Харків, Україна), Шашко В.О. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ВЗАЄМОДІЯ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ І ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ У РОЗВИТКУ НАУКОВОГО ТА КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЯК УМОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕВОЇ КООПЕРАЦІЇ.** 199
45. Літгіх М.С. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна). **ПСИХОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ КОРОТКИХ КУРСІВ З ЕЛЕКТРОННИМ СЕРТИФІКАТОМ.** 202
46. Макаренко Н.О., Кушій Г.М., Безгін О.А., Борисенко Ю.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ АСПІРАНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.** 204
47. Мар'яненко Л.В. (Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України, м. Київ, Україна). **ПСИХОЛОГІЧНІ УМОВИ СТВОРЕННЯ ПІДТРИМУВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНЯ.** 206
48. Мельников О. Ю., Щербина Б. Т. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **СТВОРЕННЯ ШІ-АГЕНТА ДЛЯ СПРОЩЕННЯ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЇ САЙТУ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ.** 212
49. Мельников О. Ю., Шиманська С. А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ПЕРЕДБАЧЕННЯ ОБИРАННЯ ДИСЦИПЛІН ВІЛЬНОГО ВИБОРУ ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.** 216

50. Міхєєнко Д.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ МАШИН У СУЧАСНІЙ ОСВІТІ: ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПНОСТІ, ЯКОСТІ ТА ВИЗНАННЯ.** 219
51. Новіков Ф.В. (Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця, Харків, Україна), Новіков Д.Ф. (Харків, Україна). **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЕКОНОМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ.** 224
52. Олешко Т.А., Карупу О.В., Пахненко В.В. (Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ, Україна). **ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТАМ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ КАІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.** 230
53. Онищук С.Г. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна), Тулупов В.І. (Краматорський фаховий коледж технологій та дизайну, м. Краматорськ–Черкаси, Україна). **ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.** 237
54. Опалюк Н.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна). **МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНАНЬ З МАТЕМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.** 241
55. Пасхал О.С. (Український державний університет імені М.П. Драгоманова, м. Київ, Україна). **ІНШОМОВНА ПІДГОТОВКА ЯК ОСНОВА УЧАСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ У МІЖНАРОДНИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ПРОЄКТАХ.** 243
56. Погребняк А. В. (Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна), Погребняк В. Г., Перкун І. В. (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна). **ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ВІД ВИЖИВАННЯ ДО ІННОВАЦІЙНОГО СТРИБКА.** 245
57. Подлєсний С.В., Задорожня І.М. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ (PBL) ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПІДГОТОВКИ ДОСЛІДНИКА В СУЧАСНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ.** 250
58. Подлєсний С.В., Кірієнко Т.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ТРАНСФОРМАЦІЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ВПЛИВОМ ШІ.** 255

59. Подлєсний С.В., Шеремет О.І. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗАСОБАМИ ГЕНЕРАТИВНОГО ШІ: МОДЕЛІ, ІНСТРУМЕНТИ ТА РИЗИКИ.** 260
60. Послушник П.О., Скрипник Н.С. (Краматорська загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 5, м. Краматорськ, Україна). **СТВОРЕННЯ СЕРВІСУ HEALTHY STUDY SPACE (ЗДОРОВЕ МІСЦЕ ДЛЯ НАВЧАННЯ).** 265
61. Потапенко А. О., Шевцов С. О. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна). **МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИКИ.** 267
62. Рачук В. В., Благодир О. О. (Коломийський індустріально-педагогічний фаховий коледж, м. Коломия, Україна). **НАСТАВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ.** 271
63. Сновида В. Є., Чубенко А. М. (Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, м. Київ, Україна). **ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН.** 275
64. Стукалова Ю.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна). **ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ-ДОДАТКУ ROMODORO ЯК ІНСТРУМЕНТУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ОНЛАЙН-НАВЧАННЯ.** 277
65. Толста Л.М. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна). **ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ ТРАНСФОРМАЦІЙ.** 280
66. Холіч О.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна). **МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ УЧНІВ.** 282
67. Хрипко О.С. (Класичний приватний університет, м. Запоріжжя, Україна). **ОНЛАЙН-ЛАБОРАТОРІЇ ТА ВІРТУАЛЬНІ ХАКАТОНІ: ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТАРТУ В НАУКОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ.** 285
68. Чигріна Я.Ю., Гресь Т.М. (Дніпровська академія неперервної освіти, м. Дніпро, Україна). **СТРУКТУРА ГОТОВНОСТІ ВИХОВАТЕЛЯ ДО РОБОТИ З ДІТЬМИ З ПОРУШЕННЯМИ МОВЛЕННЯ В КОНТЕКСТІ КУЛЬТУРИ ВЗАЄМОПІДТРИМКИ ТА ІНКЛЮЗИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ.** 292

69. Чоста Н.В., Карнаух С.Г. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ПРО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ПРОВЕДЕННЯ ЗАХИСТУ КУРСОВИХ І КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ.** 295
70. Шашко В.О., Белікова О.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна). **ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ВИЩІЙ ОСВІТІ: ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.** 300
71. Шемегон М.М., Дмитришин І.С. (Краматорський фаховий коледж промисловості, інформаційних технологій та бізнесу Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ, Україна). **ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ШИФРУ ЦЕЗАРЯ МОВОЮ PYTHON.** 304
72. Щербаков В.Д., Бондар О.В. (Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна). **ВПРОВАДЖЕННЯ CARVESCO У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ G9 «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА».** 306

Foreword from the Organizing Committee

This year's Proceedings of the XVII International Scientific Conference "Modern Education – Accessibility, Quality, Recognition" reflect a new paradigm in the development of global education, science, and the culture of thinking in the era of artificial intelligence. It unites authors from different countries, regions, and scientific schools who seek to comprehend what education of the future should be — flexible, open, human-centered, technologically empowered, and at the same time spiritually mature.

We live in a world where information has become the fourth dimension of civilization. Data, algorithms, and intelligent systems permeate all spheres of human activity — from industry and transportation to culture, ecology, and education. Today, knowledge is no longer merely accumulated — it interacts, is modeled, verified, and developed within global digital networks. Under these conditions, education ceases to be only a process of transferring knowledge from teacher to learner — it becomes a co-creation between Human and Artificial Intelligence, a process of jointly discovering new meanings and regularities.

Among the key ideas presented in this collection are the formation of digital learning ecosystems, the creation of hybrid educational and research laboratories, the implementation of adaptive learning systems, the development of academic mentorship, and the support of young researchers in STEM fields. Particular attention is devoted to the ethical aspects of using intelligent technologies, since the future of education is determined not only by the degree of automation or algorithmization, but above all by the depth of human self-understanding.

An important trend of modernity is the transition from "education for life" to "education throughout life" (lifelong learning). This approach requires the creation of open educational environments where learning and research are closely intertwined, and where technology becomes not an end in itself, but a means of developing critical, analytical, and creative thinking. Artificial intelligence in such a system acts not as a rival but as a partner of the human being — an assistant that helps to synthesize knowledge, predict outcomes, build models of the future, and prepare for new professional challenges.

The purpose of this collection is not only to demonstrate the scientific achievements of the conference participants but also to formulate a new philosophy of the educational space that combines technological efficiency with humanistic values. We are convinced that true education of the future is possible only when artificial intelligence becomes not a substitute but an extension of the human mind — a tool for the pursuit of truth, goodness, and beauty.

The materials presented in this Proceedings testify to the emergence of a new culture of education, in which systems of intelligent cognition move hand in hand with Humanity — helping it to think more broadly, act more swiftly, and yet remain profoundly Human.

Organizing Committee

of the XVII International Scientific Conference

"Modern Education – Accessibility, Quality, Recognition"

Kramatorsk – Vinnytsia – Ternopil, Ukraine

Вступне слово від Організаційного комітету.

Цьогорічний Збірник наукових праць XVII Міжнародної наукової конференції «Сучасна освіта – доступність, якість, визнання» є відображенням нової парадигми розвитку світової освіти, науки і культури мислення в епоху штучного інтелекту. Він об'єднує авторів із різних країн, регіонів і наукових шкіл, які прагнуть осмислити, якою має бути освіта майбутнього — гнучкою, відкритою, людиноцентричною, технологічно озброєною і водночас духовно зрілою.

Ми живемо у світі, де інформація стала четвертим виміром цивілізації. Дані, алгоритми й інтелектуальні системи пронизують усі сфери людської діяльності — від виробництва і транспорту до культури, екології та освіти. Сьогодні знання вже не просто накопичуються — вони взаємодіють, моделюються, перевіряються і розвиваються у глобальних цифрових мережах. У цих умовах освіта перестає бути лише процесом передавання знань від викладача до здобувача — вона перетворюється на співтворчість Людини і Штучного Інтелекту, на процес спільного відкриття нових смислів і закономірностей.

Серед ключових ідей, представлених у збірнику, — формування цифрових екосистем навчання, створення гібридних навчально-дослідницьких лабораторій, впровадження систем адаптивного навчання, розвиток академічного наставництва та підтримка юних дослідників у STEM-галузях. Особлива увага приділяється етичним аспектам використання інтелектуальних технологій, адже майбутнє освіти визначається не лише рівнем автоматизації чи алгоритмізації, а передусім глибиною розуміння людиною самої себе.

Важливою тенденцією сучасності стає перехід від «освіти для життя» до «освіти протягом життя» (lifelong learning). Цей підхід вимагає створення відкритих освітніх середовищ, де навчання і дослідження тісно переплітаються, а технології стають не метою, а засобом розвитку критичного, аналітичного і творчого мислення. Штучний інтелект у такій системі виступає не суперником, а партнером людини — асистентом, який допомагає узагальнювати знання, прогнозувати результати, будувати моделі майбутнього і готувати до нових професійних викликів.

Мета цього збірника — не лише продемонструвати наукові досягнення учасників конференції, а й сформулювати нову філософію освітнього простору, що поєднує технологічну ефективність із гуманістичними цінностями. Ми переконані: справжня освіта майбутнього можлива лише тоді, коли штучний інтелект стає не заміником, а продовженням людського розуму — інструментом пошуку істини, добра і краси.

Тому представлені в Збірнику матеріали є свідченням становлення нової культури освіти, де інтелектуальні системи пізнання йдуть поруч із Людиною, допомагаючи їй мислити ширше, діяти швидше, але залишатися Людиною.

Організаційний комітет
XVII Міжнародної наукової конференції
«Сучасна освіта – доступність, якість, визнання»
м. Краматорськ – Вінниця – Тернопіль, Україна

UDC 371.1.1.07

Abhari P.B. (Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk-Ternopil, Ukraine).

SYSTEM FOR SUPPORTING STUDENT RESEARCH IN UNIVERSITIES: EXPERIENCE AND DEVELOPMENT PROSPECTS

Abstract. This paper explores the development, structure, and challenges of support systems for student research in universities. These systems, which include mentorship programs, academic advising, and technological resources, play a crucial role in enhancing students' engagement with research and improving academic outcomes. Historically, university research support evolved from informal mentorship into structured institutional frameworks that now contribute significantly to institutional prestige and student success. Despite considerable progress, many universities continue to face issues of fragmentation, limited scalability, and low student engagement with available resources. The growing adoption of data-driven decision-making and digital platforms offers new opportunities to optimize service delivery and foster collaboration across departments. By examining emerging practices such as the establishment of Research Development Offices and the expansion of course-based undergraduate research experiences, this study highlights the importance of strategic innovation in building inclusive and sustainable systems that strengthen research culture and support academic achievement within higher education.

Keywords: student research support, higher education, academic engagement, research development, mentorship, data-driven decision-making, digital learning tools, institutional innovation, undergraduate research, student success.

Аноація. У статті розглядаються розвиток, структура та проблеми систем підтримки студентських досліджень в університетах. Такі системи, що включають програми наставництва, академічне консультування та використання технологічних ресурсів, відіграють ключову роль у підвищенні залученості студентів до наукової діяльності та покращенні їхніх академічних результатів. Історично підтримка студентських досліджень еволюціонувала від неформального наставництва до структурованих інституційних механізмів, які нині суттєво впливають на престиж університетів і успішність студентів. Попри значний прогрес, багато закладів вищої освіти стикаються з проблемами фрагментарності, обмеженої масштабованості та низької залученості студентів до наявних ресурсів. Використання підходів, заснованих на аналізі даних, і цифрових платформ відкриває нові можливості для оптимізації сервісів і розвитку співпраці між кафедрами. Аналіз новітніх практик — створення офісів розвитку досліджень і впровадження навчальних курсів, побудованих на студентських наукових проєктах — підкреслює важливість стратегічних інновацій у формуванні інклюзивних і сталих систем, які зміцнюють дослідницьку культуру та сприяють академічним успіхам студентів у вищій освіті.

Ключові слова: підтримка студентських досліджень, вища освіта, академічна залученість, розвиток досліджень, наставництво, ухвалення рішень на основі даних, цифрові освітні інструменти, інституційні інновації, студентські наукові проєкти, успішність студентів.

1. Historical Context

1.1 Evolution of Research Support in Higher Education

The landscape of research support for students at universities has undergone significant changes over the past few decades. Initially, support systems were primarily informal, relying on faculty mentorship and peer networks. As universities increasingly recognized the importance of research as a measure of institutional prestige and success, more structured support systems began to emerge. Research capacity and output became central to universities' missions, prompting a need for comprehensive frameworks to facilitate student engagement in research activities [1, 12].

1.2 The Impact of External Pressures

External factors have played a crucial role in shaping the current state of student research support. Market demands for increased research productivity, coupled with financial constraints faced by many institutions, have created an environment where optimizing management practices and resource allocation has become essential [1, 13]. University leaders have had to reconcile these

pressures with internal factors such as faculty capacity and available support systems [1]. This dual focus has led to a more strategic approach to student research support, emphasizing the necessity for coordinated efforts across departments to enhance student engagement and success in research endeavors [4, 7].

1.3 Recognition of Student Research

As research involvement has been correlated with improved academic outcomes, such as higher GPAs and increased graduation rates, universities have placed greater emphasis on integrating undergraduate research into their academic programs [2, 3]. Initiatives aimed at fostering research opportunities for undergraduates have become integral to institutional strategies, reflecting a broader recognition of the role of student research in higher education [2, 14]. Research support services have evolved to encompass a range of resources, including academic advising, financial aid, and mental health counseling, all aimed at creating a holistic support system for student researchers [4, 15].

1.4 Current Challenges and Opportunities

Despite advancements in student research support, challenges remain. Fragmented support systems, low student engagement with available resources, and limited data-driven decision-making hinder the effectiveness of existing programs [4, 7]. Furthermore, the need for diverse advisors who resonate with students' lived experiences has become increasingly evident, highlighting an area for growth in support structures [4]. As institutions continue to adapt to the changing landscape of higher education, the historical context of student research support underscores the importance of ongoing development and innovation in this field.

2. Current Support Systems

The current landscape of support systems for student research at universities is characterized by a mix of strengths and challenges. Institutions are increasingly recognizing the importance of robust support frameworks to enhance student success and retention, yet significant obstacles remain in delivering cohesive and effective assistance.

2.1 Fragmented Systems

One of the primary challenges facing student research support is the fragmentation of services across campuses. Support can come from various sources, including peers, mentors, academic advisors, and external analysts. However, these systems often lack coordination, leading to disconnected experiences for students seeking assistance [4, 5]. As a result, students may find it difficult to navigate available resources, which can hinder their research progress and overall academic success.

2.2 Limited Scalability

The scalability of support services is another critical concern. Many existing systems are not designed to accommodate the growing and diverse needs of the student population. For instance, while some institutions have implemented peer support frameworks, the effectiveness of these programs can vary significantly, with students sometimes reporting challenges in accessing timely and relevant help from their peers [6]. Institutions need to explore scalable solutions that can adapt to evolving student demands, such as utilizing technology-based tools for broader outreach and engagement [16].

2.3 Data-Driven Decision-Making

A notable gap in many support systems is the lack of data-driven decision-making. Without robust data on student experiences and needs, universities struggle to assess the effectiveness of their support services and make informed improvements. Developing structured opportunities for feedback, such as regular surveys and consultations, can help institutions better understand the specific challenges faced by their student researchers [6]. Furthermore, fostering collaborations among different campus departments such as research offices, IT, and libraries can lead to more cohesive and effective support strategies [4].

2.4 Peer Support and Mentoring

Despite these challenges, peer support remains a vital component of the student research experience. Many researchers rely on informal networks of colleagues for assistance with technical

skills, data management, and project collaboration. This collegiality is often built on a foundation of shared experience and generosity, although it can also be vulnerable to limitations such as unresponsiveness or lack of data sharing among peers [5]. Institutions should prioritize nurturing these relationships and facilitating connections to enhance the collaborative spirit of research environments [4].

2.5 Technology-Based Tools

The integration of technology-based tools presents an opportunity to improve the current support systems for student research. Interactive learning platforms, like Khan Academy, can provide supplemental resources that enhance students' research skills and knowledge [9]. Additionally, universities can leverage technology to streamline communication about available support services and create centralized directories that help students easily access the assistance they need.

3. Challenges Faced by Student Researchers

Student researchers encounter a variety of challenges that can hinder their ability to conduct effective and collaborative research. These challenges range from difficulties in data management to the administrative burdens of research projects.

3.1 Data Management Difficulties

One of the most significant challenges reported by student researchers is related to data custody. Many students struggle to store, access, and share their data effectively, particularly when working with team members. This difficulty is often exacerbated by issues such as data size exceeding the available tools' capacity and challenges in discovering and accessing pre-existing datasets [6]. For instance, students frequently cite issues with accessing health data, which requires secure environments for storage and processing, highlighting a need for better institutional support in this area [6].

3.2 Lack of Awareness of Library Resources

Despite the crucial role that academic libraries can play in supporting research, many student researchers express a limited understanding of the resources available to them. A significant number of students report that they feel they do not utilize library services effectively, often due to a lack of knowledge about what is offered. This gap in awareness can lead to underutilization of valuable resources that could assist in their research [6].

3.3 Administrative Burdens

The administrative aspects of research can be particularly burdensome for student researchers. Many report that managing budgets, contracts, and regulatory compliance takes up significant amounts of their time, which could otherwise be dedicated to research activities. This is especially true for graduate students who may also be involved in teaching or other responsibilities [6]. The tension between administrative duties and research productivity is a common concern, with students expressing frustration over how these duties limit their ability to focus on their research [6].

3.4 Resource Accessibility and Training

Although many student researchers seek external resources for training in new data skills, they often find these resources to be disconnected from their institutional support systems. Common sources of training include online platforms and peer support, but many students desire greater integration of these external resources with their university offerings. Additionally, there is a call for more tailored workshops that cater to the specific needs of student researchers, particularly in areas such as data management and analysis [6].

3.5 Hesitance to Seek Help

Cultural factors within academia can also create affective barriers, making student researchers hesitant to ask for help when needed. This reluctance can prevent them from seeking assistance for issues that could be easily resolved through available resources, further complicating their research processes [6].

4 Effectiveness of Support Systems

Support systems for graduate students are crucial in fostering their academic success and

overall well-being. These systems encompass a range of resources, including peer networks, mentorship, and guidance from academic advisors, which together form the foundation for a supportive educational environment [5]. However, the effectiveness of these support services is often hampered by various challenges.

4.1 Key Findings on Support System Effectiveness

Recent studies have identified several barriers that impede the effectiveness of student support services. A significant finding is the low engagement of students with available resources; over 35 percent of survey respondents reported being unaware of critical support services at their institutions [7]. This lack of awareness suggests a need for improved communication and outreach strategies to ensure that students are informed about the resources available to them. Furthermore, students who have greater awareness of support services tend to report higher feelings of belonging within their academic community [7]. This highlights the importance of not only providing these services but also actively promoting them in a way that resonates with students. Additionally, the need for diversity among advisors and support providers has emerged as a critical factor, as students expressed a preference for mentors who reflect their lived experiences [7].

4.2 Fragmentation and Lack of Coordination

The integration of various support services remains a challenge within many institutions. Academic advisors, mental health counselors, financial aid administrators, and career counselors often work in silos, leading to a lack of coordination that can diminish the holistic support students receive [7]. The fragmentation of these systems can create barriers to effective advising, particularly when providers lack access to shared data that could inform their interactions with students [4].

4.3 The Role of Data in Enhancing Support

Data plays a pivotal role in addressing these gaps and improving student outcomes. Institutions that adopt data-driven decision-making can better identify areas for improvement in their support services [4]. By developing metrics to track student success, such as GPA improvements and retention rates, universities can create benchmarks for effective support [8, 17]. This approach not only aids in evaluating existing programs but also guides the implementation of new strategies aimed at enhancing the overall student experience.

5 Best Practices and Innovations

5.1 Best Practices in Student Support

To create effective support systems for student research, universities should implement best practices that foster strong relationships between students and faculty. Key strategies include making faculty available for mentorship, promoting clear communication, and encouraging proactive engagement from students in their academic careers [18, 19]. Leadership commitment and a collaborative approach with law enforcement for safety are also crucial elements of a robust support system [20]. Research indicates that faculty support positively correlates with student engagement and academic performance [10, 21]. Furthermore, mentoring programs that pair experienced faculty with new hires can facilitate the acclimatization of faculty and provide valuable guidance to students [22, 23]. Tailored support and personalized attention enhance connections, thereby improving student success rates in research activities [23].

5.2 Innovations in Support Systems

The integration of innovative technologies is transforming the landscape of student support in research. Universities are increasingly adopting tools such as virtual reality (VR), augmented reality (AR), and online platforms to create more engaging learning experiences [9]. These innovations promote active learning and critical thinking, equipping students with essential skills for their future careers. Additionally, research data support services, encompassing training, workshops, and consultations, are vital for assisting students in data-intensive research projects [6]. These services are most effective when they are personalized and well-branded, ensuring that students receive clear guidance on how to utilize available resources. Researchers have expressed the need for centralized systems to improve access to these services, indicating a strong demand for improved coordination among support providers [6].

6.Future Prospects for Development

6.1 Contributions to Research Support

The future of research support systems at universities is poised for significant advancement, particularly through the establishment of dedicated Research Development Offices. These offices can facilitate administrative support for undergraduate research, which is essential in engaging students early in their academic careers. Such engagement is linked to positive outcomes, including higher grade point averages and increased graduation rates, thereby contributing to the overall academic success of students [2, 3].

6.2 Limitations and Challenges

While the benefits of these initiatives are clear, there are limitations to consider. Emerging research institutions face unique challenges that require tailored support and trust-building measures throughout the research lifecycle. Addressing these challenges will be critical to ensure equitable access to research opportunities and resources [11].

6.3 Ongoing Projects and Surveys

To better understand the evolving landscape of research support, ongoing projects are being developed, including an international survey focused on the adoption of generative AI among biomedical researchers and a national survey aimed at identifying researcher practices and support needs. These initiatives will provide vital quantitative data that complements existing qualitative insights, ultimately informing the future direction of research support services [11].

6.4 Emphasis on Student Engagement

Investing in course-based undergraduate research experiences is also a key prospect for development. This approach not only encourages student exploration of diverse topics and careers but also plays a pivotal role in retention rates within academic institutions [10, 24]. By reinforcing the importance of these experiences, universities can foster a more robust research culture that benefits both students and the academic community as a whole.

REFERENCES

1. <https://www.srainternational.org/blogs/srai-jra1/2019/12/08/success-factors-for-university-research-development>
2. <https://wp.stolaf.edu/pipercenter/undergraduate-research-student-testimonials/>
3. <https://jm-aq.com/faculty-morale-in-2025-how-academic-leaders-can-respond-to-higher-ed-challenges/>
4. <https://blog.vygoapp.com/the-current-state-of-student-support-key-challenges-and-solutions>
5. <https://www.luminafoundation.org/news-and-views/student-supports-only-work-if-students-know-they-exist/>
6. <https://altoona.psu.edu/research-engagement/undergraduate-research-and-creative-inquiry/information-for-mentors>
7. <http://inbre.uidaho.edu/wp-content/uploads/2021/01/best-practices-in-undergraduate-research-2020-.pdf>
8. <https://www.sjsu.edu/science/research/faculty-research-support.php>
9. <https://www.cityu.edu/blog/student-support-services/>
10. <https://ingenium.engr.tamu.edu/the-importance-of-a-strong-support-system-in-graduate-school/>
11. <https://sr.ithaka.org/publications/researcher-challenges-and-experiences-with-data-services/>
12. <https://www.meredith.edu/admissions-blog/what-a-strong-college-support-system-looks-like/>
13. <https://moldstud.com/articles/p-exploring-academic-support-services-for-university-students>
14. <https://effectivestudents.com/articles/how-to-evaluate-academic-support-student-success/>
15. <https://www.ncan.org/news/678086/Leveraging-Data-for-Equitable-Improvements-in-Postsecondary-Student-Success.htm>
16. <https://www.fau.edu/our/mentorship-best-practices/>
17. <https://ofasd.msu.edu/mentoring/best-practices-for-mentors-and-mentees-in-academic-settings/>
18. <https://www.sfn.org/initiatives/animals-in-research/support-for-members-and-institutions/best-practices-for-protecting-researchers-and-research>
19. <https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/educ.2024.1406611/full>
20. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9834745/>
21. <https://www.watermarkinsights.com/resources/blog/long-term-faculty-success-research-teaching/>
22. <https://www.watermarkinsights.com/resources/blog/building-bridges-strengthening-the-faculty->

[student-connection-for-academic-success/](#)

23. <https://sr.ithaka.org/blog/mapping-research-data-support-services/>

24. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED617904.pdf>

UDC 004.94:004.896:378.147

Dario P. (*The BioRobotics Institute, Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy*).

EDUCATION FOR THE AGE OF BIOROBOTICS: INTERDISCIPLINARY MODELS, ETHICS, AND INDUSTRIAL RELEVANCE.

Abstract. The age of biorobotics is shaping a new educational paradigm where engineering merges with biomedicine, neuroscience, materials science, and ethics. Curricula at the BioRobotics Institute (Scuola Superiore Sant'Anna) cover the full cycle of bionic system development—from user needs identification to clinical validation and technology transfer. This model integrates education, research, and innovation within a reproducible, open, and industry-linked structure. Students are trained in mechatronics, robotics, biomimetics, neuroprosthetics, wearable and implantable technologies, and human–robot interaction. Laboratory reproducibility, safety engineering, and evidence-based design are embedded in all courses. Ethics and roboethics constitute a core element: learners address issues of human–machine safety, medical data privacy, equitable access, and societal responsibility. Hybrid teaching formats and remote laboratories increase accessibility and inclusion. Collaboration with hospitals and technology parks ensures industrial relevance and measurable outcomes. The experience of the BioRobotics Institute, developed under Prof. Paolo Dario's leadership, demonstrates how interdisciplinary education in biorobotics can meet global quality and recognition criteria.

Keywords: biorobotics education, interdisciplinary curriculum, roboethics, biomedical engineering, mechatronics, remote laboratories, innovation, quality assurance.

Анотація. Епоха біоробототехніки формує нову освітню парадигму, у якій інженерія поєднується з біомедициною, нейронауками, матеріалознавством і етикою. Навчальні програми Інституту біоробототехніки Вищої школи Сант'Анна охоплюють повний цикл створення біонічних систем — від визначення потреб користувачів до клінічної валідації та трансферу технологій у промисловість. Така модель інтегрує освіту, науку й інновації в єдину відкриту та відтворювану структуру. Студенти здобувають знання з мехатроніки, робототехніки, біоміметики, нейропротезування, носимих і імплантованих технологій, а також інженерії взаємодії «людина–робот». Обов'язковими компонентами є безпека, клінічна перевірюваність та етична відповідальність розробників. Етика й робоетика становлять ядро навчальних програм, у яких аналізуються питання безпечності систем, захисту медичних даних і соціальної справедливості. Гібридні формати навчання та віддалені лабораторії забезпечують доступність і мобільність. Співпраця з клініками та технологічними парками підсилює прикладну цінність навчання. Досвід Інституту біоробототехніки, створеного під керівництвом проф. Паоло Даріо, демонструє ефективність міждисциплінарної освіти, орієнтованої на якість і міжнародне визнання.

Ключові слова: біоробототехніка, міждисциплінарна освіта, робоетика, біомедична інженерія, мехатроніка, дистанційні лабораторії, інновації, якість освіти.

Introduction. The biorobotics era requires universities to integrate engineering, biomedicine, ethics, and industrial innovation into cohesive educational ecosystems. The BioRobotics Institute at Scuola Superiore Sant'Anna, founded by Prof. Paolo Dario, represents a mature model linking academic training to applied research and technology transfer.

Methodology. The Institute implements modular curricula combining fundamental modules (anatomy, biomechanics, biomaterials, control systems), applied modules (prosthetics,

surgical robotics, rehabilitation devices), and system-level modules (regulation, ethics, certification). Each module defines measurable outcomes, reproducibility protocols, and open datasets.

Results. Students gain competencies across robotics, neuroprosthetics, and biomedical systems while engaging in clinical internships and joint industry projects. Open access to laboratory infrastructures and international mobility programs promotes inclusivity and quality assurance.

Discussion. Ethics and roboethics serve as cross-cutting components, cultivating engineers aware of human–machine boundaries, data security, and societal responsibility. The combination of hybrid learning and strong industrial partnership enhances both accessibility and employability.

Conclusions. The experience of the BioRobotics Institute validates biorobotics education as a systemic integration of science, ethics, and innovation. This model demonstrates readiness for global replication in universities seeking recognized quality and open science standards.

REFERENCES

1. Dario P., Guglielmelli E., Allotta B. *Biomedical Robotics: From Bionics to Artificial Life*. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 2000, Vol. 2, pp. 307–331. DOI: 10.1146/annurev.bioeng.2.1.307.
2. Siciliano B., Khatib O. (Eds.). *Springer Handbook of Robotics*. Springer, Berlin, 2016. 2221 p. DOI: 10.1007/978-3-319-32552-1.
3. Dario P., Menciassi A., Micera S., Buttazzo G. *Bioinspired Robotics: State of the Art and Future Challenges*. *Frontiers in Robotics and AI*, 2022, Vol. 9. DOI: 10.3389/frobt.2022.871428.
4. Beccai L., Carrozza M.C., Dario P. *Soft Robotics and Neuroprosthetics: Education and Research Perspectives*. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, 2018, Vol. 25, No. 3, pp. 72–84. DOI: 10.1109/MRA.2018.2848265.
5. Pfeifer R., Bongard J. *How the Body Shapes the Way We Think: A New View of Intelligence*. MIT Press, Cambridge, 2006. 424 p.
6. Dario P. *Ethics and Safety in Biomedical Robotics*. *IEEE Transactions on Robotics*, 2015, Vol. 31, No. 6, pp. 1331–1337. DOI: 10.1109/TRO.2015.2472443.
7. European Commission. *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*. Brussels, 2019. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu> (дата звернення: 03.11.2025).

UDC 378:004.8

Dick Bursztyn M. (*University of Rzeszów, Poland*).

PEDAGOGICAL AI LITERACY FOR TEACHERS: THE AI TEACH MODEL AS A EUROPEAN STANDARD FOR ETHICAL AND EFFECTIVE AI USE IN TEACHING AND ASSESSMENT (2025–2028).

Abstract. *The rapid integration of generative artificial intelligence into educational settings has created unprecedented opportunities and challenges for contemporary pedagogy. This article presents the AI TEACH initiative, an Erasmus+ Teaching Academies project spanning 2025–2028, which brings together 17 institutions across 7 European countries to establish a comprehensive framework for developing teachers' AI literacy. The project addresses the urgent need for systematic teacher training in ethical and effective AI integration, aligned with European Union priorities in digital education. Through a structured 20 ECTS credit modular program, AI TEACH equips educators with competencies in prompt engineering, policy development, learning analytics, and ethical AI implementation. This article outlines the theoretical foundations, methodological approach, expected outcomes, and quality assurance mechanisms of the AI TEACH model, positioning it as a potential European standard for AI-enhanced pedagogy.*

Keywords: artificial intelligence in education, teacher training, pedagogical AI literacy, educational technology, Erasmus+ Teaching Academies, ethical AI use, digital competence.

Анонція. Швидка інтеграція генеративного штучного інтелекту в освітні середовища створила безпрецедентні можливості й водночас виклики для сучасної педагогіки. У статті представлено ініціативу AI TEACH — проєкт Erasmus+ Teaching Academies (2025–2028), що об'єднує 17 установ із 7 європейських країн для формування всеосяжної моделі розвитку педагогічної ІІІ-грамотності вчителів. Проєкт спрямовано на подолання браку системної підготовки педагогів до етичної та ефективної інтеграції штучного інтелекту у навчання й оцінювання, відповідно до стратегічних пріоритетів ЄС у сфері цифрової освіти. Запропонована модульна програма (20 ECTS) формує компетентності у проєктуванні запитів до ІІІ (prompt engineering), розробленні політик використання ІІІ, навчальній аналітиці та етичній імплементації ІІІ. У статті викладено теоретичні засади, методологію, очікувані результати та механізми забезпечення якості моделі AI TEACH, що позиціонується як потенційний європейський стандарт педагогічного використання штучного інтелекту.

Ключові слова: штучний інтелект в освіті, підготовка вчителів, педагогічна ІІІ-грамотність, освітні технології, Erasmus+ Teaching Academies, етичне використання ІІІ, цифрова компетентність.

1. Introduction

1.1 The Educational AI Revolution

The emergence of generative artificial intelligence technologies, particularly large language models and multimodal AI systems, represents a transformative moment in educational history comparable to the introduction of the printing press or the internet. These technologies offer unprecedented capabilities for personalizing learning experiences, automating administrative tasks, providing instant feedback, and supporting diverse learning needs. However, this technological revolution simultaneously raises profound questions about pedagogical practice, assessment validity, academic integrity, intellectual property, and the fundamental nature of teaching and learning.

1.2 The Challenge for Teacher Education

Despite the rapid proliferation of AI tools in educational contexts, systematic approaches to preparing teachers for AI-enhanced pedagogy remain fragmented and inconsistent across Europe. Many educators find themselves navigating this technological transformation without adequate training, theoretical frameworks, or institutional support. The gap between the pace of technological advancement and the development of pedagogical expertise creates risks of misuse, ethical violations, and missed opportunities for meaningful educational innovation.

1.3 The AI TEACH Initiative

The Erasmus+ Teaching Academies project AI TEACH (2025–2028) emerges as a strategic response to this critical need. By uniting 17 partner institutions from 7 European countries, the initiative aims to develop, implement, and disseminate a comprehensive model for enhancing teachers' AI literacy that aligns with EU priorities in digital education, ethical technology use, and educational quality assurance. The project's ambition extends beyond simple tool training to encompass the development of critical, ethical, and pedagogically grounded approaches to AI integration in teaching and assessment.

1.4 European Context and Policy Alignment

AI TEACH operates within the framework of several key European policy initiatives, including the Digital Education Action Plan (2021–2027), the European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu), and emerging guidelines on ethical AI use in education. The project contributes to the European Education Area vision by fostering transnational collaboration, promoting quality assurance mechanisms, and supporting the digital transformation of teaching professions across member states.

2. Theoretical Foundations

2.1 Defining Pedagogical AI Literacy

Pedagogical AI literacy transcends basic digital competence or technical proficiency with AI tools. It encompasses a multidimensional framework that includes:

- **Technical Understanding:** Knowledge of how AI systems function, their capabilities, limitations, and appropriate use cases in educational contexts
- **Pedagogical Integration:** Ability to align AI tools with learning objectives, curricular requirements, and evidence-based teaching practices
- **Ethical Awareness:** Understanding of privacy concerns, bias in AI systems, issues of equity and access, and academic integrity considerations
- **Critical Evaluation:** Capacity to assess AI-generated content for accuracy, appropriateness, and pedagogical value
- **Adaptive Practice:** Skills in designing learning experiences that leverage AI affordances while maintaining human-centered pedagogy

2.2 Learning Theories and AI Integration

The AI TEACH model draws on multiple learning theories to inform its pedagogical approach:

Constructivism: AI tools are positioned as cognitive scaffolds that support learners in constructing knowledge rather than passive recipients of information. Teachers learn to design AI-enhanced activities that promote active engagement, inquiry, and meaning-making.

Social Learning Theory: The collaborative nature of the AI TEACH network embodies social learning principles, with teachers learning from peers across institutions and countries while co-creating resources and sharing practices.

Activity Theory: The program emphasizes authentic, contextualized practice with AI tools in real classroom settings, recognizing that competence develops through purposeful activity within specific educational contexts.

2.3 Ethical Frameworks for AI in Education

The ethical dimension of AI TEACH rests on foundational principles including transparency, accountability, fairness, privacy protection, and human dignity. The project adopts a multi-stakeholder approach to ethics, recognizing that responsible AI use requires coordination across institutional, professional, and individual levels.

3. Methodology

3.1 Program Structure and Design

The AI TEACH initiative implements a comprehensive 20-credit (20 ECTS) joint modular program structured around three interconnected components:

Technological Component (6-7 ECTS): This component develops teachers' understanding of AI fundamentals, including machine learning concepts, natural language processing, and the architecture of generative AI systems. Participants gain hands-on experience with major AI platforms and tools relevant to educational practice, learning to evaluate their affordances and constraints.

Didactic Component (7-8 ECTS): The didactic strand focuses on pedagogical applications of AI, including curriculum design, lesson planning, differentiation strategies, formative assessment techniques, and adaptive learning approaches. Teachers develop practical competencies in integrating AI tools into their specific subject areas and grade levels while maintaining pedagogical soundness.

Ethical Component (6-7 ECTS): The ethical dimension addresses critical issues including data privacy, algorithmic bias, academic integrity, intellectual property, equity of access, and the social implications of AI in education. Participants engage with case studies, ethical dilemmas, and policy development exercises to build nuanced understanding and decision-making capacity.

3.2 Pedagogical Approach

AI TEACH employs activity-based learning and hands-on practice as its primary methodological approach. This ensures that teacher learning is grounded in authentic practice rather than abstract theory. Each module incorporates:

- **Practical Workshops:** Interactive sessions where teachers experiment with AI tools and techniques in supported environments
- **Classroom Implementation Projects:** Opportunities to apply learned concepts in participants' own teaching contexts with peer and mentor support
- **Collaborative Design Tasks:** Team-based activities where teachers co-create AI-enhanced learning materials and assessment strategies
- **Reflective Practice Activities:** Structured reflection on experiences, challenges, and insights gained through AI integration

3.3 Quality Assurance Framework

The program establishes rigorous quality standards through:

Standardized Learning Outcomes: Each module defines clear, measurable competencies aligned with European Qualifications Framework descriptors and DigCompEdu standards.

Assessment Criteria: Transparent rubrics and criteria guide both formative and summative assessment of teacher learning across cognitive, practical, and attitudinal dimensions.

Artifact Portfolio: Participants develop a portfolio of artifacts including lesson plans, policy documents, assessment instruments, and reflective analyses that demonstrate competency development and provide evidence for external quality review.

External Audit Mechanisms: The partner network implements peer review processes and external evaluation to ensure consistency, rigor, and continuous improvement across participating institutions.

4. Expected Results and Outcomes

4.1 Core Competencies Development

The AI TEACH program builds comprehensive teacher competencies across multiple domains:

Prompt Design and Engineering: Teachers develop sophisticated skills in crafting effective prompts for generative AI systems, understanding how to structure queries to produce pedagogically valuable outputs, iterate on results, and adapt prompts for different educational purposes. This includes mastery of techniques such as role specification, context provision, output formatting, and chain-of-thought prompting.

Course Policy Creation: Participants learn to develop clear, fair, and enforceable policies regarding AI use in their courses. This includes creating guidelines for acceptable and unacceptable uses, designing assignment structures that maintain academic integrity while allowing beneficial AI use, and communicating expectations effectively to students.

Learning Analytics for Formative Assessment: The program develops teachers' capacity to leverage AI-powered analytics tools for understanding student learning patterns, identifying areas of difficulty, personalizing feedback, and making data-informed instructional decisions. This includes critical evaluation of algorithmic recommendations and maintaining human judgment in high-stakes decisions.

4.2 Collaborative Resource Development

The partner network supports joint development of open educational resources (OER) including:

- Template policies and guidelines adaptable to different institutional contexts
- Lesson plan repositories showcasing effective AI integration across subjects and grade levels
- Case study collections illustrating ethical dilemmas and decision-making processes
- Assessment instruments and rubrics for evaluating AI-enhanced student work
- Professional development modules for training additional educators

These resources, made openly available under Creative Commons licensing, extend the project's impact beyond direct participants and contribute to the broader European educational community.

4.3 Ethical Framework Implementation

The ethical framework of AI TEACH operates on three interconnected levels:

Institutional Policy Level: Participating institutions develop comprehensive policies governing AI use that address data governance, privacy protection, procurement standards, accessibility requirements, and ethical review processes. These policies provide organizational structures supporting responsible AI implementation.

Teacher Practice Level: Individual educators develop personal pedagogical frameworks for ethical AI integration, including decision-making protocols for when and how to use AI tools, strategies for maintaining academic integrity, approaches to transparency with students about AI use, and methods for addressing emergent ethical challenges.

Student Behavior Level: Through teacher modeling and explicit instruction, students develop their own AI literacy including understanding appropriate uses, recognizing AI limitations, maintaining academic honesty, and developing critical evaluation skills for AI-generated content.

4.4 Specialized Tracks

Beyond core modules, AI TEACH offers specialized tracks addressing particular educational priorities:

AI & Inclusion Track: This strand focuses on leveraging AI to support diverse learners, including students with disabilities, multilingual learners, and those from underserved communities. Topics include accessible AI tool design, bias mitigation strategies, culturally responsive AI integration, and equitable access considerations.

AI & 6Cs Track: The 6Cs framework (Creativity, Critical Thinking, Communication, Collaboration, Character, Citizenship) provides an organizing structure for developing higher-order competencies through AI-enhanced pedagogy. Teachers learn to design AI-augmented activities that foster these essential 21st-century skills rather than replacing them with technology dependence.

5. Implementation and Sustainability

5.1 Network Structure and Collaboration

The 17-partner consortium spans diverse institutional types including universities, teacher training colleges, research institutes, and educational technology organizations across 7 European countries. This diversity ensures multiple perspectives, contexts, and expertise inform program development. Regular coordination meetings, collaborative working groups, and exchange opportunities facilitate knowledge sharing and mutual learning.

5.2 Scalability and Transferability

AI TEACH emphasizes scalability through modular design allowing institutions to adopt complete programs or individual modules based on local needs and resources. The standardized learning outcomes and quality criteria facilitate recognition of credits across borders, supporting teacher mobility and transnational professional development. Documentation of implementation processes, challenges, and adaptations supports transferability to additional contexts.

5.3 Long-term Sustainability

Project sustainability relies on multiple mechanisms:

- Integration of modules into permanent teacher education programs at partner institutions
- Open licensing of developed resources for continued use and adaptation
- Establishment of a community of practice extending beyond project funding
- Alignment with European policy frameworks ensuring continued relevance
- Development of quality assurance processes embedded in institutional structures

6. Quality Indicators and Evaluation

6.1 Teacher AI Literacy Assessment

The project employs multidimensional indicators to assess teachers' AI literacy development:

- **Knowledge Assessments:** Measuring understanding of AI concepts, capabilities, and limitations
- **Skill Demonstrations:** Evaluating practical competencies through portfolio artifacts and classroom implementation
- **Attitudinal Measures:** Assessing confidence, ethical awareness, and readiness to integrate AI pedagogically
- **Implementation Quality:** Analyzing the effectiveness and appropriateness of AI integration in teaching practice

6.2 Artifact Openness and Quality

Developed resources undergo evaluation for:

- Pedagogical soundness and alignment with learning objectives
- Technical accuracy and currency of information
- Accessibility and usability across contexts
- Ethical appropriateness and awareness of potential harms
- Documentation quality enabling reuse and adaptation

6.3 Ethical Compliance Monitoring

The project implements ongoing monitoring of ethical compliance through:

- Review of institutional policies against established ethical frameworks
- Analysis of case studies and incident reports
- Student and teacher feedback on ethical dimensions of AI use
- External expert review of ethical guidelines and practices

7. Discussion and Implications

7.1 Contribution to European Teacher Education

AI TEACH contributes to the formation of a unified teacher training ecosystem in Europe by establishing shared standards, facilitating cross-border collaboration, and creating recognized pathways for professional development in AI-enhanced pedagogy. The project demonstrates how Erasmus+ mechanisms can address emerging educational challenges requiring coordinated, transnational responses.

7.2 Balancing Innovation and Ethics

A central tension in AI education involves balancing the drive for innovation with ethical imperatives and educational quality. AI TEACH addresses this through its integrated framework treating technological, pedagogical, and ethical dimensions as inseparable rather than sequential considerations. This holistic approach models how education systems can embrace innovation responsibly.

7.3 Preparing for Future Developments

Given the rapid pace of AI advancement, the project emphasizes developing adaptive capacity rather than training in specific tools or techniques likely to become obsolete. Teachers gain frameworks for evaluating new technologies, principles for ethical decision-making, and habits of reflective practice that will serve them as AI continues to evolve.

7.4 Limitations and Challenges

The project acknowledges several challenges including:

- The difficulty of standardization across diverse educational contexts and systems
- Resource constraints limiting participation and implementation scope
- Uncertainty about future AI developments that may require framework revision
- Potential resistance from educators skeptical of AI or concerned about job displacement
- Technical access inequalities that may limit program reach

8. Conclusions

8.1 Establishing a European Standard

AI TEACH establishes a comprehensive, evidence-informed model for ethical and effective AI use in education that has potential to serve as a European standard. Through its integrated approach to technological, pedagogical, and ethical dimensions, the project provides a template for systematic teacher preparation addressing one of the most significant educational transformations of our era.

8.2 Enhancing Educational Resilience

By building teachers' capacity to navigate technological change thoughtfully and ethically, AI TEACH enhances the resilience of European education systems. Teachers equipped with AI literacy are better positioned to adapt to future innovations, respond to emerging challenges, and maintain educational quality amidst rapid change.

8.3 Call for Continued Development

While AI TEACH represents significant progress, the work of developing pedagogical AI literacy remains ongoing. Continued research, policy development, resource creation, and community building are essential to ensuring that AI serves genuinely educational purposes aligned with humanistic values and social good.

The AI TEACH initiative demonstrates that systematic, collaborative, and ethically grounded approaches to educational technology integration are both possible and necessary. As AI continues to reshape educational landscapes, projects like AI TEACH provide crucial frameworks for ensuring that this transformation enhances rather than undermines the quality, equity, and humanity of education.

REFERENCES

1. European Commission. *Digital Education Action Plan 2021–2027*. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan> (accessed: 02.11.2025).
2. Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero, S., & Van den Brande, G. (2022). *DigCompEdu: The European Framework for the Digital Competence of Educators*. Publications Office of the European Union. DOI: 10.2760/178382.
3. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
4. UNESCO. (2023). *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris: UNESCO Publishing. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386569> (accessed: 02.11.2025).
5. Luckin, R. (2024). Towards Artificial Intelligence Literacy for Educators. *British Journal of Educational Technology*, 55(3), 1024–1041. DOI: 10.1111/bjet.13300.

UDC 373.51

Dymertsov D.O. (Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics, Kharkiv, Ukraine).

DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION: THE POTENTIAL OF THE STEAM LABORATORY.

Abstract. In today's digital world, education is undergoing a profound transformation. With the advancement of artificial intelligence, automation, and global digitalization, the requirements for professionals are changing, which in turn affects the entire system of training future specialists. STEAM education (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) has become a key tool for developing the

competencies of the future — critical thinking, creativity, interdisciplinary approaches, communication, teamwork, and digital literacy. These skills define the competitiveness of young people in a rapidly changing world. At the same time, an essential principle of modern education is academic freedom, which allows educators, researchers, and learners to freely explore, experiment with teaching methods, implement innovative technologies, and adapt programs to the needs of specific audiences. Such freedom creates a space for creativity, collaboration, and the exchange of ideas between teachers and students. At the intersection of academic freedom, innovative approaches, and interdisciplinarity, a new type of educational environment is emerging — one that focuses on developing creative, independent, and responsible individuals.

Keywords: STEAM education, inclusion, VR, space.

Аномація. У сучасному цифровому світі освіта переживає етап глибокої трансформації. В умовах розвитку штучного інтелекту, автоматизації та глобальної цифровізації змінюються вимоги до фахівців, а отже — і до самої системи підготовки майбутніх кадрів. STEAM-освіта (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) стає ключовим інструментом формування компетентностей майбутнього — критичного мислення, креативності, міждисциплінарного підходу, комунікації, командної роботи та цифрової грамотності. Саме ці якості визначають конкурентоспроможність молоді людини у світі, що швидко змінюється. Водночас важливою засадою сучасної освіти виступає академічна свобода, яка дозволяє педагогам, науковцям і здобувачам освіти вільно досліджувати, експериментувати з методами навчання, впроваджувати інноваційні технології та адаптувати програми під потреби конкретної аудиторії. Така свобода створює простір для творчості, співпраці та обміну ідеями між викладачами й учнями. На перетині академічної свободи, інноваційних підходів і міждисциплінарності формується новий тип освітнього середовища, орієнтований на розвиток творчої, самостійної та відповідальної особистості.

Ключові слова: STEAM-освіта, інклюзія, VR, простір.

Introduction. Modern education is undergoing a profound transformation driven by the development of digital technologies, the need to form new competencies, and the necessity to prepare specialists capable of creative thinking and solving complex problems. Traditional learning models, which are primarily focused on knowledge transmission, no longer ensure sufficient student engagement and fail to develop the ability to apply knowledge in real-world contexts. Therefore, there arises a need to search for effective educational environments and methodologies that combine a scientific approach, practical activity, and digital technologies.

In this context, STEAM education represents one of the most promising directions for modernizing the learning process. It is based on an interdisciplinary approach that integrates science, technology, engineering, art, and mathematics, fostering the development of critical and creative thinking. The STEAM Laboratory of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics serves as a vivid example of the practical implementation of these principles. It is an innovative educational space that harmoniously combines scientific inquiry, creativity, and modern digital technologies. Here, the core idea of STEAM education is realized — the transition from the teacher's role as a source of knowledge to the role of a learning facilitator, where the student or pupil and their active cognitive engagement are at the center of the educational process.

Problem Statement. An analysis of recent studies on STEAM laboratories demonstrates their effectiveness in developing students' key competencies, such as critical thinking, creativity, interdisciplinary approaches, and digital literacy. In particular, research conducted in Ukraine between 2022 and 2024 confirms the positive impact of STEAM education on the development of information and digital competence among secondary school teachers. The use of a STEAM-oriented educational environment promotes the formation of such competencies as information literacy, data handling, communication and collaboration, as well as problem-solving skills [1,2].

In 2024, it was revealed that digital laboratories became more widespread, allowing students to conduct experiments and explore scientific phenomena in a virtual environment. This trend is significant as it overcomes the limitations of physical laboratory spaces and resources, addresses accessibility challenges, and makes practical learning more scalable [3,4].

International studies also confirm the effectiveness of STEAM laboratories. In particular, a survey of university laboratory instructors in Germany, Finland, and Croatia showed that the use of digital technologies in physical laboratory courses positively influences students' motivation, enhances their competencies, and aligns educational practices with modern requirements [5].

Results of the STEAM Laboratory. At the STEAM Laboratory of Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (KhNEU), faculty members have developed a series of motivational lessons in physics, chemistry, and various life-related fields, including:

- The Science of pH: Acidity and Alkalinity in Our Lives.
- Virtual Space: Exploring the Universe through VR.
- Ecology of the Future: Practical Skills in Waste Sorting.
- Measurements in the World of Science: From the SI System to Modern Instruments.
- Ice Science.
- The World of Electricity.
- Microscopes and Lasers.
- Magnet Energy: How Electric Motors Work in TESLA.
- Technological Discoveries: VR Technologies and Robotics.
- Basics of Radioactivity: Operation of Nuclear Power Plants and Protection Methods. VR Reactor Tour.
- Quadcopters in Modern Education.

Each lesson consists of two parts: a theoretical component, where students learn the scientific foundations of the topic, and a practical component, where they conduct experiments, hands-on activities, or creative tasks. This approach allows students to understand the application of theoretical knowledge in real-life situations, while developing confidence, analytical skills, teamwork, and responsibility for collective results.

The results indicate that the STEAM Laboratory at KhNEU is an effective educational environment that combines an interdisciplinary approach, digital technologies, and practical activities, contributing to the development of key competencies for future specialists.

Research conducted at the KhNEU STEAM Laboratory focused on studying the effectiveness of implementing an interdisciplinary approach in the educational process and its impact on developing key competencies among students. The main areas of research included:

- dynamics of learning motivation;
- level of engagement in experimental and practical activities;
- development of critical thinking, analytical skills, modeling, and creative problem-solving.

The results show that a learning process built on STEAM principles significantly increases student activity and interest. Unlike traditional reproductive methods, laboratory lessons are oriented toward practical application of knowledge: students carry out research tasks, conduct experiments, create models of technical objects, analyze natural phenomena, and test their own hypotheses. This approach promotes deeper material comprehension, analytical thinking, and the formation of a research culture.

Lessons combining experimental activities with digital technologies proved particularly effective, including VR/AR, 3D modeling, virtual simulations, and the use of quadcopters. These tools allow visualization of complex processes, immerse students in research, and enable them to observe the consequences of their decisions in real time, enhancing cognitive motivation and interest in STEM disciplines.

Conclusions. Based on the conducted research and obtained results, the following conclusions can be drawn:

1. The STEAM approach opens new horizons for pedagogical creativity. For teachers, it creates conditions for flexible integration of various disciplines, implementation of problem-based and project-based learning, and the use of augmented and virtual reality technologies. This contributes to increased students' cognitive motivation, as well as the development of their activity and independence in the learning process.
2. Practical experience of implementing STEAM education at Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (KhNEU) has shown that this form of work ensures deeper student engagement in the learning process. After lessons in STEAM classrooms, students actively discuss acquired knowledge, exchange ideas, and are eager to repeat experiments independently. This indicates that learning goes beyond the traditional educational space and fosters intrinsic motivation for knowledge acquisition.
3. Inclusion is an integral component of modern STEAM education. It ensures equal access to knowledge for all participants in the educational process, regardless of social status, physical abilities, or developmental characteristics. Within the STEAM approach, inclusion is realized through the creation of an accessible, comfortable, and personalized learning environment in which every student can realize their potential.
4. The results of our research confirm the effectiveness of the STEAM laboratory as an educational environment that promotes the development of critical, creative, and research-oriented thinking. It cultivates not only knowledge but also practical skills, initiative, the ability to make independent decisions, and social responsibility.
5. The combination of the STEAM approach, academic freedom, and inclusion in the digital age, implemented by the KhNEU STEAM Laboratory team, forms a new educational paradigm — open, innovative, and human-centered. Such education not only imparts knowledge but also nurtures a generation capable of thinking creatively, acting responsibly, and creating new technological and cultural values for the future.
6. During the implementation of the STEAM approach, a positive trend is observed in the development of teamwork, communication skills, and student independence. According to survey results, 78% of participants noted that laboratory lessons motivate them to pursue further research in the scientific field, while 65% expressed a desire to participate in scientific project competitions.

REFERENCES:

1. Soroko N.V. *The Problem of Creating a STEAM-Oriented Educational Environment for Developing the Information and Digital Competence of Secondary School Teachers*. Scientific Notes. Series: Pedagogical Sciences. Issue 173.
2. *Methodical recommendations on the development of STEM education in general secondary and extracurricular educational institutions in the 2023/2024 academic year*. Letter of IMZO No. 21/08-1242 dated 01.08.2023. URL: <https://imzo.gov.ua/2023/08/23/lyst-imzo-vid-01-08-2023-1242-metodychni-rekomendatsii-shchodo-rozvytku-stem-osvity-v-zakladakh-zahal-noi-seredn-oi-ta-pozashkil-noi-osvity-u-2023-2024-navchal-nomu-rotsi/>. (Date accessed: 23.08.2023)
3. https://znayshov.com/News/Details/10_aktualnykh_tendentsii_stemosvity_u_2024_rotsi?utm_source=chatgpt.com. (Date accessed: 19.01.2024)
4. Vasylenko S.V., Koval Ya.Yu., Kolotiy L.P. *Model educational program "Health, Safety, and Well-being. Grades 5–6 (Integrated Course)" for general secondary education institutions*. URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/83140/> (Date accessed: 30.08.2021)
5. https://arxiv.org/abs/2305.08515?utm_source=chatgpt.com (Date accessed: 19.09. 2023).

UDC 378:37.014.5

Dräger J. (University of Hamburg; Centre for Higher Education – CHE, Germany).

FROM TEACHER SHORTAGES TO PERSONALIZED LEARNING: POLICIES, TECHNOLOGIES, AND INSTITUTIONAL MODELS FOR IMPROVING EDUCATION QUALITY IN GERMANY (2025–2030).

Abstract. The German education system faces an urgent need for systemic transformation driven by structural teacher shortages, demographic changes, and the necessity of digital and pedagogical innovation. This paper explores policy and institutional strategies for addressing teacher deficits, ensuring equitable access, and improving educational quality through personalized learning and technology integration. It outlines key challenges, including workforce renewal, integration of migrant students, and digital readiness, proposing coordinated reforms at policy, institutional, and classroom levels. The study highlights the potential of adaptive learning systems, accelerated teacher certification, and regional education laboratories as mechanisms for sustainable change. It emphasizes evidence-based governance, ethical AI frameworks, and transparent quality assurance as essential pillars for maintaining public trust. The proposed model envisions German education evolving toward inclusive, data-informed, and resilient systems capable of providing individualized learning opportunities and achieving equitable outcomes by 2030.

Keywords: education policy, teacher training, digital transformation, personalized learning, equity, Germany, educational quality, higher education.

Анотація. Освітня система Німеччини потребує системної трансформації, зумовленої нестачею педагогічних кадрів, демографічними змінами та необхідністю цифрових і педагогічних інновацій. У статті розглянуто політичні та інституційні стратегії подолання кадрового дефіциту, забезпечення рівного доступу та підвищення якості освіти через персоналізоване навчання й інтеграцію технологій. Окреслено ключові виклики: оновлення кадрового потенціалу, інтеграцію дітей мігрантів, цифрову готовність закладів освіти. Запропоновано комплексні реформи на рівнях освітньої політики, університетського управління та навчального процесу. Особливу увагу приділено можливостям адаптивних систем навчання, прискореної сертифікації вчителів і створенню регіональних освітніх лабораторій як засобів сталих змін. Наголошено на важливості управління на основі доказів, етичних рамок використання штучного інтелекту та прозорого забезпечення якості для збереження суспільної довіри. Запропонована модель орієнтована на формування інклюзивної, гнучкої та доказової системи освіти, здатної до 2030 року забезпечити індивідуалізовані освітні траєкторії та рівність можливостей для всіх учасників навчального процесу.

Ключові слова: освітня політика, підготовка вчителів, цифрова трансформація, персоналізоване навчання, рівність доступу, Німеччина, якість освіти, вища освіта.

Introduction.

The German education system stands at a critical juncture. As we enter the second half of the 2020s, the confluence of chronic teacher shortages, widening learning gaps, and the urgent need to integrate migrant children has created unprecedented challenges for schools and universities across the country. These structural pressures intersect with the imperative for digital transformation, demanding a comprehensive, systemic response that touches every aspect of educational policy, governance, and teaching practice.

Current policy debates—ranging from language support programs to student distribution quotas and targeted intervention initiatives—reflect earnest efforts to balance access equity with learning outcomes in increasingly heterogeneous classrooms. This challenge is particularly acute in urban centers and regions experiencing high numbers of newly arrived families, where the fabric of the traditional German education model is being tested in fundamental ways.

For institutions of higher education, these challenges translate into an urgent need to revise teacher training models, scale educational technology (EdTech) solutions, integrate learning analytics into teaching practice, and enable personalized student pathways at all educational levels. The question is no longer whether change is needed, but how to implement it effectively, equitably, and sustainably.

The Staffing Crisis: Understanding the Structural Challenge.

The Scope of the Teacher Shortage.

The most pressing structural issue confronting German education today is the severe staffing gap in general secondary education. In recent years, this shortage has reached critical proportions, fundamentally altering the educational landscape in ways that extend far beyond simple mathematics of teacher-to-student ratios.

The consequences of inadequate staffing are cascading and multifaceted. Classrooms have become overcrowded, with teachers managing student numbers that far exceed pedagogical best practices. Schools have been forced to reduce or eliminate elective courses, narrowing the curriculum and limiting students' opportunities for exploration and specialization. Workloads have become dangerously uneven across schools, with some institutions barely maintaining basic instruction while others struggle to preserve program quality.

Educational Consequences.

Perhaps most troubling are the downstream effects on teaching quality and student outcomes. Overcrowded classrooms mean drastically diminished opportunities for individualized support—precisely what diverse student populations need most. Students with additional learning needs face heightened risk of exclusion, both academic and social. Without adequate teacher attention and support, these students often fall through the cracks of the system entirely.

National and international assessments have documented the toll: declining performance in core competencies, particularly in reading comprehension, mathematical reasoning, and scientific literacy. These trends are not uniform across all schools or regions, but they cluster in predictable patterns that correlate strongly with teacher availability and school resources.

Systemic Solutions Required.

Addressing the teacher shortage requires intervention at multiple levels. Universities must fundamentally adapt their teacher training programs, moving beyond traditional four-to-five-year pathways to create accelerated certification tracks for career changers and lateral entrants. These programs must maintain quality standards while recognizing that perfect should not be the enemy of good—a moderately expedited pathway that produces competent teachers is preferable to a protracted ideal that leaves classrooms understaffed.

Digital mentoring tools offer promising avenues for bridging the support gap. By integrating technology-enabled coaching and professional development throughout training and early career phases, universities can help novice teachers develop essential skills more efficiently while reducing the mentorship burden on already-stretched experienced educators.

The lag between teacher demand and supply cannot be eliminated overnight, but it can be significantly reduced through coordinated policy action, innovative training models, and strategic use of technology to multiply the impact of available expertise.

Language and Cultural Integration: From Challenge to Opportunity.

The Integration Imperative.

Language and cultural integration has evolved from a localized concern into a systemic challenge affecting schools and municipalities throughout Germany. The arrival of families from diverse linguistic and cultural backgrounds—whether through migration, refugee resettlement, or labor mobility—has fundamentally altered classroom demographics in many regions.

Recent policy debates around student distribution and enrollment quotas reveal the complexity of this challenge. Without significant, targeted investments in language acquisition

programs, specialized teaching assistants, and comprehensive tutoring support, educational inequality will inevitably deepen. The risk is not merely that some students will struggle to master German; it is that persistent language barriers will stratify the entire educational system, creating de facto separate and unequal learning environments.

Building Flexible Learning Architectures.

What is needed is a fundamental rethinking of classroom architecture—not physical architecture, but the pedagogical and organizational structures that define how learning happens. Schools must develop the capacity to differentiate learning paths within mixed-ability, multilingual classrooms. This means embedding language support not as a separate, remedial track, but as an integrated dimension of instruction across all subjects.

Real-time progress data becomes essential in this model. Teachers need continuous feedback on individual student language development, content mastery, and engagement to adjust learning plans dynamically. This requires both technological infrastructure—assessment platforms, learning management systems, progress tracking tools—and professional capacity to interpret and act on data insights.

Resource Allocation and Quality Indicators.

Policy frameworks must ensure that resource allocation formulas accurately reflect the socio-economic and linguistic profiles of school districts. Schools serving high concentrations of language learners require not just proportionally more resources, but qualitatively different support: specialized language teachers, cultural mediators, translation services, parent liaison staff, and extended learning time.

Transparency through quality indicators is equally important. Parents, communities, and policymakers need clear, honest data about integration outcomes: not merely enrollment numbers, but measures of language proficiency development, academic achievement, social integration, and post-school pathways. Such transparency serves dual purposes—enabling evidence-based improvement and building public confidence in integration efforts.

Digital Transformation: Means, Not End.

Technology as Instrument.

Digital transformation in education must be understood as instrumental rather than intrinsically valuable. Technology is not the goal; improved learning outcomes, greater educational equity, and enhanced teacher effectiveness are the goals. Technology is simply—though powerfully—one set of tools for achieving them.

Learning analytics platforms, adaptive learning systems, and blended instructional formats can indeed relieve teachers of routine tasks, provide timely feedback to students, and create individualized learning trajectories. But these benefits materialize only when technology implementation is accompanied by proper methodological training for educators and robust institutional support structures.

University Responsibilities.

Universities and higher education institutions bear particular responsibility for ensuring that digital transformation serves educational purposes rather than technological imperatives. This means developing comprehensive learning design services that help educators integrate technology thoughtfully into pedagogy, rather than simply deploying tools and hoping for the best.

Unified data standards are essential for interoperability, portability, and long-term sustainability. Without common frameworks for learning data, student records, and assessment results, the German education system risks fragmenting into incompatible technological silos that undermine rather than enhance coherence.

Ethical frameworks for artificial intelligence use in education are perhaps most critical of all. As AI-powered tools become increasingly sophisticated—and increasingly embedded in learning platforms—clear guidelines are needed to ensure that technology aligns with human-

centered learning principles, respects student privacy, protects against algorithmic bias, and maintains appropriate human oversight of educational decisions.

Data-Driven Improvement Cycles.

The true power of digital transformation lies in enabling systematic, data-driven improvement cycles: precise diagnosis of learning needs, targeted intervention design, rigorous impact evaluation, and informed decisions about scaling effective practices. Each stage depends on high-quality data, analytical capacity, and institutional commitment to evidence-based decision-making.

Open reporting of outcomes to parents and communities is not merely good practice—it is essential for democratic accountability. When public institutions deploy powerful technologies that shape children's educational experiences, transparency about results, limitations, and ongoing refinements is both ethical necessity and pragmatic strategy for maintaining public trust.

Equity-Focused Policy: Targeting Resources Where Needs Are Greatest.

Concentration of Educational Risk.

Educational disadvantage does not distribute evenly across the German school system. Rather, challenges concentrate in particular schools and districts where multiple risk factors converge: teacher shortages, high proportions of language learners, economic deprivation, limited parental educational backgrounds, and inadequate infrastructure. These schools face compounding difficulties that cannot be addressed through generalized policy interventions.

Equity-focused policy must therefore target schools experiencing high concentrations of educational risk. This targeting should be based on transparent, data-driven criteria rather than political considerations or bureaucratic inertia. Schools meeting defined thresholds across multiple risk indicators should automatically qualify for enhanced support packages.

Components of Targeted Support.

The support tools currently under discussion in German public discourse span several categories, each addressing different dimensions of educational disadvantage:

Additional teaching positions are fundamental—reducing class sizes, enabling small-group instruction, and providing specialized language support. These positions must come with competitive compensation and working conditions; otherwise, recruitment to challenging schools becomes impossible.

Intensive language courses should be available both during and beyond regular school hours, with sufficient duration and frequency to produce meaningful proficiency gains. Brief, sporadic interventions rarely succeed; sustained, well-structured language instruction does.

Psychological support services address the emotional and social dimensions of learning, particularly important for students dealing with trauma, family stress, or cultural adjustment. School counselors, social workers, and mental health specialists are not luxuries but necessities in high-need environments.

Extended learning hours—whether through longer school days, weekend programs, or holiday sessions—expand opportunity for students whose home environments may not provide adequate support for learning. Extended time must be accompanied by engaging programming; simply keeping students in seats longer achieves little.

Stable Funding and Clear Metrics.

All targeted support measures require stable, multi-year funding commitments. Educational interventions take time to show results; annual budget cycles and shifting political priorities undermine effectiveness. Schools need confidence that enhanced resources will continue long enough to implement programs fully and assess outcomes fairly.

Clear key performance indicators (KPIs) must accompany funding commitments. These should balance outcome measures—test scores, graduation rates, post-school pathways—with process indicators that capture implementation quality, student engagement, and organizational

health. Accountability for results is important, but crude output metrics can distort incentives and encourage gaming rather than genuine improvement.

Independent Evaluation.

University education research centers must play a crucial role in accompanying implementation with rigorous, independent evaluation. The German education system has too often deployed well-intentioned interventions without systematic assessment of their effectiveness, leading to persistence of ineffective practices and wasteful allocation of scarce resources.

Avoiding "one-size-fits-all" approaches requires understanding what works, for whom, under what conditions. Only careful evaluation—using experimental or quasi-experimental designs, mixed methods, and sufficient sample sizes—can generate this knowledge. Universities have the research capacity, methodological expertise, and institutional independence to conduct such evaluations credibly.

Personalized Learning: A New Model for German Schools.

Four Foundational Pillars.

A viable personalized learning model for German schools must rest on four foundational pillars, each essential and mutually reinforcing:

1. Level and Needs Diagnostics. Effective personalization begins with accurate understanding of each student's current knowledge, skills, learning preferences, and support needs. This requires sophisticated diagnostic tools that go beyond simple grade-level placement to assess specific competencies, identify learning gaps, and recognize individual strengths. Diagnostic assessment should be ongoing rather than a one-time event, providing continuous feedback to guide instructional adjustments.

2. Modular Learning Units with Varying Support Levels. Curriculum must be restructured into modular units that students can progress through at different paces and with different levels of support. Some students may work independently; others may need intensive scaffolding and direct instruction. Modularity enables this flexibility while maintaining coherent learning sequences and clear competency standards. Well-designed modules include built-in assessment, adaptive difficulty, and multiple pathways to mastery.

3. Mentoring and Tutoring Systems. Human relationships remain central to learning, even in technology-rich environments. Every student needs regular connection with an adult mentor who knows them as an individual, tracks their progress, provides encouragement, and helps navigate challenges. Peer tutoring can supplement adult mentorship, particularly in subject-specific areas where older or more advanced students support younger learners. These relationships provide the social scaffolding that makes academic risk-taking and persistence possible.

4. Multilingual Digital Resources with Accessibility Indicators. Learning materials must be available in multiple languages, with clear indicators of difficulty level, prerequisite knowledge, and accessibility features for students with disabilities. Digital platforms enable this variety at scale—a single teacher cannot create dozens of versions of each lesson, but well-designed systems can offer extensive choices without overwhelming educators. Resources should include text, audio, video, and interactive formats to accommodate diverse learning preferences and needs.

Extensions for Upper Secondary and Higher Education.

For upper secondary schools and universities, personalized learning extends further:

Competency-based assessment tracks that evaluate mastery rather than seat time, allowing students to progress when ready rather than according to calendar schedules.

Micro-credentials that recognize specific skills and knowledge domains, providing granular documentation of learning achievements and enabling flexible credentialing.

Practice-oriented projects with local partners that connect academic learning to real-world applications, enhancing motivation and demonstrating relevance while building community partnerships.

These elements expand learning options and strengthen student motivation by making education more relevant, flexible, and responsive to individual goals and circumstances.

Scaling Through Networks.

Scaling personalized learning approaches requires moving beyond individual school innovations to systematic knowledge-sharing and collaborative improvement. School networks and university department networks can pilot solutions, rigorously document implementation processes and outcomes, publish open artifacts—lesson designs, assessment tools, curriculum frameworks—and share curated practices through accessible platforms.

This network approach distributes innovation risk, accelerates learning from failures, and prevents wasteful duplication of effort. It also builds professional community among educators, reducing isolation and creating collective capacity for continuous improvement.

Governance and Funding: Aligning Resources with Needs.

The Core Principle.

Education governance and funding should follow a fundamental principle: **more resources where needs are greater**. This principle, while simple to state, proves challenging to implement in practice due to political pressures, bureaucratic inertia, and legitimate debates about measurement and fairness.

Policy Tools for Equitable Resource Allocation.

Several policy tools can operationalize this principle:

Differentiated capitation formulas that allocate per-student funding based not merely on enrollment but on student characteristics and school context. Schools serving high proportions of economically disadvantaged students, language learners, or students with special educational needs should receive substantially higher per-student allocations to reflect the additional resources required to achieve comparable outcomes.

Incentives for teachers in challenging schools address recruitment and retention difficulties that plague high-need schools. These incentives might include higher salaries, reduced class sizes, enhanced professional development opportunities, additional planning time, student loan forgiveness, or housing assistance. Without meaningful incentives, the most challenging teaching positions will continue going unfilled or filled by the least experienced educators.

Grants for EdTech infrastructure ensure that schools serving disadvantaged communities have access to the digital tools and connectivity that increasingly define educational opportunity. The pandemic starkly revealed digital divides; addressing them requires sustained investment in devices, broadband access, technical support, and digital literacy development for both students and teachers.

Teaching support services provide educators with the specialist assistance they need: instructional coaches, curriculum developers, assessment designers, technology integration specialists, and administrative support. Teachers in challenging schools often spend disproportionate time on non-instructional tasks; effective support services free them to focus on teaching.

Transparency and Accountability.

All resource allocation mechanisms must be paired with robust transparency requirements and independent audits. The public has legitimate interest in knowing how education funding is distributed, what criteria drive allocation decisions, and what outcomes result from different funding levels.

Regular public dashboards should display core educational indicators across schools and districts: reading and mathematics proficiency, attendance rates, language proficiency development, graduation rates, and student and parent satisfaction. These dashboards must be

carefully designed to inform rather than mislead, providing appropriate context and avoiding simplistic rankings that fail to account for student demographics and school circumstances.

Transparency in Higher Education.

For universities and teacher training institutions, transparency takes different forms. The public and prospective students need clear information about teacher training program outcomes: certification rates, employment rates of graduates, placement in shortage regions, retention in the profession, and satisfaction of both new teachers and their employing schools.

Graduate employment in teacher shortage regions deserves particular attention. If teacher training programs successfully prepare educators but those educators cluster in comfortable, low-need schools, systemic problems persist. Universities should track where their graduates teach and for how long, using this data to refine recruitment, training, and support strategies.

Universities and CHE: Bridging Research, Policy, and Practice.

The Strategic Role of Higher Education.

Universities and the Centre for Higher Education (CHE) must position themselves as strategic bridges connecting research, policy, and educational practice. This intermediary role is essential because effective education reform requires integration of academic knowledge, policy coherence, and practical implementation wisdom.

Regional Education Labs.

One promising model is the creation of regional "education labs" where research-based interventions are co-designed with practicing teachers, implemented in real school contexts, rigorously tracked through data collection, and externally evaluated by independent researchers.

These labs serve multiple purposes simultaneously. They generate rigorous evidence about what works in German educational contexts. They provide professional development for participating teachers. They create demonstration sites where other educators can observe effective practices in action. And they build sustained partnerships between universities and schools that outlast individual projects.

Successful education labs require several elements: adequate funding for multi-year operation, committed participation from partner schools, rigorous evaluation designs, and institutional support from both universities and school districts. The investment is substantial, but so are potential returns—reliable knowledge about educational improvement is extraordinarily valuable.

Open Repositories and Shared Resources.

Universities should develop and maintain open repositories of teaching materials, differentiation tools, assessment instruments, and curricular frameworks. These repositories address a persistent problem in education: the constant reinvention of wheels as individual teachers develop materials in isolation.

Well-curated repositories can dramatically improve educator efficiency and effectiveness. A teacher looking for materials to support intermediate German language learners in secondary mathematics doesn't need to create everything from scratch if high-quality, tested resources are readily accessible. This is not about standardization or limiting teacher creativity—it's about building on collective knowledge rather than starting from zero.

Repository success depends on quality curation, user-friendly interfaces, clear licensing that enables adaptation and reuse, and active community contribution. Universities can provide the technical infrastructure and curatorial expertise; teachers provide the materials and feedback that make repositories genuinely useful.

Ethical AI Integration.

As artificial intelligence becomes increasingly embedded in educational technology, universities must provide thought leadership on ethical integration. This includes developing standards for AI use in educational settings, creating assessment designs that acknowledge and

appropriately incorporate AI tools, and training educators to use AI systems effectively and responsibly.

The challenge with educational AI is not primarily technical—the technology exists—but ethical and pedagogical. When should students use AI assistance, and when should they work unaided? How do we assess learning in environments where powerful AI tools are ubiquitous? How do we ensure AI systems don't perpetuate or amplify existing biases and inequities?

Universities, with their combination of technical expertise, educational research capacity, and institutional independence, are well-positioned to guide these difficult conversations and develop practical frameworks that educators can actually implement.

Mentoring Programs and "Dual" Contracts.

Universities can coordinate comprehensive mentoring programs that connect student teachers with experienced educators, providing sustained support throughout training and early career phases. These programs are particularly important for teachers placed in high-need schools, where challenges are greatest and risk of early career burnout highest.

"Dual" contract arrangements—where student teachers receive partial compensation for teaching responsibilities in high-need schools while completing their training—offer multiple benefits. They provide financial support for teacher candidates, reducing economic barriers to the profession. They supply desperately needed teaching capacity to struggling schools. And they give novice teachers extended, supported practice in challenging contexts, preparing them more effectively for independent practice.

Communication and Community Engagement: Building Public Support.

The Strategic Importance of Communication.

Public communication and community engagement are not peripheral to education reform—they are strategically central. Even the most carefully designed policies and well-implemented programs will fail without public understanding, trust, and active participation.

Data-Driven Justification.

Educational decision-making should be transparently grounded in evidence. When policies change—whether adjusting student enrollment boundaries, implementing new assessment systems, or deploying educational technology—authorities should clearly explain the data and reasoning behind decisions.

This doesn't mean drowning the public in statistical details or expecting universal agreement. It means respecting citizens enough to share the evidence base for major decisions, acknowledging limitations and uncertainties, and inviting informed feedback rather than simply announcing predetermined conclusions.

Clear Goals and Expectations.

Parents, students, and communities need clear articulation of what schools are trying to achieve and what they can reasonably expect as outcomes. Vague aspirations like "educational excellence" mean little; specific, measurable goals like "all students reading at grade level by end of primary school" or "95% graduation rate within four years" provide clarity and accountability.

Expectations should be ambitious but realistic, accounting for starting points and available resources. Promising miraculous transformation without corresponding investments breeds cynicism; articulating challenging but achievable goals builds confidence.

Feedback Mechanisms.

Effective feedback mechanisms allow parents and students to share their experiences, concerns, and suggestions regularly rather than only during crises. These mechanisms might include periodic surveys, parent advisory councils, student voice forums, town hall meetings, or digital platforms for ongoing dialogue.

Crucially, feedback mechanisms only build trust if responses demonstrate that input is genuinely considered and sometimes acted upon. Performative consultation that ignores community perspectives damages credibility more than no consultation at all.

Addressing Student Distribution Sensitive.

Discussions about student distribution and support measures require particular care. These conversations touch on sensitive issues of ethnicity, socioeconomic status, language, and educational opportunity—topics that can easily become contentious or divisive.

Openness and empathy are essential. Policymakers must acknowledge the legitimate concerns of all stakeholders—parents worried about their children's opportunities, educators struggling with challenging conditions, communities experiencing rapid demographic change, and students navigating complex social dynamics.

At the same time, discussions must maintain relentless focus on learning outcomes rather than drifting into coded language about which students are "problematic" or which schools are "desirable." The goal is excellent education for every child; student distribution policies are merely tools toward that end, not ends in themselves.

Avoiding stigmatization while addressing real challenges requires careful language, respect for all students' dignity and potential, and consistent emphasis on systemic rather than individual responsibility for educational outcomes.

Strengthening the Teaching Profession's Image.

A positive public narrative about the teaching profession is vital for recruitment and retention. Teaching must be portrayed—accurately—as intellectually demanding, socially important, personally fulfilling work that makes meaningful difference in young people's lives.

This requires multiple strategies: competitive scholarships that attract talented candidates to teacher training, clear career progression tracks that allow advancement without leaving the classroom, and public recognition of mentoring roles and other teacher leadership contributions.

Media partnerships can help tell stories of teaching excellence, innovative practice, and dedicated educators. Awards and honors that celebrate outstanding teachers raise the profession's profile. And honest discussion of teaching's challenges—paired with commitment to providing necessary support—demonstrates respect for the profession's difficulty and importance.

Conclusion: Toward an Integrated Vision.

German education's challenges are formidable but not insurmountable. Teacher shortages, integration pressures, learning gaps, and digital transformation demands are serious—but they also create opportunity for fundamental reimagining of how education can better serve all students.

Success requires integrated action across multiple domains: policy frameworks that prioritize equity and flexibility; funding mechanisms that align resources with needs; institutional innovations that personalize learning while maintaining quality standards; technological tools that augment rather than replace human teaching; research partnerships that generate actionable knowledge; and community engagement that builds shared ownership of educational outcomes.

Universities and research institutions like CHE have essential roles as knowledge generators, honest brokers, professional developers, and critical friends to schools and policymakers. Their independence, expertise, and long-term perspective make them uniquely positioned to support sustained improvement efforts that transcend political cycles and bureaucratic silos.

The path forward is complex, but the destination is clear: an education system that provides every child—regardless of background, language, or circumstance—genuine opportunity to develop their capabilities, pursue their aspirations, and participate fully in democratic society. Achieving this vision over the 2025-2030 period will require sustained commitment, collaborative effort, and willingness to make difficult choices. But the alternative—accepting persistent inequity and declining quality—is unacceptable.

The time for incremental adjustment has passed. German education needs systemic transformation guided by evidence, enacted through thoughtful policy, supported by adequate resources, and driven by unwavering commitment to educational justice. This is the work ahead.

REFERENCES

1. Dräger J. Centre for Higher Education (CHE) official profile. 2024. URL: <https://www.che.de> (accessed: 03.11.2025).
2. Federal Ministry of Education and Research (BMBF). Education in Germany 2024: Report on Trends and Challenges. Berlin, 2024. URL: <https://www.bmbf.de> (accessed: 03.11.2025).
3. OECD. Education Policy Outlook: Germany. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: 10.1787/edu-policy-deu2023.
4. UNESCO. Reimagining Our Futures Together: A New Social Contract for Education. Paris: UNESCO, 2022. URL: <https://unesdoc.unesco.org> (accessed: 03.11.2025).
5. Centre for Higher Education (CHE). Digital and Personalized Learning in German Higher Education. Gütersloh, 2025. URL: <https://www.che.de/reports> (accessed: 03.11.2025).
6. European Commission. Digital Education Action Plan 2021–2027. Brussels, 2021. URL: <https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/action-plan> (accessed: 03.11.2025).

UDC 378:004.8

Frisoli A. (Scuola Superiore Sant'Anna, Pisa, Italy).

INTEGRATING HUMAN-ROBOT INTERACTION, HAPTICS, AND WEARABLE ROBOTICS IN ENGINEERING EDUCATION: ACCESSIBILITY, MEASURABLE QUALITY, AND INTERNATIONAL RECOGNITION.

Abstract. Contemporary engineering education stands at the threshold of systematic renewal, where the integration of Human-Robot Interaction (HRI), haptic interfaces, and wearable robotic systems into the complete educational cycle becomes central. This integration spans from simulation and virtual reality to remote laboratories and physical experiments with real equipment, simultaneously ensuring accessibility, measurable quality, and international recognition of next-generation engineering training programs. The conceptual framework for such integration draws upon years of scientific results from the Sant'Anna HRI community, including the design and control of exoskeletons, multimodal human-machine interfaces, telerobotics, and rehabilitation robotics, adapting these into didactic modules with clear learning outcome metrics.

Keywords: human-robot interaction, engineering education, haptics, wearable robotics, accessibility, quality assurance, international recognition.

Анотація. Сучасна інженерна освіта перебуває на етапі системного оновлення, де інтеграція взаємодії людини й робота (HRI), тактильних інтерфейсів і носимих роботизованих систем у повний освітній цикл набуває ключового значення. Такий підхід охоплює симуляції, віртуальну реальність, дистанційні лабораторії та експерименти з реальним обладнанням, забезпечуючи водночас доступність, вимірювану якість та міжнародне визнання освітніх програм нового покоління. Концептуальна модель інтеграції ґрунтується на багаторічних наукових результатах спільноти HRI Університету Сант'Анна, зокрема у сфері екзоскелетів, багатомодальних інтерфейсів «людина-машина», телероботики та реабілітаційної робототехніки. Ці досягнення адаптовано до навчальних модулів із чітко визначеними критеріями результатів навчання. Запропонована система формує основу для розроблення європейських стандартів підготовки інженерів, спрямованих на підвищення доступності, якості та міжнародного визнання технічної освіти.

Ключові слова: взаємодія людини й робота, інженерна освіта, тактильні технології, носима робототехніка, доступність, забезпечення якості, міжнародне визнання.

1. Introduction: The Need for Systemic Educational Innovation

Modern engineering education faces unprecedented challenges in preparing students for an increasingly complex technological landscape. The convergence of robotics, artificial intelligence, and human-centered design demands educational approaches that transcend traditional disciplinary boundaries. Human-Robot Interaction represents a particularly critical domain, combining control theory, biomechanics, psychophysics of perception, computer vision, and ethics into a unique interdisciplinary profile.

The institutional ecosystem at Scuola Superiore Sant'Anna, particularly the PERCRO/HRI Laboratory and the Institute of BioRobotics, provides infrastructure for networked experiments and the transition from "black box" algorithms to transparent, reproducible educational protocols. This foundation enables the development of a comprehensive educational model that addresses three fundamental pillars: accessibility, quality, and international recognition.

2. Redefining Accessibility in Advanced Engineering Education

2.1 Beyond Financial and Linguistic Inclusion

Accessibility in this context extends far beyond traditional concepts of financial or linguistic inclusion. It encompasses ensuring remote access to high-cost HRI equipment through telepresence and browser-based clients, allowing students from diverse regions to perform tasks involving stable haptic rendering, exoskeleton control, or collaborative robots without physical presence on campus.

2.2 Remote Laboratory Architecture

This approach significantly reduces entry barriers and ensures equal opportunities, proving critically important in the context of global mobility restrictions while remaining compatible with requirements for academic integrity and safety. The HRI Laboratory's support for remote experiments is based on mature risk management practices in physical HRI (pHRI) and staged certification of student competencies before granting access to physical devices.

2.3 Multi-Tiered Access System

The implementation involves a sophisticated multi-level access system: initial certification in simulators, followed by remote physical equipment with restrictions, and only then supervised laboratory work with parameter logging and automated kill-switch mechanisms. Such procedures ensure alignment with regulatory safety requirements while maintaining the intensity of practical training and innovation in assignments.

3. Measurable Quality Through Reproducibility and Standardization

3.1 Standard Metrics Framework

Educational quality is defined through reproducibility and measurability of outcomes. HRI courses propose the implementation of standard metrics such as tracking accuracy and impedance stability in collaborative scenarios, haptic rendering quality (considering feedback, transparency, passivity), as well as validated survey instruments for subjective perception of interaction and workload.

3.2 Open Science Approach to Education

The publication of educational datasets, controller codes, test bench parameters, and video protocols, combined with independent replication of experiments by other institutions, forms the foundation for objective monitoring of curriculum quality and accreditation procedures at national and European framework levels. Incorporating guided examples from team research (upper limb exoskeletons, telerobotics for fine manipulation, HRI in manufacturing environments) creates reference rubrics for assessment that are compatible across universities and stimulate inter-institutional comparative audits.

3.3 Quality Management Indicators

A comprehensive set of indicators is proposed for quality management:

- Reproducibility coefficient of laboratory work between semesters and groups
- Proportion of open artifacts (code, data, configurations) in public repositories
- Number of inter-university replications
- Student participation in co-authoring publications and demonstrations at international venues
- External audits of equipment and courses

Verification through bibliometric signals from faculty and laboratory profiles allows internal metrics to be linked to external visibility and research impact, strengthening the reputational component of programs.

4. International Recognition Through Research Integration

4.1 Project-Based Learning with Industrial Relevance

International recognition of educational outcomes is enhanced through student involvement in H2020/Horizon Europe scientific-applied projects and national competence centers, where educational tasks are integrated into industrial cases of inspection, rehabilitation, and collaborative manufacturing. The integration of the educational process with research and project activities at the Sant'Anna Institute of BioRobotics amplifies program visibility and ensures conversion of educational achievements into employment, startup activity, and participation in international communities such as EuroHaptics and IEEE Haptics.

4.2 Institutional Visibility and Credit Transfer

Open positioning of HRI directions on official university and laboratory resources creates a foundation for mutual recognition of competencies and acknowledgment of educational modules within networks of partner institutions. Public profiles and ORCID identifiers of faculty and laboratory heads ensure transparency of authorship and continuity of scientific-educational artifacts.

5. Curriculum Architecture: A Progressive Learning Trajectory

5.1 Four-Stage Educational Pathway

The content architecture of the curriculum proposes a trajectory: "simulation → virtual reality with haptics → remote physical experiment → local physical experiment," where each stage has defined learning objectives, tools, and success criteria.

5.2 Competency Development Progression

In initial stages, students master interaction and control models (impedance/admittance, contact detection, stability models), while in intermediate and advanced modules they transition to controlling exoskeletons, manipulators with force feedback, and collaborative robots in human presence. Capstone projects focus on tasks with high human factor components (rehabilitation, ergonomics, smart manufacturing), ensuring interdisciplinarity and skill relevance.

5.3 Interdisciplinary Integration

The emphasis on HRI in education has strategic character: the combination of control theory, biomechanics, psychophysics of perception, computer vision, and ethics creates a unique interdisciplinary graduate profile capable of designing and validating safe and intuitive robotic systems.

6. Ethics and Safety as Integral Components

6.1 Mandatory Ethical Training

Ethics and safety are integral parts of HRI training. The approach proposes implementing mandatory modules on biosignal privacy (EMG, force and kinematic data), protocols for safe

interaction with vulnerable groups, risk management in pHRI, and responsible use of generative AI for documentation and analysis.

6.2 Staged Certification System

The multi-level system of access to physical equipment ensures graduated learning: first certification in simulators, then remote physical equipment with limitations, and only afterward laboratory work under supervision, with parameter logging and automated kill-switch mechanisms. These procedures ensure compliance with regulatory safety requirements while not diminishing the intensity of practical training and innovation in tasks.

7. Implementation Roadmap

7.1 Twelve-Month Practical Plan

The practical implementation plan for 12 months includes:

1. **Open Educational Resources:** Creation of three open HRI mini-courses with datasets, video protocols, and controller templates for simulation and hardware platforms
2. **Remote Infrastructure:** Deployment of one remote HRI platform with browser-based client and queue management for access
3. **Pilot Course Launch:** Launch of a pilot course with three basic quality metrics (replication, agreed rubrics, external audit) integrated into final assessment
4. **Partnership Network:** Formation of a network of partners for mutual recognition of competencies and exchange of laboratory slots

7.2 Scaling and Industrial Integration

The next stage envisions connecting industrial cases from the Institute of BioRobotics (such as inspection, rehabilitation, laboratory automation) for pilot implementation and assessment of impact on graduate employment. Synergy with national competence centers and industry communities will ensure initiative sustainability and scaling to other educational programs.

8. Strategic Vision and European Standards

8.1 Long-Term Impact

In perspective, such a training model will contribute to the formation of pan-European standards for HRI educational laboratories, simplifying mutual recognition of modules and increasing student and faculty mobility. Based on the scientific and infrastructural maturity of Sant'Anna directions, the proposed approach can be operatively adapted by universities seeking to simultaneously increase accessibility, ensure measurable quality, and achieve sustainable international recognition.

8.2 Future Development Directions

The model positions HRI education as a strategic investment in engineering workforce development, creating graduates who are not only technically proficient but also ethically grounded and internationally competitive. The transparent, reproducible, and validated approach to educational quality creates a template for other advanced engineering domains seeking similar transformation.

9. Conclusion

The integration of Human-Robot Interaction, haptics, and wearable robotics into engineering education represents more than a curricular update—it constitutes a fundamental reimagining of how advanced engineering competencies are developed, validated, and recognized internationally. By addressing accessibility through remote laboratory infrastructure, ensuring quality through reproducible metrics and open science practices, and building international recognition through

research integration and institutional partnerships, this model provides a comprehensive framework for 21st-century engineering education.

The Sant'Anna experience demonstrates that such transformation is achievable through systematic attention to infrastructure, pedagogy, quality assurance, and community building. As robotics becomes increasingly integral to industrial, healthcare, and social applications, the educational approaches outlined here will prove essential for preparing engineers capable of designing human-centered robotic systems that are safe, effective, and ethically responsible.

REFERENCES

1. Frisoli A. Scuola Superiore Sant'Anna. Official profile page. 2020. URL: <https://www.santannapisa.it/en/antonio-frisoli> (accessed: 03.11.2025).
2. Human-Robot Interaction Laboratory. Scuola Superiore Sant'Anna. 2021. URL: <https://www.santannapisa.it/en/institute/biorobotics/human-robot-interaction-laboratory> (accessed: 03.11.2025).
3. Human Robot Interaction. Scuola Superiore Sant'Anna. 2025. URL: <https://www.santannapisa.it/en/human-robot-interaction> (accessed: 03.11.2025).
4. Frisoli A. Google Scholar profile. URL: <https://scholar.google.com/citations?user=Jn1OYW0AAAAJ> (accessed: 03.11.2025).
5. EuroHaptics Conference 2024 - Keynotes. URL: <https://eurohaptics.org/ehc2024/keynotes/> (accessed: 03.11.2025).
6. Biorobotics Institute. Scuola Superiore Sant'Anna. 2025. URL: <https://www.santannapisa.it/en/institute/biorobotics> (accessed: 03.11.2025).

UDC 378:004.8

Kaczorowska-Spychalska D. (University of Lodz, Poland).

FROM POLICY TO CLASSROOM: RESPONSIBLE INTEGRATION OF GENERATIVE AI IN POLISH EDUCATION AS A DRIVER OF ACCESSIBILITY, QUALITY, AND RECOGNITION.

Abstract. Educational systems are entering a stage where generative artificial intelligence (GenAI) becomes not merely a tool but a learning environment, transforming both policy and classroom practice. This article outlines a holistic approach to integrating GenAI responsibly in Polish education between 2025 and 2030, linking national policy frameworks with university strategies and everyday teaching. The study emphasizes human-centeredness, transparency, and safety in GenAI deployment and the necessity for ethical governance and institutional support. It identifies vectors of integration—from adaptive learning and automated assessment to accessibility and inclusion—guided by the “human-in-the-loop” principle. Policy alignment, faculty training, and multi-tiered course architectures are highlighted as essential enablers of sustainable implementation. The paper proposes a 12–18-month roadmap for responsible GenAI integration, focusing on faculty micro-credentials, inter-university cooperation, and open educational artifacts. By merging national AI policy with academic practice, Poland can achieve accessible, high-quality, and internationally recognized education systems, positioning GenAI as a driver of inclusion and innovation.

Keywords: generative AI, educational policy, human-in-the-loop, accessibility, higher education, ethics, digital transformation

Анотація. Освітні системи вступають у фазу, коли генеративний штучний інтелект (GenAI) стає не просто інструментом, а повноцінним навчальним середовищем, що змінює політику та практику викладання. У статті запропоновано цілісний підхід до відповідальної

інтеграції GenAI в освітній процес Польщі у 2025–2030 роках, що поєднує державну політику, стратегії університетів та практику викладання. Акцент зроблено на людяності, прозорості та безпеці при використанні GenAI, а також на потребі в етичному врядуванні й інституційній підтримці. Визначено основні напрями інтеграції — від адаптивного навчання та автоматизованого оцінювання до розширення доступності та інклюзивності, — реалізовані за принципом «людина в контурі». Важливими умовами сталого впровадження визначено узгодження політики, підготовку викладачів і багаторівневу архітектуру курсів. Запропоновано 12–18-місячну дорожню карту відповідальної інтеграції GenAI, що охоплює мікрокваліфікації для викладачів, міжуніверситетську співпрацю та створення відкритих навчальних артефактів. Поєднання національної ІІІ-політики з академічною практикою дозволяє Польщі формувати доступну, якісну та міжнародно визнану систему освіти, у якій GenAI стає рушієм інклюзії та інновацій.

Ключові слова: генеративний ІІІ, освітня політика, людина в контурі, доступність, вища освіта, етика, цифрова трансформація

Institutional and National Alignment

University policies must reflect national priorities and ethical standards, translating political directives into actionable regulations for GenAI use in courses, assessment, and research. Public initiatives like the “White Book of AI in Polish Schools” offer roadmaps for guided implementation — from digital literacy to instructional design — and can be adapted to higher education while respecting academic freedom and integrity. Collaboration between expert groups at the Ministry of Digitalization and academic centers such as the University of Lodz ensures continuous exchange between research, policy, and practice.

Practical Integration Vectors

GenAI integration spans personalized learning, teaching support, automation of routine tasks, course design, and learning analytics — all underpinned by human oversight and accountability. Studies in higher education show increased student engagement, faster feedback, and improved adaptability, though challenges remain in teacher training, infrastructure, and ethical standards. In IT disciplines, GenAI supports code validation and virtual labs; in natural sciences, it enables complex system modeling and virtual experiments, expanding access without compromising quality.

Ethical Framework

Responsible GenAI use must address data privacy, authorship, academic integrity, algorithmic bias, model transparency, and psychosocial effects of interacting with “digital collaborators.” Universities must develop policies for responsible AI use and foster critical thinking about AI prompts, avoiding automated grading and preserving the teacher’s role as facilitator and expert. Academic participation in government working groups and professional communities accelerates alignment of internal policies with national frameworks.

Course Architecture and Assessment

GenAI-enhanced courses should be multi-tiered: from basic literacy (model principles, application boundaries, legal aspects) to specialized tracks (AI teaching assistants, learning agents, ethical prompt design, source verification and attribution). Project-based learning with open data and reproducibility is key: students tackle real problems from departments or partners, document processes, and build repositories with code, datasets, and decision logs. Assessment shifts from plagiarism detection to design tasks with oral defense, traceable decisions, and external review — improving quality and discouraging misconduct.

Faculty Training and Institutional Support

Faculty preparation is essential: micro-credentials and training in GenAI pedagogy, prompt design, ethics, assessment, and risk management are needed, along with technical support and case exchange. Institutions should deploy AI assistants for routine tasks (scheduling, administration,

learning analytics) with quality control and privacy protocols, freeing up faculty time for mentoring and research. Synchronizing these steps with national policy enables scalable success and avoids fragmented practices across institutions.

Accessibility and Inclusion

GenAI tools enhance accessibility through adaptive content, multimodal interfaces, and automated translation. However, accessibility testing and consideration of student diversity — including neurodivergence — are essential. Universities must offer alternative formats for demonstrating knowledge to ensure GenAI reduces barriers rather than creating new ones. Joint initiatives with local schools and colleges foster seamless transitions and spread best practices across the educational ecosystem.

Quality Assurance and Risk Management

Quality assurance systems should include metrics for GenAI impact: learning outcomes, feedback turnaround time, share of open artifacts, external replications, and independent course audits for ethical compliance. Risks such as over-automation of assessment, “illusion of competence,” and erosion of writing practices must be monitored. Control interventions — oral defenses, internal replications, periodic tool rotation — help mitigate these risks. Combining quantitative and qualitative evaluation methods supports policy refinement and change management.

12–18 Month Roadmap

- Approve responsible GenAI use policy;
- Launch faculty training programs (micro-credentials);
- Pilot projects in 3–4 faculties with open artifacts;
- Implement AI assistants in teaching support with impact evaluation;
- Create inter-university practice exchange network;
- Conduct regular external audits for ethical compliance and data safety.

Expected outcomes: faster delivery of quality feedback, increased student engagement, improved personalization, and reduced learning inequalities — all contingent on adherence to ethical standards.

REFERENCES

1. Kaczorowska-Spychalska D. *Responsible Use of AI in Education*. University of Lodz Reports, 2024. URL: <https://www.uni.lodz.pl> (accessed: 03.11.2025).
2. Ministry of Digitalization of Poland. *White Book of AI in Polish Schools*. Warsaw, 2024. URL: <https://www.gov.pl/digital> (accessed: 03.11.2025).
3. European Commission. *Ethics Guidelines for Trustworthy AI*. Brussels, 2021. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu> (accessed: 03.11.2025).
4. OECD. *AI and the Future of Education: Policy and Practice*. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: 10.1787/ai-edu2023.
5. UNESCO. *Guidance for Generative AI in Education and Research*. Paris: UNESCO, 2023. URL: <https://unesdoc.unesco.org> (accessed: 03.11.2025).
6. University of Lodz Center for Intelligent Technologies. *Annual Report on Digital Transformation*. Lodz, 2025. URL: <https://cit.uni.lodz.pl> (accessed: 03.11.2025).

UDC 378:004.8

Kalve I. (*Rīga Stradiņš University, Latvia*).

AI POLICIES IN HIGHER EDUCATION: FROM PRINCIPLES TO ASSESSMENT. TASK DESIGN AND INTEGRITY STANDARDS IN THE AGE OF GENERATIVE TOOLS.

Abstract. Higher education institutions face a pressing need to redefine academic integrity and assessment design in response to the growing ubiquity of generative artificial intelligence (GenAI). This article presents the policy framework developed at Rīga Stradiņš University (RSU), which integrates institutional guidelines, ethical standards, and assessment redesign to ensure responsible AI use in teaching and learning. The model shifts institutional focus from prohibition to critical engagement, requiring instructors to align task design, metrics, and learning outcomes with the realities of AI-supported environments. It emphasizes assessment authenticity, transparency, and co-creation, introducing course-level policies and “AI syllabus addenda” that define permitted, restricted, and prohibited uses. Through a Plan–Do–Check–Act (PDCA) cycle, RSU promotes faculty training, policy monitoring, and open communication to sustain continuous quality improvement. The proposed system demonstrates how academic institutions can operationalize responsible AI use while maintaining trust, fairness, and educational excellence.

Keywords: higher education, AI policy, academic integrity, assessment design, ethical AI, generative tools, quality assurance.

Анотація. Заклади вищої освіти стикаються з необхідністю переосмислення академічної доброчесності та підходів до оцінювання у відповідь на стрімке поширення генеративного штучного інтелекту (GenAI). У статті представлено політичну та методичну модель Ризького університету Страдіня (RSU), яка поєднує інституційні настанови, етичні стандарти та оновлений дизайн оцінювання для забезпечення відповідального використання ШІ у викладанні та навчанні. Запропонована система зміщує акцент із заборон на критичну взаємодію з технологіями, вимагаючи від викладачів узгодження завдань, критеріїв і результатів навчання з реаліями цифрового середовища. Особлива увага приділяється автентичності оцінювання, прозорості та співтворенню, а також упровадженню «AI-додатків до силлабусів» із чітким визначенням дозволеного, обмеженого та забороненого використання ШІ. Завдяки циклу PDCA (планування – виконання – перевірка – вдосконалення) RSU впроваджує підготовку викладачів, моніторинг політики та відкриту комунікацію для сталого підвищення якості. Модель демонструє, як університети можуть реалізовувати принципи відповідального використання ШІ, зберігаючи довіру, справедливість і високу якість освіти.

Ключові слова: вища освіта, політика щодо ШІ, академічна доброчесність, дизайн оцінювання, етичний ШІ, генеративні технології, забезпечення якості.

Assessment design must shift from tasks easily replaced by text generation to formats that require students to demonstrate thinking, decision-making, and individual contribution: oral defenses with traceable reasoning, tasks with multiple valid answers, team-based cases with documented individual input, and staged artifacts with formative feedback. Discussions with faculty across universities emphasize that essays and single-answer tests no longer serve as valid knowledge assessments in the presence of generative models. Instead, tasks should involve high cognitive load and explicit attribution of AI use. Transparent rules for AI disclosure and evaluation criteria that distinguish beneficial use from misconduct are essential for fairness and quality.

RSU recommends that instructors define, before the semester begins: which AI tools are allowed, in what activities and to what extent; which are restricted and why; which are prohibited; how usage will be monitored and by whom; what the consequences of unauthorized use are; and provide students with concise guides including examples of acceptable practices and common mistakes. This specification should be accompanied by measurable indicators of AI's impact on

learning outcomes to enable data-driven policy refinement. RSU's Centre for Educational Growth supports faculty with resource materials and continuing education, including academic integrity reflection worksheets in the AI context.

RSU experts are already discussing three future scenarios for GenAI in education — from conservative “restriction and control” to “supervised collaboration” and “integrated co-creation.” Surveys show that students tend to use AI for solving complex problems, sourcing materials, and research support — not just superficial text generation. This means policies must not only mitigate risks but also shape educational design where AI use is controlled and productive: mandatory disclosure of AI contributions, critical fact-checking, and blending with traditional methods to enhance student-centeredness. Co-creation allows for innovation in activities: multimodal projects, learning analytics for formative assessment, and digital portfolios with AI interaction logs.

The ethical framework of AI policies rests on four pillars: academic integrity and authorship; data privacy and security; transparency and explainability; non-discrimination and inclusion. Comparative reviews of university guidelines on GenAI integration reveal common themes — ethics, transparency, integrity, safe environments, and misuse detection tools — but also gaps in clear application scenarios and documentation mechanisms. RSU addresses these with course-level rules and practical checklists. Avoiding full “outsourcing” of academic work to AI is critical to preserving student autonomy and the instructor's role as a facilitator of critical analysis.

Assessment in medical and clinical programs — where RSU has extensive experience — requires multi-level competency evaluations, simulation exams, ethical dilemma scenarios, and privacy policies aligned with medical data standards. AI use must be controlled and logged, with mandatory oral components. Pedagogical teams must adapt formats to disciplinary risks: legal, biomedical, and social sciences require different systems of permissions, prohibitions, attribution samples, and usage examples. Support for international students and multilingual guidance is also essential, given diverse legal and cultural contexts around AI.

For sustainable implementation, RSU promotes a PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle at both policy and course levels: plan rules and metrics, implement with support, check impact indicators, and improve through feedback and external reviews. Results are openly communicated and compared across faculties. Quality mechanisms include: measuring feedback timeliness and quality, share of open artifacts, number of verified external sources in student work, frequency of AI contribution declarations, oral defense outcomes, and cross-checks. Risk management includes control point maps and incident protocols. These indicators support not only reporting but also adjustment of workload, tools, and assessment formats.

Universities must shift from punitive to formative approaches: teaching critical AI use, source evaluation, proper attribution, and prompt design; enhancing media literacy; and introducing a “course contract” on AI, signed at the semester's start. An “AI syllabus addendum” is recommended for each course, including examples of permitted practices, typical violations, ethics checklists, and student reflection templates on their contributions and tool use. These steps reduce uncertainty, increase transparency, and foster a culture of responsible AI use aligned with RSU's student-centered approach.

Improved assessment quality, fewer disputes, greater transparency and accountability, and stronger competencies in critical and ethical AI use — all without compromising academic standards.

REFERENCES

1. Rīga Stradiņš University. *Artificial Intelligence in Higher Education: Institutional Guidelines*. Riga, 2024. URL: <https://www.rsu.lv> (accessed: 03.11.2025).
2. European University Association. *Responsible Use of AI in European Higher Education*. Brussels, 2023. URL: <https://eua.eu/resources> (accessed: 03.11.2025).

3. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. Paris: UNESCO Publishing, 2023. URL: <https://unesdoc.unesco.org> (accessed: 03.11.2025).
4. OECD. Artificial Intelligence in Education: Opportunities and Challenges. Paris: OECD Publishing, 2022. DOI: 10.1787/ai-edu2022.
5. Kalve I. Academic Integrity and Generative AI in Higher Education. RSU Working Papers in Education, 2025. URL: <https://www.rsu.lv/research> (accessed: 03.11.2025).
6. European Commission. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. Brussels, 2021. URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu> (accessed: 03.11.2025).

UDC 004.94:378

Kovalevskyy S. (Donbas State Engineering Academy, Kramatorsk–Ternopil, Ukraine), **Mester G.** (University of Szeged, Szeged, Hungary), **Dasic P.** (Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade, Serbia)

FROM TRADITIONAL CLASSROOMS TO THE EDUCATIONAL ECOSYSTEM OF THE FUTURE: THE UKRAINIAN DIMENSION OF DIGITAL TRANSFORMATION

Abstract. This article analyzes the systemic evolution of modern higher education from the traditional classroom paradigm to a complex educational ecosystem shaped by digital transformation, interdisciplinarity, and global cooperation. The research emphasizes the Ukrainian context, where universities are reconfiguring their institutional models amid wartime disruption, technological acceleration, and integration into the European Higher Education Area. The study identifies three dimensions of the digital divide (infrastructure, competence, sociocultural), examines new mechanisms of quality assurance and academic integrity, and proposes analytical indicators—IPKI and ESPI—to measure the level of digital and scientific integration. Implementation cases of ICS-Lab and MROM-Lab are highlighted as examples of “education through research” where AI tools, digital twins, and machine learning systems enhance engineering competencies. The Ukrainian experience demonstrates resilience through innovation: open laboratories, remote access, and international partnerships sustain continuity of education. The paper concludes that the educational ecosystem of the future is a self-organizing system combining digital infrastructure, intelligent technologies, and human creativity within an ethical and global framework.

Keywords: digital transformation, educational ecosystem, Industry 4.0, artificial intelligence, quality assurance, academic integrity, engineering education, open science.

Анотація. Стаття присвячена системній еволюції сучасної вищої освіти — від традиційної класно-урочної моделі до складної освітньої екосистеми, що формується під впливом цифрової трансформації, міждисциплінарності та глобальної співпраці. Особливу увагу зосереджено на українському контексті, у якому університети перебудовують свої моделі діяльності в умовах війни, технологічного прискорення та інтеграції до Європейського простору вищої освіти. У дослідженні визначено три виміри цифрової нерівності (інфраструктурний, компетентнісний, соціокультурний), розглянуто нові механізми забезпечення якості та академічної доброчесності, а також запропоновано аналітичні показники IPKI та ESPI для оцінювання рівня цифрової й наукової інтеграції. На прикладах лабораторій ICS-Lab та MROM-Lab показано реалізацію принципу «навчання через дослідження», коли використання ШІ, цифрових двійників та систем машинного навчання підсилює інженерні компетентності. Український досвід демонструє стійкість через інновації: відкриті лабораторії, віддалений доступ і міжнародні партнерства забезпечують безперервність освіти. Зроблено висновок, що екосистема освіти майбутнього є самоорганізованою системою, яка поєднує цифрову інфраструктуру, інтелектуальні технології та людський потенціал у глобальному та етичному вимірі.

Ключові слова: цифрова трансформація, освітня екосистема, Штучний інтелект, Індустрія 4.0, забезпечення якості, академічна доброчесність, інженерна освіта, відкрита наука.

The Dawn of a New Educational Era.

Higher education stands at a critical crossroads. The university, as we have known it for centuries, is undergoing a transformation so profound that it challenges our fundamental understanding of what it means to teach, learn, and create knowledge. We are witnessing the emergence of a new paradigm—one that dissolves the rigid boundaries between formal instruction, non-formal learning experiences, and the informal acquisition of knowledge that happens organically in our increasingly connected world. This transformation is not happening in isolation or in some idealized laboratory setting. It is unfolding in real-time, across continents and cultures, reshaping the landscape of education in ways both exciting and unsettling. And perhaps nowhere is this transformation more dramatic, more urgent, and more inspiring than in Ukraine—a nation that finds itself reimagining education not despite unprecedented challenges, but in many ways because of them.

Innovation Born from Adversity.

Ukraine's educational journey presents us with a compelling paradox. Here is a country grappling with war, experiencing mass migration on a scale not seen in Europe for generations, and operating under severe resource constraints that would cripple many systems. Yet rather than collapsing under these pressures, Ukrainian higher education is actively participating in—and in some ways leading—the global transformation toward digital, ecosystem-based learning. The engineering schools of Ukraine are becoming laboratories for a new kind of education, one that honors the deep traditions of technical excellence that have long defined Eastern European technical education while simultaneously embracing cutting-edge digital technologies, artificial intelligence, robotics, and the principles of open science. This synthesis is not merely theoretical. It is happening now, in classrooms and laboratories across the country, creating what might be called the ecosystem of the future—a living, breathing network of knowledge creation and exchange.

More Than Just Technology.

As we move deeper into the digital age, we have discovered that the concept of a "digital divide" is far more complex than we initially imagined. It is not simply a matter of who has computers and who does not. The divide manifests across three distinct but interconnected dimensions, each presenting its own challenges and requiring its own solutions. The first dimension is infrastructural. Even in our supposedly connected world, access to high-speed internet and contemporary computational resources remains shockingly unequal. Students in major urban centers may enjoy gigabit connections and access to powerful computing clusters, while their peers in rural areas struggle with intermittent connectivity and outdated equipment. This infrastructure gap creates a fundamental inequality in educational opportunity that no amount of pedagogical innovation can fully overcome. The second dimension concerns competency. Digital literacy is not a binary state—you either have it or you do not—but rather exists on a spectrum. Among both educators and students, we find enormous variation in the ability to effectively utilize digital tools, navigate online learning environments, and critically evaluate digital information. Some faculty members have embraced technology with enthusiasm, transforming their teaching practices and exploring new pedagogical possibilities. Others find themselves overwhelmed, struggling to master tools that their students take for granted, creating a generational and experiential gap that can undermine the learning process. The third dimension is perhaps the most subtle but also the most significant: the sociocultural barriers to digital education. These include deeply ingrained attitudes toward distance learning, which many still view as inherently inferior to face-to-face instruction. They include linguistic inequalities, as much digital content remains dominated by English and a handful of other major languages. And they include a broader reluctance toward open academic interaction—a hesitation to share work-in-progress, to engage in public scholarly discourse, or to embrace the transparency that digital platforms enable and increasingly demand.

The Changing Role of Educators in an AI-Powered World.

Artificial intelligence and data-driven assessment platforms are fundamentally reshaping what it means to be an educator. The traditional role of the teacher as the primary transmitter of knowledge—the sage on the stage, as the cliché goes—is becoming obsolete. Information is now ubiquitous, available at the touch of a screen. What students need is not more information but guidance in navigating it, synthesizing it, and applying it meaningfully. Educators are thus evolving into facilitators of the learning process, curators of knowledge rather than its sole gatekeepers. They become designers of learning experiences, mentors who guide students through complex problem-solving, and coaches who help develop metacognitive skills—the ability to think about thinking, to learn how to learn. This transformation opens up exciting possibilities, but it also introduces significant risks. There is a very real danger that in our rush to embrace technological efficiency and scalability, we might lose what has always been most valuable about education: its humanistic dimension. Critical thinking cannot be reduced to an algorithm. Creative freedom resists systematization. Academic integrity requires judgment, context, and an understanding of human motivation that no artificial intelligence, however sophisticated, can fully replicate.

We must ask ourselves: How do we harness the power of AI and data analytics to enhance education without reducing it to mere training? How do we scale personalized learning without losing the personal? How do we use technology to free educators from routine tasks so they can focus on what matters most—the human connection that lies at the heart of all meaningful learning?

The Challenge of Recognition in a Fragmented Landscape.

The digital transformation of education has given rise to an explosion of new credential forms. Micro-credentials promise to capture specific competencies more precisely than traditional degrees. Digital badges offer visual, shareable representations of achievements. Online certificates from prestigious institutions can be earned from anywhere in the world. International student mobility has become easier in some ways, more complex in others. This proliferation creates opportunity but also confusion. How do we compare these various credentials? What does a micro-credential from one institution mean in relation to a similar one from another? How should employers and graduate programs evaluate these new forms of qualification? The mechanisms for comparability and accreditation remain frustratingly non-standardized, creating a Tower of Babel in which everyone is speaking a slightly different language of achievement.

For Ukraine, this challenge takes on additional significance. The country must integrate itself into European quality assurance systems—the European Standards and Guidelines for Quality Assurance (ESG), the European Qualifications Framework (EQF), the European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS)—while simultaneously preserving its national scientific identity and the particular strengths of its educational traditions. This is not a matter of simply adopting foreign standards wholesale, but rather of finding a way to be both European and Ukrainian, both globally connected and locally rooted.

A Methodological Approach.

To understand these complex dynamics, we employed a multi-faceted research methodology drawing on systems analysis, cybernetics, pedagogical ergonomics, and the theory of complex adaptive systems. Education, after all, is not a simple linear process but a complex adaptive system—one that responds to stimuli in non-linear ways, that exhibits emergent properties not predictable from its individual components, and that continuously evolves in response to its environment. Our investigation drew on an extensive content analysis of over three hundred scholarly publications indexed in Scopus and Web of Science, providing a comprehensive view of current thinking about educational transformation. We employed scientometric modeling to identify trends and patterns in the research literature itself. We conducted comparative analyses of educational systems in Ukraine, Hungary, and Serbia—three post-Soviet or post-socialist nations navigating similar challenges but following somewhat different paths. And we performed expert evaluations of fifteen engineering educational programs according to European quality

assurance criteria, generating concrete data about how well these programs align with international standards.

From Linear Knowledge Transfer to Dynamic Ecosystems.

This research revealed a fundamental shift in the structure of education itself. The classical model of education, which has dominated for centuries, follows a linear chain: the educator possesses knowledge, transmits it to the student through lectures and readings, and then assesses whether the student has successfully absorbed it through examinations and assignments. This model treats knowledge as a commodity to be transferred, students as receptacles to be filled, and education as a production process with inputs and outputs. The emerging ecosystem model operates on entirely different principles. Here, education is understood as a multidimensional interaction network—a complex web of relationships in which educators, students, artificial intelligence systems, industry partners, and global knowledge networks engage in continuous bidirectional exchange of information and competencies. Knowledge is not transmitted but co-created. Students are not passive recipients but active participants. Learning happens not in isolation but through connection, collaboration, and contribution.

In this ecosystem, boundaries blur and multiply. The line between teacher and learner becomes permeable—educators learn from their students, students teach each other, and everyone learns from the collective intelligence of the network. The distinction between the classroom and the workplace dissolves as real-world projects and industry partnerships become integral to the learning experience. The separation between local and global evaporates as students collaborate across continents, accessing resources and expertise from anywhere on the planet.

Education Through Research.

The practical implementation of this ecosystem model can be seen in next-generation digital laboratories. Within the frameworks of projects like ICS-Lab (Intelligent Control Systems Laboratory) and MROM-Lab (Magnetoresonance and Materials Research Laboratory), a new principle has taken root: education through research. Students are not merely learning about scientific concepts in the abstract; they are actively engaging with real research questions using professional-grade tools and methodologies. In these laboratories, students work with sophisticated simulators that model complex physical systems. They interact with digital twins—virtual replicas of actual production systems that allow them to experiment without the risks and costs of working with physical equipment. They develop and train machine learning modules to solve real-world problems. They use Python, MATLAB, and ROS (Robot Operating System) to automate the control of robots and hydraulic drives. They employ GPT-based AI assistants to model technological processes, exploring how artificial intelligence can augment human problem-solving capabilities.

To measure the effectiveness of this approach, we developed an Index of Practical Knowledge Integration, which quantifies the ratio of students actively engaged in projects utilizing AI, virtual and augmented reality, and digital twins to the total student population. When this index exceeds unity—when each student is participating in multiple research directions simultaneously—we know that research-based learning has truly become the norm rather than the exception.

Measuring Quality in the Digital Age.

How do we measure the quality of education in this new ecosystem? Traditional metrics—graduation rates, employment statistics, student satisfaction surveys—tell us something, but they cannot capture the full picture. We need new ways of understanding educational effectiveness that reflect the multidimensional nature of learning in a digital, networked environment. One approach is through an Educational-Scientific Productivity Index, which combines multiple indicators into a composite measure of institutional performance. This index incorporates the ratio of publications to faculty members, weighted by 0.3, reflecting the importance of active scholarly engagement. It includes the institution's h-index—a measure of both productivity and impact—relative to comparable institutions, weighted by 0.4 to reflect the central importance of research quality. And

it accounts for the proportion of international citations to total citations, weighted by 0.3, capturing the institution's global reach and relevance.

This kind of composite index has its limitations—no single metric can fully capture educational quality—but it provides a more nuanced picture than any individual measure alone. It recognizes that quality in higher education emerges from the intersection of teaching, research, and engagement with the broader scholarly community.

Resilience Through Transformation.

Ukraine's journey toward the educational ecosystem of the future is unfolding under conditions that would seem almost impossibly difficult. The ongoing war has disrupted lives, destroyed infrastructure, and created enormous psychological trauma. Mass migration has scattered families and separated students from their institutions. Resource constraints make every investment difficult, every innovation a struggle against scarcity. Yet paradoxically, these very challenges have catalyzed remarkable innovation. The necessity of maintaining educational continuity during wartime has accelerated the adoption of remote learning technologies. Partnerships with European institutions, forged partly out of necessity, have created new channels for knowledge exchange and collaborative research. The imperative to do more with less has sparked creative solutions that might never have emerged in more comfortable circumstances. Remote laboratories have become not just a pandemic expedient but a permanent feature of the educational landscape, allowing students to conduct experiments and access equipment regardless of their physical location. Joint platforms with European partners have opened up new possibilities for collaborative learning and research. Artificial intelligence is being deployed not as a futuristic experiment but as a practical tool for monitoring educational quality, identifying students who need additional support, and optimizing resource allocation.

Bringing Theory to Life.

The transformation from traditional classrooms to educational ecosystems is not merely theoretical. It manifests in concrete practices and tangible outcomes. In ICS-Lab, students master the automation of robots and hydraulic drives using industry-standard tools, gaining skills directly applicable to modern engineering practice. AI assistants based on GPT technology support students in modeling complex technological processes, demonstrating how human intelligence and artificial intelligence can work in concert. In MROM-Lab, students investigate magnetoresonance methods for increasing component durability, engaging with cutting-edge materials science while developing research skills. These laboratories embody several key principles. First, intelligent technologies constitute education's internal core, not external additions. Technology is not bolted onto traditional pedagogy but woven into its fabric from the beginning. Second, international cooperation—facilitated through networks like DAAAM International, IFToMM (International Federation for the Promotion of Mechanism and Machine Science), and EURGAI (European Robotics and AI Association)—ensures not merely student mobility but genuine mutual learning among universities. Finally, digital integrity emerges as a new form of academic ethics, requiring us to think carefully about issues of authorship, attribution, and honesty in an age when AI can generate seemingly original content at the click of a button.

Moving Beyond Institutional Boundaries.

A crucial insight from this research is that educational effectiveness in the 21st century depends not solely on the quality of classroom instruction but on the capacity of educational systems for self-organization, digital adaptation, and international integration. Universities cannot remain isolated fortresses of knowledge. They must function as nodes in a global network, simultaneously rooted in local contexts and connected to worldwide scholarly communities. This networked approach changes our understanding of what a university is. It is no longer just a physical place where students come to learn. It is a hub of knowledge creation and exchange, a platform for collaboration, a gateway to global resources and communities. The "walls" of the university become permeable, allowing knowledge and people to flow more freely in and out. For Ukraine, this has profound implications. Despite the challenges of war and resource scarcity, Ukrainian institutions can maintain their competitiveness by leveraging digital technologies and

international partnerships. Students in Kyiv or Lviv can access the same open educational resources, participate in the same online communities, and collaborate with the same international research teams as students in Paris or Boston. The playing field, while not perfectly level, is more level than it has ever been.

The A-Q-R Triad.

The educational ecosystem of the future can be conceptualized through a simple but powerful triad: Accessibility, Quality, and Recognition. These three elements form the vertices of a triangle, each essential and each in dynamic relationship with the others. Accessibility refers to the openness of educational opportunities—who can access them, under what conditions, and at what cost. Digital technologies have the potential to dramatically increase accessibility, removing barriers of geography, time, and in some cases, financial resources. But accessibility is not merely about being able to click on a link. It requires reliable infrastructure, adequate preparation, and support systems that help learners succeed once they gain access. Quality concerns the depth, rigor, and relevance of educational experiences. As we expand access, we must ensure that we are not simply producing more credentials but actually facilitating meaningful learning. Quality in the ecosystem model is not just about what happens in individual courses but about the coherence of the overall learning experience, the alignment between educational offerings and real-world needs, and the development of both technical competencies and broader capabilities like critical thinking and ethical reasoning. Recognition addresses the validation and portability of learning. When someone completes an educational program or demonstrates a competency, how is that achievement recognized by employers, other educational institutions, and society more broadly? In an era of proliferating credential types and increasing international mobility, robust systems for recognition become essential to ensuring that learning has value beyond the institution that provided it.

These three elements are not independent variables but interdependent parameters of a sustainable educational system. Increasing accessibility without maintaining quality leads to credential inflation and cynicism about the value of education. Ensuring quality without recognition means that learning, however excellent, may not translate into opportunity. Emphasizing recognition without genuine quality creates a facade that eventually collapses. A truly effective educational ecosystem must balance and advance all three simultaneously.

The Human Factor.

As we contemplate the educational ecosystem of the future, we must always return to the human dimension. All the digital infrastructure, all the artificial intelligence, all the sophisticated assessment systems in the world cannot replace the fundamental human relationship at the heart of education. What matters most is not the technology itself but how we use it to enhance human potential. The most important success factor in this transformation is the educator-researcher—someone who combines deep technical competence with a culture of open science and ethical use of artificial intelligence. This person understands their discipline not as a fixed body of knowledge to be transmitted but as an evolving field of inquiry to be explored collaboratively with students. They see technology not as a replacement for human judgment but as a tool that can free them from routine tasks, allowing them to focus on what humans do best: asking questions, making connections, understanding context, and supporting the growth of other humans.

For Ukraine specifically, digital transformation represents more than a technological challenge or an adaptation to global trends. It represents a pathway to scientific and cultural renaissance. By implementing innovative laboratories, integrating into international networks, and embracing the principles of open science, Ukrainian institutions are not merely keeping pace with global developments—they are contributing to them, adding their unique perspectives and strengths to the worldwide educational ecosystem.

Charting the Path Ahead.

Based on this research, several directions for future investigation emerge as particularly important. We need to develop integrated digital platforms for knowledge management that can support the complexity of ecosystem-based learning while remaining accessible and user-friendly.

A national network of open laboratories would allow institutions to share expensive equipment and specialized expertise, democratizing access to research-grade facilities. We need robust systems for assessing educational maturity—not just of individual learners but of programs and institutions as they progress along the journey toward ecosystem-based education. The ethics of artificial intelligence in education deserves sustained attention. As AI systems play increasingly prominent roles in assessment, personalization, and even content creation, we must grapple with questions of fairness, transparency, bias, and accountability. And we should investigate cross-cultural pedagogical innovation—how educational approaches developed in one cultural context can be adapted and enriched through interaction with other traditions and perspectives.

Conclusion.

The educational ecosystem of the future is fundamentally an open, self-organizing system. It combines digital infrastructure with intelligent technologies and human potential within a global scientific and educational environment. It is adaptive, responsive, and continuously evolving. It does not replace traditional universities but transforms them, preserving what has always been valuable while embracing new possibilities. This transformation is neither automatic nor inevitable. It requires vision, investment, persistence, and a willingness to experiment and learn from both successes and failures. But the potential rewards are immense: a more accessible, more effective, more relevant educational system capable of preparing people not just for the jobs of today but for the challenges and opportunities of an unknown future.

For Ukraine, this journey from traditional classrooms to educational ecosystems represents hope—hope that even in the midst of unprecedented challenges, renewal is possible. Hope that education can be a force for resilience and regeneration. Hope that by reimagining how we learn and teach, we can help build not just a better educational system but a better society. The Ukrainian dimension of digital transformation in education is thus not just a national story but a contribution to the global conversation about what education can and should become in the 21st century.

REFERENCES

1. Jelena L. Pisarov, Gyula Mester, *Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments, Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation*, IGI Global Scientific Publishing, pp. 969-1001, chapter 48, ISBN10: 1668436949, DOI: 10.4018/978-1-6684-3694-3.ch048, 2022.
2. Gyula Mester, César Bautista, *Automotive Digital Perception, Review of the National Center for Digitization*, Issue: 39, pp. 90-95, ISSN: 1820-0109, Faculty of Mathematics, University of Belgrade, Serbia, 2021.
3. Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Rang lista fizičara Srbije, Proceedings of the XXVI Skup Trendovi razvoja: Inovacije u modernom obrazovanju*, TREND 2020, pp. 559-562, 16.02.2020.
4. Gyula Mester, *Design of the Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithm for Intelligent Robots, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs*, Vol. 12, Issue 3, pp. 245-254, DOI: 10.7906/indec.12.3.4, 2014.
5. Attila Nemes, Gyula Mester, Tibor Mester, *A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs*, Vol. 16, issue 3-A, pp. 302-312, DOI: 10.7906/indec.16.3.12018.
6. 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/indec.22.3.5, 2024.
7. N.M. Vaxevanidis, Z. Krivokapić, P. Stefanatos, S. & Dašić, G. Petropoulos, *An overview and a comparison of ISO 9000:2000 quality system standards with related automotive ones (QS 9000, ISO/TS 16949) and TQM models (MBNQA and EFQM)*, *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara – Journal of Engineering*, Vol. 4, Issue 2, pp. 155-166, Publisher: Faculty of Engineering Hunedoara, 2006.
8. P. Dašić, *100.000 Technical and ICT Abbreviations and Acronyms*, pages 1200, Vrnjačka Banja (Serbia): SaTCIP Ltd., 2013.
9. V. Tonkonogyi, V. Ivanov, J. Trojanowska, G. Oborskyi, A. Grabchenko, I. Pavlenko, M. Edl, I. Kuric, P. Dasic, *Springer: Cham*, pp. 654-663, Switzerland, 2021.
10. V. Šerifi, P. Dašić, J. Dašić, *Functional and information model of expert specialization using IDEF standard, Modelling and Optimization in the Machines Building Fields (MOCM)*, University of Bacau, Vol. 14, Issue 2, pp. 268-279, 2008.

UDC: 378.147.227

Kryzhanovskyi A., Shkvar Ye.O., E Shiju (Zhejiang Normal University, College of Engineering, Key Laboratory of Urban Rail Transit Intelligent Operation and Maintenance Technology & Equipment of Zhejiang Province, Jinhua, P.R. China)

MULTIFACTORIAL ASSESSMENT OF THE PRACTICAL SKILLS LEVEL OF INTERNATIONAL STUDENTS STUDYING THEORETICAL/APPLIED MECHANICS

Abstract. This study presents a multifactorial evaluation of the practical engineering skills of second-year international students at the College of Engineering, Zhejiang Normal University (PR China), one of the 150 top-ranked universities in the country [1]. The research focused on the students' ability to apply theoretical knowledge and previous experience to solve an applied mechanical-engineering problem in theoretical mechanics—designing a simple yet accurate aerodynamic scale system under specified experimental conditions. A comprehensive design task was developed, including both analytical and design components, and a 100-point evaluation rubric across seven criteria. The average score was 39.8 out of 100; the highest 70, the lowest 7. Students demonstrated adequate analytical modeling skills (Criterion 6, average 13.5/15) but nearly zero system-design competence (Criterion 2). This reveals a gap between analysis and synthesis abilities. Recommendations include simplifying initial tasks, introducing a workshop on kinematic mechanisms, providing ready-made templates, and reinforcing systemic thinking in lectures. The results emphasize the necessity of gradual scaffolding in engineering education for international learners to bridge theory and practice through iterative, visualized design tasks.

Keywords (en): international engineering education; practical skills assessment; theoretical mechanics; design competence; kinematic modeling; engineering pedagogy.

Анотація. У статті представлено результати багатофакторного оцінювання практичних інженерних навичок іноземних студентів другого курсу Коледжу інженерії Чжецзянського педагогічного університету (КНУ) — одного з 150 провідних університетів країни [1]. Дослідження було спрямоване на оцінку здатності студентів застосовувати теоретичні знання та практичний досвід для розв'язання прикладної задачі з теоретичної механіки — розроблення простої та точної системи аеродинамічних вагів для заданих умов експерименту. Студентам запропоновано комплексне проєктне завдання з аналітичним і конструкторським компонентами та системою оцінювання (100 балів, 7 критеріїв). Середній результат — 39,8 бала зі 100; найвищий — 70, найнижчий — 7. Виявлено достатній рівень аналітичного моделювання (середнє 13,5 з 15) та майже повну відсутність системного мислення у конструюванні. Запропоновано рекомендації: спрощення вихідних завдань, проведення практикуму з кінематики механізмів, надання шаблонів і зразків, акцент на системному проєктуванні під час лекцій. Отримані результати підкреслюють потребу поетапного формування інженерних компетентностей у міжнародних студентів шляхом інтеграції теоретичних і практичних компонентів навчання.

Ключові слова: міжнародна інженерна освіта; оцінювання практичних навичок; теоретична механіка; конструкторська компетентність; моделювання механізмів; інженерна педагогіка.

1. INTRODUCTION (BASIC DESCRIPTION OF THE STUDIED PROBLEM)

Relevance: Modern engineering education focuses on the formation of competencies linking fundamental knowledge with practical design. For students studying mechanics, the key skill is the ability to create computational models of real devices. This task is particularly difficult for international students who need to overcome not only engineering, but also linguistic, intercultural and even mental barriers.

The purpose of the work: To conduct a multifactorial assessment of the level of development of design and analytical skills among international students based on the analysis of solutions to a complex problem of designing strain gauges.

The study object: A group of international students from Zhejiang Normal University College of Engineering.

The research subject: The level of practical skills in the field of statics, design of mechanical systems and mathematical modeling.

2. METHODOLOGY AND EVALUATION CRITERIA

To assess practical skills, a comprehensive design assignment was developed that simulates a real engineering problem.

2.1. The task description: The students were asked to design a system for measuring forces and moment based on three load cells (strain gages). The task consisted of two parts, namely:

a) Design part: find the most rational arrangement of three load cells in the OXY plane to create strain gauges.

b) Analytical part: derive calculation formulas for determining the horizontal (F_x) and vertical (F_y) components of the force, as well as the moment (M_z) acting on the device, based on signals from sensors (S_1 , S_2 , S_3).

2.2. Evaluation criteria system: For an objective and multifactorial assessment, a detailed system of criteria was developed with a maximum score of 100:

- **Criterion 1:** The correctness of the basic location of the sensors. (Vertical + two horizontal) – 20 points

- **Criterion 2:** The full use of sensors. The ability of the proposed scheme to correctly measure all three desired values (F_x , F_y , M_z) is 20 points.

- **Criterion 3:** Purity of vertical force measurement. Absence of influence of vertical force on the readings of the vertical sensor – 7 points.

- **Criterion 4:** Purity of horizontal force measurement. Absence of influence of horizontal force on the readings of horizontal sensors – 13 points.

- **Criterion 5:** Rationality and compactness of design. Engineering optimality of the solution – 15 points.

- **Criterion 6:** Simplicity and unambiguity of the mathematical model. The quality of the derived formulas for calculating F_x , F_y , M_z is 15 points

- **Criterion 7:** Timely completion of the task. (Bonus criterion) – 10 points.

3. ANALYSIS OF THE RESULTS AND CORRESPONDING CONCLUSIONS

Based on the analysis of 12 papers, the following trends were identified. The total maximum score for the task is 100.

3.1. The overall picture: The average score for the group was ~39.8 out of 100 possible. The highest score was shown by two students who scored 70 points each. The worst result is 7 points.

3.2. Detailed analysis by criteria (factors):

- **Factor 1:** Design understanding (Criterion 1)

o Result: Average score ~17.5 out of 20. The vast majority of students (10 out of 12) received full marks.

o Conclusion: A basic understanding of how sensors should be oriented to measure forces separately is a well-learned skill.

- **Factor 2:** Systems Thinking (Criterion 2)

o Result: Average score ~0. This is the most problematic criterion. Not a single student has proposed a scheme in which all three sensors are used correctly and completely to measure all components.

o Conclusion: The students failed to create a comprehensive measurement system. The skill of system design that ensures the completeness of measurements has not yet been formed.

- **Factor 3 & 4:** Depth of design study (Criteria 3, 4)

• **Results:** The average score for K3 is ~1.8 out of 7, for K4 – ~3.3 out of 13.

• **Conclusion:** Students offer only a schematic arrangement of sensors, without thinking about the kinematics of connections to ensure the "purity" of measurements. This indicates a superficial understanding of the relationship between kinematics and statics, as well as a lack of experience in design.

• **Factor 5:** Engineering Optimization (Criterion 5)

• **Result:** Average score ~1.25 out of 15.

• **Conclusion:** The skill of finding not only a workable, but also an optimal solution is in its infancy.

• **Factor 6:** Analytical modeling (Criterion 6)

• **Result:** Average score ~13.5 out of 15. This is the most successfully fulfilled content criterion.

• **Conclusion:** Analytical skills (composing equilibrium equations) are relatively better developed than design skills. Students demonstrate the ability to work with a mathematical model.

• **Factor 7:** Discipline (K7)

• **Result:** Average score ~2.5 out of 10. Most of the students (9 out of 12) completed their work on time (0 points according to the criterion), three passed ahead of schedule (+10 points).

• **Conclusion:** There are no problems with discipline, but only a quarter of the group takes the initiative to pass early.

3.3. Summary conclusions:

1. A critical gap in system design has been identified: Absolute zero according to the Criterion 2 shows that students do not understand how to design a system where all elements work in concert to solve a complete problem.

2. There is a deep gap between analysis and synthesis: Students demonstrate relatively good analysis skills (Criterion 6), but practically zero in synthesizing a new system (Criterion 2). They cannot move from the task condition to creating a workable design.

3. The general level of training is weak: An average score of about 40% indicates that the task turned out to be excessively difficult for most students, and the basic engineering and design competencies have not been formed.

4. RECOMMENDATIONS

Taking into account the identified serious gaps, the following corrective measures are proposed:

1. Cardinal simplification of introductory tasks: it is necessary to start with the tasks of designing systems for measuring one force (F_y only or F_x only), gradually complicating them to two forces and, finally, to the moment.

2. Implementation of a workshop on kinematics of mechanisms: Conducting classes specifically devoted to the analysis and selection of kinematic pairs (hinges, sliders, connections) to ensure the specified loading conditions.

3. Providing templates and examples: before completing such a project, it is necessary to disassemble several ready-made, workable tensor schemes so that students understand the target level of work.

4. Emphasis on the Criteria 2-4 in lectures: the theoretical material should be supported by examples not only of calculations, but also of how the correct design ensures that the conditions of the task are fulfilled.

5. Individual work with the weakest students: for students who score less than 20 points, additional consultations and simplified tasks are required to fill in the gaps.

5. FINAL CONCLUSION

A multifactorial assessment revealed a lack of engineering synthesis skills at this stage. Students cannot convert theoretical knowledge into a practical solution. The proposed

recommendations are aimed at the gradual formation of missing competencies through simplification of tasks, visibility and elaboration of basic principles of design.

6. ACKNOWLEDGES

The authors are grateful to everyone, including, first of all, the students involved in this testing, for their assistance and participation in this study conducting.

REFERENCES

1. [Top Universities in China | 2025 Chinese University Ranking \(4icu.org\)](https://www.4icu.org/)

UDC 004.8

Mester Gyula (University of Szeged, Szeged, Hungary)

THE RANKING OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCHERS IN HUNGARY

Abstract. Artificial Intelligence is transforming higher education, creating new opportunities and challenges for students, teachers and institutions. The use of Artificial Intelligence in higher education should not be restricted. Every student and every teacher uses Artificial Intelligence. The paper presents the ranking of Artificial Intelligence researchers in Hungary, primarily according to their h-index. Researchers with matching h-index values are ranked by the number of citations. The minimum h-index of the top 10 ranked researchers is 30. The h-index, also known as the Hirsch index, is based on the number of references. The ranking has been compiled using the Google Scholar web database, which serves as Google's scientific search engine. The paper also presents the Orcid ID numbers of the ranked researchers, ensuring the transparency and verifiability of scientific performance indicators.

Keywords: Artificial Intelligence researchers, Hungary ranking, h-index, citations, Google Scholar, Orcid ID.

Аноатація. Штучний інтелект трансформує вищу освіту, створюючи нові можливості та виклики для студентів, викладачів і наукових установ. Його використання у сфері освіти не повинно бути обмеженим, оскільки кожен студент і кожен викладач так чи інакше використовує інструменти штучного інтелекту. У статті подано рейтинг дослідників штучного інтелекту в Угорщині, побудований переважно за показником h-індексу. У випадках однакових значень h-індексу автори ранжуються за кількістю цитувань. Мінімальний h-індекс серед десяти провідних дослідників становить 30. H-індекс, також відомий як індекс Гірша, базується на кількості посилань на праці дослідника. Рейтинг складено за даними наукової бази Google Scholar, що є науковою пошуковою системою Google. Також наведено ідентифікатори Orcid дослідників, що забезпечує перевіріть та відкритість результатів.

Ключові слова: дослідники штучного інтелекту, рейтинг Угорщини, h-індекс, цитування, Google Scholar, Orcid ID.

1. INTRODUCTION

Artificial Intelligence is transforming higher education, creating new opportunities and challenges for students, teachers and institutions. The use of Artificial Intelligence in higher education should not be restricted. Every student uses and every teacher uses Artificial Intelligence.

Publishing new scientific results is one of the manifestations of scientific creativity. Scientific metrics is essential to measure the quantity and quality of scientific output. Science metrics measures the:

- quantity of scientific publications - the number of publications and
- their quality: citation rate, h-index, g-index.

The paper presents the ranking of Artificial Intelligence researchers in Hungary. An effective way to measure scientific performance is to measure citations, because if someone is cited by other scientists a lot, they are probably a better researcher. The ranking of researchers is primarily presented according to the h-index of researchers.

The h-index is the largest number h , indicating that h number of publications contain at least h citations. It can be determined from the following online databases: Web of Science, Scopus, Google Scholar and Publish or Perish.

The h-index, also known as the Hirsch index, is based on references. The h-index was published by physicist Jorge E. Hirsch (University of California, San Diego) in 2005: "A scientist has index h if h of his/her N papers have at least h citations each, and the other $(N-h)$ papers have no more than h citations each".

Thus, the h-index is the highest h number, indicating that h publications have at least h citations, and all other scientific publications have, by definition, less than h citations.

Hirsch suggested that the index was originally intended to compare individual performance only, but that it could also be used to determine the h-index of:

- research groups,
- journals,
- disciplines,
- institutions and
- countries.

The original h-index does not distinguish between dependent and independent citations, i.e. it also takes self-citations into account.

In the case of a matching h-index, researchers are ranked by the number of citations. The minimum h-index of the top 10 ranked researchers is 30. The ranking is constructed using the Google Scholar database.

The h-index can be determined from the following online databases: Web of Science, Scopus, Google Scholar and the Publish or Perish program. Google Scholar is Google's scientific search engine, launched in 2004, which displays the researcher's scientific publications, citations, h-index and i10-index.

The first chapter is the introduction, the second chapter presents the ranking of Artificial Intelligence researchers in Hungary and the third chapter summarises the results of the research.

2. THE RANKING OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCHERS IN HUNGARY

The ranking of Artificial Intelligence researchers in Hungary is presented primarily by the h-index of researchers. The ranking has been constructed using the Google Scholar database. Researchers with matching h-index are ranked by the number of citations.

The minimum h-index of the ranked researchers is 30, 10 researchers are included in the ranked list. We also present the Orcid ID number of the researchers.

1. Amir Mosavi

- **h-index:** 98
- **Citations:** 36,162
- **Orcid ID:** 0000-0002-4355-7840

2. Gyula Mester

- **h-index:** 62
- **Citations:** 6,286
- **Orcid ID:** 0000-0001-7796-2820

3. Zsombor Kristóf Nagy

- **h-index:** 51
- **Citations:** 7,630
- **Orcid ID:** 0000-0003-2651-7756

4. Tibor Gyimothy

- **h-index:** 43
- **Citations:** 6,962
- **Orcid ID:** 0000-0002-2123-7387

5. Mark Jelasity

- **h-index:** 42
- **Citations:** 10,025
- **Orcid ID:** 0000-0001-9363-1482

6. Zoltan Lakner

- **h-index:** 39
- **Citations:** 7,007
- **Orcid ID:** 0009-0004-8019-223X

7. Lorincz Andras

- **h-index:** 37
- **Citations:** 5,334
- **Orcid ID:** 0000-0002-1280-3447

8. Janos Csirik

- **h-index:** 36
- **Citations:** 5,252
- **Orcid ID:** 0000-0003-3870-0363

9. Tamás Nepusz

- **h-index:** 32
- **Citations:** 8,302
- **Orcid ID:** 0000-0002-1451-338X

10. Pal Varga

- **h-index:** 30
- **Citations:** 3,196
- **Orcid ID:** 0000-0002-8475-3610

3. CONCLUSIONS

The paper presented the ranking of Artificial Intelligence researchers in Hungary. The ranking is presented primarily according to the researchers' h-index. Researchers with matching h-index are ranked by the number of citations. The minimum h-index of the 10 researchers included in the ranking is 30. The ranking has been constructed using the Google Scholar web database. We presented the Orcid ID number of the researchers.

REFERENCES

- [1] Google Scholar, <https://scholar.google.com> (2025 10 20)
- [2] Ugljesa Marjanovic, Gyula Mester and Bojana Milic Marjanovic, *Assessing the Success of Artificial Intelligence Tools: an Evaluation of ChatGPT Using the Information System Success Model, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 266-275, DOI: 10.7906/indec.22.3.3, 2024.*
- [3] János Santa, *Artificial Intelligence Applied in Enterprise Resource Planning, Interdisciplinary Description of Complex Systems: Indecs, Vol. 22, Issue 3, pp. 360-363, DOI: 10.7906/indec.22.3.11, ISSN 1334-4684, 2024.*
- [4] Dalma Zilahy, Gyula Mester, *Managing Negative Emotions Caused by Self-Driving, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 21, Issue 4, pp. 351-355, DOI: 10.7906/indec.21.4.4, 2023.*

- [5] Jelena L. Pisarov, Gyula Mester: *Self-Driving Robotic Cars: Cyber Security Developments*, Research Anthology on Cross-Disciplinary Designs and Applications of Automation, IGI Global, chapter 48, pp. 969-1001, 2022.
- [6] Gyula Mester, Césár Bautista: *Automotive Digital Perception*, Review of the National Center for Digitization, publisher: University of Belgrade, Vol. 39, pp. 90-95, 2021.
- [7] Gyula Mester, Jelena Pisarov: *Digitalization in Modern Transport of Passengers and Freight*, Review of the National Center for Digitization, 2021, Vol. 39, pp. 83-89, 2021.
- [8] Jelena Pisarov, Gyula Mester: *The future of autonomous vehicles*, FME Transactions, ISSN: 451-2092, DOI: 10.5937/fme2101029P, 2021, Vol.49, Issue 1, pp. 29-35, 2021.
- [9] Jelena Pisarov, Gyula Mester: *Implementing New Mobility Concepts with Autonomous Self-Driving Robotic Cars*, IPSI Transactions on Advanced Research (TAR), Vol. 17, Issue 2, pp. 41-49, 2021.
- [10] Jelena L. Pisarov, Gyula Mester: *The use of Autonomous Vehicles in Transportation*, Tehnika, Vol. 76, Issue 2, pp. 171-177, 2021.
- [11] Jelena Pisarov, Gyula Mester: *Rang lista fizičara Srbije, Proceedings of the XXVI Skup Trendovi Razvoja: "Inovacije u modernom obrazovanju."*, TREND 2020, Zlatibor, Serbia, pp. 559-562, 2020.02.16.
- [12] Jelena Pisarov and Gyula Mester, *The Impact of 5G Technology on Life in the 21st Century*, IPSI BgD Transactions on Advanced Research, TAR, Vol. 16, Issue 2, pp. 11-14, ISSN 1820-4511, July 2020.
- [13] Damir Sostaric, Gyula Mester: *Drone localization using ultrasonic TDOA and RSS Signal: Integration of the Inverse Method of a Particle Filter*, FME Transactions, ISSN 1451-2092, Vol. 48, Issue 1, pp. 21-30, 2020.
- [14] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Dalma Zilahy: *Magyarországi robotikai kutatók ranglistája, XXXV Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019)*, pp. 224-233, University Óbuda, Budapest, Hungary, 14-15.11.2019.
- [15] Gyula Mester, Jelena Pisarov and Endre Németh: *Óbudai Egyetem rangsorolása a Webometrics 2019-es ranglistákon, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019)*, ISBN 978-963-449-163-7, pp. 234-240, Óbuda University, Budapest, Hungary, November 14-15, 2019.
- [16] Attila Albin, Gyula Mester, László B. Iantovics: *Unified Aspect Search Algorithm*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 17, Issue 1-A, pp. 20-25, 2019.
- [17] Simon, J., Mester, G.: *Critical Overview of the Cloud-Based Internet of Things Pilot Platforms for Smart Cities*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, ISBN: 1334-4676, DOI: 10.7906/indecs.16.3.12, Vol. 16, Issue 3-A, pp. 397-407, 2018.
- [18] Attila Nemes, Gyula Mester, Tibor Mester: *A Soft Computing Method for Efficient Modelling of Smart Cities Noise Pollution*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 16, Issue 3-A, pp. 302-312, 2018.
- [19] Gyula Mester: *Modeling of Autonomous Hexa-Rotor Microcopter*, Proceedings of the IIIrd International Conference and Workshop Mechatronics in Practice and Education (MechEdu 2015), pp. 88-91, 2015.
- [20] Gyula Mester: *Backstepping Control for Hexa-Rotor Microcopter*, Acta Technica Corviniensis - Bulletin of Engineering, Faculty of Engineering Hunedoara, Vol. 8, Issue 3, pp. 121-125, ISSN 2067-3809, 2015.
- [21] Gyula Mester: *New Trends in Scientometrics*, Proceedings of the 33rd International Scientific Conference Science in Practice, pp. 22-27, 2015.
- [22] Gyula Mester: *Design of the Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithm for Intelligent Robots*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Vol. 12, Issue 3, pp. 245-254, 2014.
- [23] Mester Gyula: *Új tudományos eredmények mérése, XXX Kandó Conference*, Budapest, Hungary, pp. 1-10, ISBN 978-615-5460-24-1, 2014.11.20.
- [24] Gyula Mester, *Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Indecs, Croatian Interdisciplinary Society, Vol. 14, No. 1, pp. 1-9, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.1.1, 2016.
- [25] Gyula Mester: *Metode naučne metrike i rangiranja naučnih rezultata*, Proceedings of 57th ETRAN Conference, pp. RO3 5.1-3, 2013.
- [26] Aleksandar Rodic, Gyula Mester: *Control of a Quadrotor Flight*, Proceedings of the ICIST Conference, pp. 61-66, 2013.

- [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".

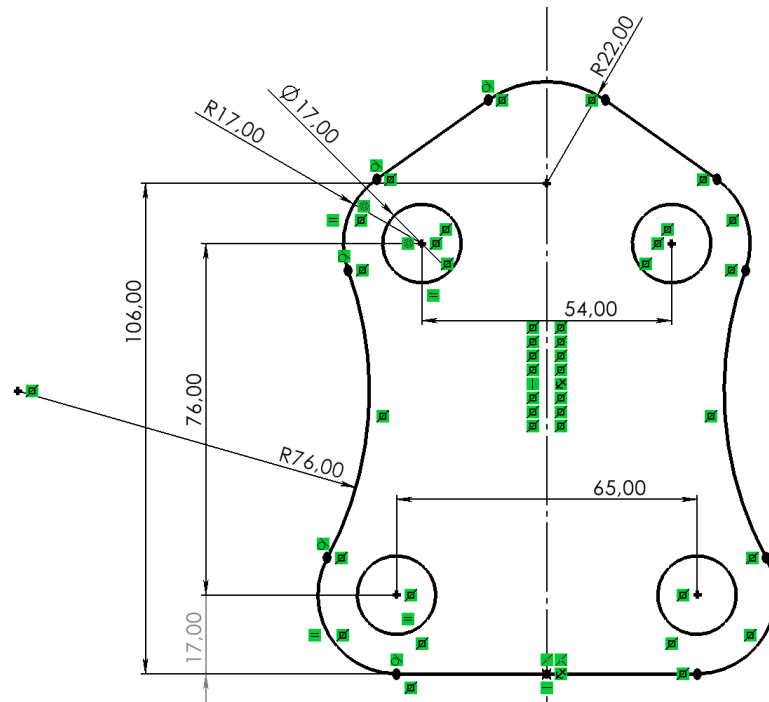
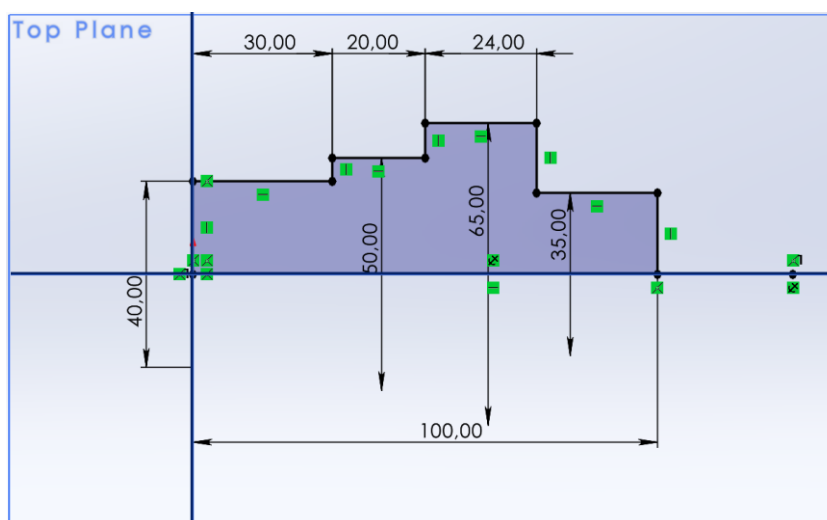


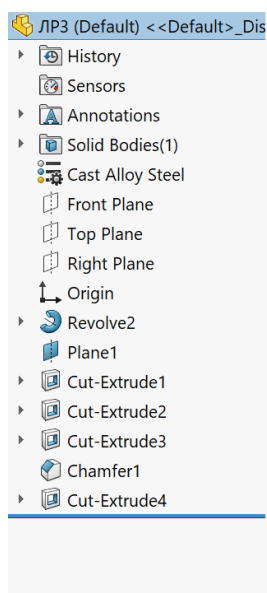
Figure 1 – Result of completing the task for Laboratory Work 2 [11] in SOLIDWORKS

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.

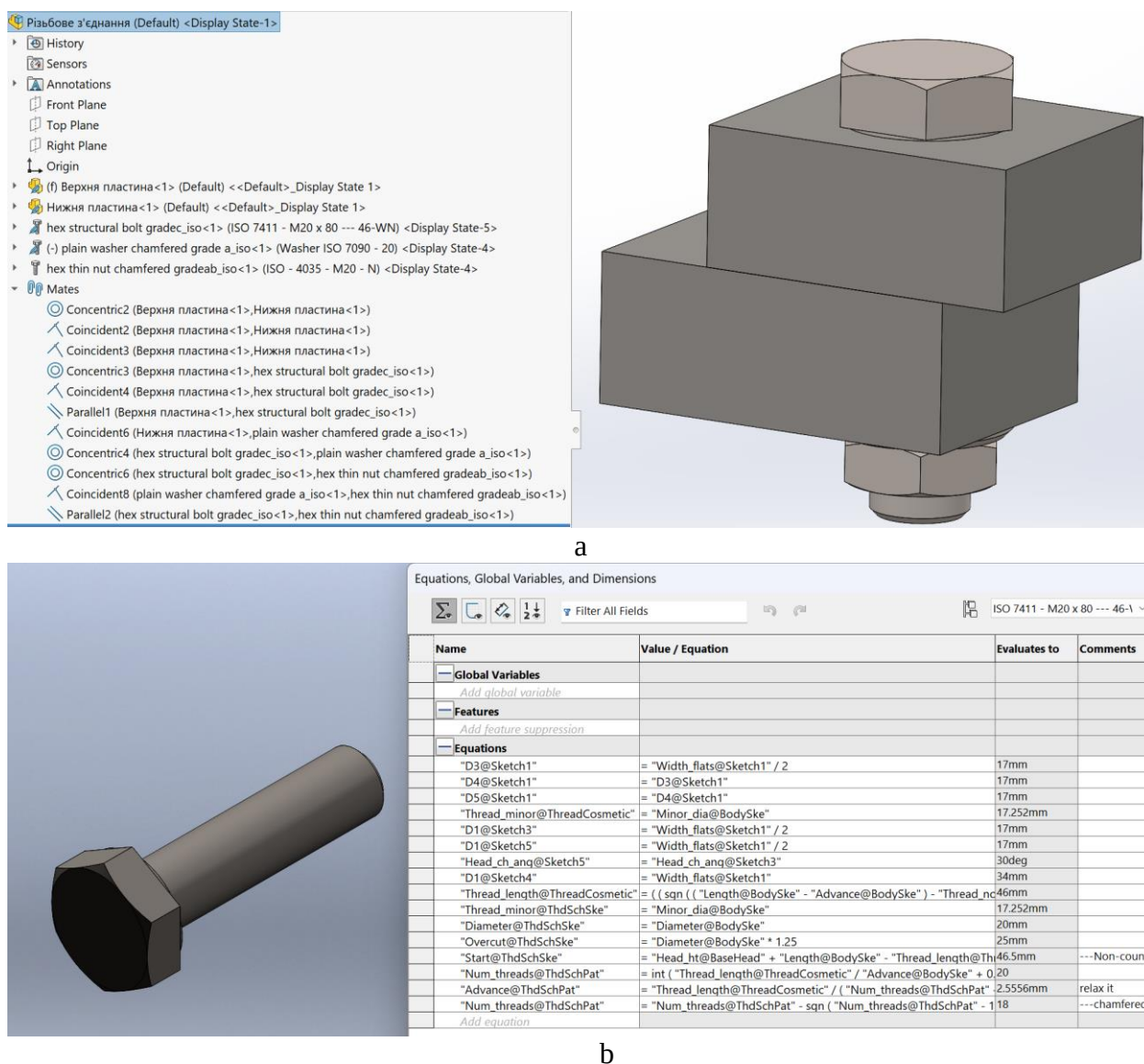


Figure 3 – Results of completing the task for Laboratory Work 4 [11] in SOLIDWORKS: (a) creation of a three-dimensional model of an assembly; (b) review of the parameterized geometric parameters of the bolt

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,

fostering critical thinking, creativity, and problem-solving abilities. The integration of modern digital technologies further enhances the learning process, making it more interactive, flexible, and aligned with the demands of the digital era. Together, these elements create a comprehensive model of applied learning that prepares students not only to understand theory but also to effectively apply it in practice. Modern education is undergoing a profound transformation, driven by the need to align learning processes with the practical demands of the labor market and the expectations of the digital society. Traditional lecture-based methods, while still valuable, are no longer sufficient to equip students with the competencies required in a fast-evolving professional environment. Instead, there is a growing emphasis on practice-oriented learning, which places students in authentic contexts where they can apply theoretical knowledge to real-world problems. One of the most effective ways to achieve this is through partnerships with companies, which create opportunities for joint projects, internships, and collaborative problem-solving. These forms of cooperation not only allow students to gain first-hand experience of workplace dynamics but also enable businesses to benefit from fresh ideas and innovative perspectives emerging from academia. Equally important is the integration of open-data case analysis into the curriculum. By working with publicly available data, students are encouraged to explore pressing societal challenges, analyze complex datasets, and propose evidence-based solutions. This fosters analytical skills, critical thinking, and creativity—competencies that are highly valued in both academic research and industry practice. Furthermore, the use of modern digital technologies has become an essential component of contemporary education. Digital tools, platforms, and applications enable interactive learning, remote collaboration, and access to vast resources of knowledge. They make education more flexible, inclusive, and responsive to the challenges of the digital age. The combination of company partnerships, open-data case studies, and digital technologies offers a holistic framework for applied learning. This approach not only enhances student engagement and employability but also contributes to stronger connections between education, industry, and society as a whole. Educators benefit as well, since open-data case studies provide them with dynamic teaching material that can be updated and adapted to current issues. This keeps courses fresh and aligned with ongoing societal debates, such as climate change, public health, or economic inequality. Open-data projects also encourage collaboration between students, educators, and external stakeholders such as local governments or NGOs, thereby creating a broader impact beyond the classroom.

2. INTRODUCTION TO PRACTICE-ORIENTED LEARNING

Practice-oriented learning represents an educational approach that emphasizes the direct application of theoretical knowledge in real-world contexts. Unlike traditional methods that primarily focus on lectures and abstract concepts, this model encourages students to actively engage in solving authentic problems, working on projects, and collaborating with external partners. The main objective is to bridge the gap between academic learning and professional practice, ensuring that students acquire not only knowledge but also practical skills, critical thinking abilities, and professional competencies. By integrating real cases, industry collaborations, and digital tools into the curriculum, practice-oriented learning creates an environment where education becomes dynamic, interactive, and relevant. It fosters innovation, adaptability, and a deeper understanding of how theoretical frameworks can be applied to complex and evolving situations. In doing so, it prepares students more effectively for the challenges of the labor market and equips them with the capacity for lifelong learning in a rapidly changing digital society. Practice-oriented learning is increasingly recognized as a cornerstone of modern education, especially in contexts where knowledge must be directly transferable to professional settings. This approach moves beyond traditional instruction by actively involving students in tasks that mirror real-life challenges, whether through internships, collaborative projects, simulations, or open-data case studies. The goal is not only to teach theoretical frameworks but also to cultivate practical competencies, problem-solving abilities, and adaptability—qualities that

are essential in today's competitive and rapidly changing job market. A key aspect of practice-oriented learning lies in its emphasis on active participation. Students are no longer passive recipients of knowledge; instead, they become co-creators of solutions, engaging in processes that require teamwork, creativity, and decision-making under real or simulated conditions. This methodology also encourages reflective learning, as students evaluate their own performance and draw connections between theory and practice. Moreover, the approach strengthens the link between academic institutions and the business sector. Companies benefit from access to innovative ideas and potential future employees, while students gain valuable insights into industry practices, organizational culture, and the expectations of employers. Such collaboration ensures that educational outcomes remain relevant and aligned with labor market needs. The integration of modern digital technologies further enhances practice-oriented learning. Tools such as virtual learning environments, data visualization software, project management platforms, and AI-driven applications provide new opportunities for interactive and flexible education. Digitalization makes it possible to create authentic learning experiences even beyond the physical classroom, thereby expanding accessibility and inclusiveness. Practice-oriented learning fosters not only technical and professional expertise but also the development of soft skills, such as communication, teamwork, and leadership. These combined abilities empower students to transition more smoothly into their professional careers while also preparing them for lifelong learning in a world characterized by constant technological and societal transformation. Students also gain experience in documenting their research process transparently, which is increasingly important in academia and industry. Ultimately, open-data education empowers students not only as future professionals but also as active citizens capable of engaging critically with information in the digital age. y working on shared datasets, students learn how to collaborate in diverse teams and manage complex tasks collectively. In many cases, these projects can result in innovative solutions that are later implemented in practice, showing students that their contributions have tangible value. The open nature of the data additionally promotes inclusiveness, as learners from different disciplines and backgrounds can contribute equally to solving problems. By engaging continuously with real-world datasets, students develop a mindset of inquiry and evidence-based reasoning that can guide their decisions both professionally and personally throughout their lives. Such experiences also enhance students' confidence in handling complex information, preparing them to navigate the increasingly data-driven demands of modern workplaces and society.

3. COLLABORATIVE PROJECTS WITH INDUSTRY AND OPEN-DATA CASE STUDIES IN EDUCATION

Collaborative projects with industry represent one of the most effective methods of connecting academic learning with the demands of the labor market. By engaging students in real-world projects alongside business partners, educational institutions create opportunities for experiential learning that extend far beyond the traditional classroom. This form of collaboration not only enriches the student experience but also brings tangible benefits to companies, creating a mutually beneficial relationship that bridges the gap between theory and practice. One of the main advantages of such projects is the ability for students to apply theoretical concepts to real business problems. Instead of working on hypothetical case studies, students face actual challenges provided by companies. This can involve product development, process optimization, market research, data analysis, or the design of innovative digital solutions. By dealing with authentic issues, students enhance their problem-solving skills, adaptability, and creativity. For companies, collaboration with universities and colleges opens access to fresh perspectives, innovative thinking, and emerging talent. Students, often less constrained by existing corporate structures, can propose unconventional or creative solutions. This inflow of new ideas supports innovation and may even lead to practical improvements in company processes, services, or products. Moreover, such partnerships enable employers to identify potential future employees and assess their skills in a realistic work setting. From an academic standpoint, collaborative projects make

the learning process more dynamic and relevant. They foster active learning, teamwork, and interdisciplinary cooperation, as many real-world challenges cannot be solved by a single discipline alone. For example, a project on developing a digital platform may require contributions from students in computer science, business management, design, and communication studies. This interdisciplinary environment mirrors the complexity of the modern workplace and prepares students to operate effectively in diverse teams. Furthermore, collaborative projects cultivate essential soft skills. While technical knowledge remains crucial, employers consistently emphasize the importance of communication, leadership, teamwork, and project management abilities. By participating in joint projects with industry, students learn to negotiate, coordinate tasks, manage time, and present results professionally. These skills complement their academic knowledge and enhance their employability. Digitalization has also expanded the possibilities of industry collaboration. Many projects are now conducted virtually, using online platforms for communication, data sharing, and project management. This flexibility allows students to collaborate with companies beyond their immediate geographic region, exposing them to international practices and broadening their perspectives. Additionally, virtual collaboration trains students in remote teamwork, a skill increasingly important in today's globalized and hybrid work environments. Challenges, however, also exist. Establishing effective collaboration requires careful coordination between academic institutions and companies. Expectations need to be clearly defined, project goals aligned with learning outcomes, and timelines realistically managed. There is also the challenge of ensuring that students are adequately prepared to contribute meaningfully to industry projects, which may involve providing them with initial training or mentorship. Nonetheless, when these challenges are addressed, the benefits of collaboration far outweigh the obstacles. Looking ahead, collaborative projects with industry are likely to play an even more central role in higher education. As industries continue to evolve under the influence of digital transformation, sustainability challenges, and global competition, the need for graduates who are both knowledgeable and practice-ready will only increase. Strong partnerships between academia and business will be essential to ensure that educational systems remain relevant, agile, and capable of preparing students for future demands. Collaborative projects with industry embody a model of education that is practical, engaging, and mutually advantageous. They prepare students not only to understand theory but to apply it effectively, while also providing businesses with innovation and access to skilled future professionals. This synergy represents a key driver of modern, practice-oriented education and a foundation for stronger ties between knowledge creation and its real-world application. The use of open-data case studies in education has become an increasingly valuable method for bridging academic theory with real-world applications. Open data refers to datasets that are freely available to the public for analysis, reuse, and distribution. These datasets are often published by governments, international organizations, research institutions, and even private companies with the aim of promoting transparency, innovation, and data-driven decision-making. When incorporated into education, open data provides a rich and authentic resource for students to engage in problem-solving and research that is grounded in reality. One of the greatest advantages of open-data case studies is their authenticity. Students are no longer limited to abstract examples or simplified datasets created for teaching purposes; instead, they can analyze real data that reflect complex societal, economic, and environmental challenges. Whether it involves traffic congestion, climate change, public health statistics, or financial transparency, the opportunity to work with genuine datasets enhances both motivation and relevance. This sense of working on "real problems" fosters deeper engagement and gives students the confidence that their academic work can contribute to meaningful insights and even policy-making. The application of open data in education strengthens several essential competencies. First, it improves analytical and critical thinking skills. Students learn how to process raw data, identify patterns, recognize inconsistencies, and draw conclusions supported by evidence. Second, it promotes digital literacy, as learners must use statistical tools, programming languages, or visualization software to manage and interpret large datasets. Third, open-data case studies

cultivate creativity, since students are encouraged to propose innovative solutions based on their findings. Collectively, these skills are crucial not only for academic success but also for employability in a data-driven economy. Another important aspect of open-data case studies is the interdisciplinary learning they encourage. Real-world datasets rarely belong to a single domain; instead, they cut across multiple areas such as economics, sociology, engineering, and environmental science. For example, analyzing open data on urban mobility may involve aspects of transport engineering, environmental impact, public policy, and digital technology. This interdisciplinary approach reflects the complexity of modern problems and prepares students to think holistically and work effectively in diverse teams. Open data also supports active learning and project-based methodologies. Instead of passively receiving knowledge, students become active researchers. They must frame research questions, design their methodology, analyze results, and present findings in a clear and professional manner. Such projects often culminate in presentations, reports, or digital dashboards, further developing students' communication skills and ability to present technical material to both expert and non-expert audiences. Moreover, the use of open-data case studies aligns education with the global movement toward open science and open government. By engaging with freely available datasets, students are introduced to the principles of transparency, accountability, and civic engagement. They learn that data can empower citizens, enhance policy debates, and support evidence-based decision-making. In this way, open-data education not only develops technical competencies but also fosters responsible citizenship and ethical awareness. However, the use of open data in education is not without challenges. Datasets are often large, complex, or incomplete, requiring students to have a solid foundation in data cleaning, statistical reasoning, and critical interpretation. Without proper guidance, students may draw misleading conclusions or misinterpret the data. Therefore, educators play a crucial role in scaffolding the learning process, providing tools, resources, and methodological support. Additionally, the digital divide remains an issue: not all students have equal access to the technology or software needed for effective data analysis. Despite these challenges, the future potential of open-data case studies in education is immense. As the global volume of open data continues to grow, new opportunities will arise for innovative teaching and research. Universities can design entire courses or modules around open-data challenges, organize competitions or hackathons, and even partner with governments and NGOs to contribute to public problem-solving. This creates a virtuous cycle in which education, research, and society all benefit from open access to knowledge. Open-data case studies provide a powerful tool for modern education. They combine authenticity, interdisciplinarity, and digital literacy to create meaningful learning experiences that prepare students for both professional and civic life. By learning how to analyze and interpret open data, students not only acquire valuable technical and analytical skills but also develop the ability to engage responsibly with some of the most pressing issues of our time. Open-data education thus represents a vital component of practice-oriented learning, ensuring that knowledge is not only learned but actively applied to real-world contexts.

4. INTEGRATION OF MODERN DIGITAL TECHNOLOGIES

The integration of modern digital technologies into education has transformed the way students learn, collaborate, and apply knowledge. Digital tools, platforms, and applications enable interactive and flexible learning experiences that extend beyond traditional classroom boundaries. Technologies such as learning management systems, virtual laboratories, simulation software, data visualization tools, and AI-driven applications provide students with opportunities to engage actively with content, experiment in safe environments, and receive immediate feedback on their performance. Modern digital technologies support personalized learning, allowing students to progress at their own pace and focus on areas where they need improvement. Adaptive learning platforms analyze student performance data to recommend tailored learning pathways, thereby enhancing engagement and knowledge retention. These technologies also facilitate collaboration, enabling students to work together on projects, share resources, and communicate effectively

regardless of physical location. This is particularly relevant in today's increasingly global and remote learning environments. Digital tools are particularly valuable in practice-oriented learning, as they allow students to simulate real-world scenarios and test solutions without the constraints of physical resources. For example, students in engineering or logistics courses can model complex systems using simulation software, while business students can analyze market trends using advanced data analytics platforms. By interacting with digital representations of real-world problems, students develop critical thinking, decision-making, and problem-solving skills that are essential in professional contexts. Moreover, digital technologies enable access to vast repositories of open data, research publications, and industry reports. This access enhances students' ability to engage in data-driven analysis, develop evidence-based arguments, and produce high-quality research outputs. The integration of cloud computing, online collaboration platforms, and digital communication tools further supports interdisciplinary and cross-institutional projects, exposing students to a diversity of perspectives and expertise. Another significant benefit of digital technology integration is the development of digital literacy and technical competencies. As students use software, platforms, and tools relevant to their fields, they acquire practical skills that are directly transferable to the workplace. Familiarity with these technologies not only improves employability but also prepares students to adapt quickly to emerging tools and digital innovations in their careers. Despite the clear advantages, the integration of digital technologies also presents challenges. Ensuring equitable access to devices, software, and high-speed internet is critical to prevent digital divides. Additionally, both educators and students need proper training to use these tools effectively and maximize their learning potential. Security, privacy, and ethical considerations are also essential when using digital platforms, particularly when handling sensitive data or collaborating online. Looking forward, the role of modern digital technologies in education is expected to expand further. Emerging technologies such as artificial intelligence, augmented reality, virtual reality, and advanced data analytics will provide new ways for students to interact with content, collaborate, and solve problems. Institutions that successfully integrate these technologies into practice-oriented learning models will enhance student engagement, improve learning outcomes, and better prepare graduates for the demands of the modern, digitalized workforce. The integration of modern digital technologies represents a fundamental component of contemporary education. By enhancing interactivity, flexibility, collaboration, and access to information, these tools enable students to acquire both technical and cognitive skills while actively engaging in practical, real-world problem-solving. This integration ensures that learning remains relevant, dynamic, and aligned with the needs of a rapidly evolving digital society. While practice-oriented learning, collaborative industry projects, open-data case studies, and modern digital technologies offer numerous benefits, several challenges must be addressed to maximize their effectiveness. One major challenge is ensuring that students are adequately prepared to participate in real-world projects. Without foundational knowledge, technical skills, and guidance, students may struggle to contribute meaningfully, which can limit the overall learning experience. Educators must carefully design preparatory activities, provide mentorship, and establish clear learning objectives to overcome this challenge. Another significant challenge is the alignment between academic curricula and industry expectations. Companies often seek solutions that are immediately applicable, whereas educational programs may focus on theory, research methods, or long-term skill development. Effective communication and coordination between universities and industry partners are essential to ensure that projects are mutually beneficial and learning outcomes are met. The use of open-data case studies also presents challenges, particularly regarding data quality, complexity, and ethical considerations. Datasets may be incomplete, inconsistent, or require extensive preprocessing, which can be overwhelming for students. Educators must provide guidance on proper data handling, statistical analysis, and interpretation to prevent incorrect conclusions. Additionally, privacy and ethical concerns must be addressed, especially when datasets include sensitive or personal information. Digital technologies, while transformative, also pose their own set of challenges. Ensuring equitable access to devices, software, and reliable

internet is crucial to prevent digital divides. Both educators and students require continuous training to stay up-to-date with emerging tools and platforms. Moreover, the increased reliance on digital systems raises concerns about cybersecurity, data privacy, and ethical use of technology in educational and professional contexts. Despite these challenges, the future perspectives for practice-oriented learning remain highly promising. The integration of advanced digital technologies, such as artificial intelligence, virtual and augmented reality, and immersive simulations, will expand opportunities for interactive, experiential learning. Students will be able to engage in increasingly complex and realistic projects, bridging gaps between education, industry, and society more effectively than ever before. Collaborative partnerships between academia and industry are expected to deepen, with co-designed curricula, joint research initiatives, and real-time problem-solving becoming more common. Open-data initiatives will continue to grow, providing students with an abundance of authentic datasets to analyze, interpret, and use for evidence-based decision-making. These experiences will not only enhance technical skills but also promote civic engagement, ethical awareness, and global perspectives. Furthermore, practice-oriented learning will likely play a central role in lifelong education. As professional demands evolve rapidly, continuous learning through project-based, technology-enhanced, and industry-linked experiences will become essential for career advancement. Institutions that can adapt to these changes will prepare graduates who are not only knowledgeable but also highly skilled, adaptable, and capable of navigating the complexities of the modern workforce. While challenges such as skill gaps, curriculum alignment, data quality, and digital equity must be addressed, the future of practice-oriented learning is full of potential. By embracing technological innovation, fostering strong industry partnerships, and leveraging open-data resources, education can become more dynamic, relevant, and impactful. This holistic approach ensures that students are well-equipped to meet the demands of a rapidly changing, digitalized, and interconnected world.

5. CONCLUSION

Practice-oriented learning represents a transformative approach to modern education, emphasizing the direct application of theoretical knowledge in real-world contexts. By engaging students in collaborative projects with industry, learners acquire practical skills, professional competencies, and a deep understanding of workplace dynamics. Open-data case studies further enhance this approach by providing authentic datasets for analysis, promoting critical thinking, creativity, and evidence-based decision-making. The integration of modern digital technologies supports interactive, flexible, and personalized learning, enabling students to simulate real-world scenarios and collaborate across disciplines and geographic boundaries. Together, these methods bridge the gap between academia and industry, ensuring that education remains relevant and aligned with labor market demands. Students develop not only technical expertise but also essential soft skills, including communication, teamwork, problem-solving, and adaptability. While challenges such as data complexity, curriculum alignment, digital access, and ethical considerations exist, they can be addressed through careful planning, mentorship, and institutional support. Looking to the future, practice-oriented learning is poised to expand further, leveraging advanced technologies such as AI, virtual reality, and immersive simulations. Stronger collaboration between universities and industry will create opportunities for co-designed curricula, joint research, and real-time problem-solving. Open-data initiatives will continue to provide abundant learning resources and opportunities for civic engagement. By combining these elements, education can produce graduates who are not only knowledgeable but also skilled, adaptable, and capable of lifelong learning. Ultimately, practice-oriented learning fosters a holistic development of students, preparing them for professional, academic, and societal challenges. It strengthens the connection between knowledge creation and practical application, ensuring that learning outcomes have tangible value. This approach empowers students to become innovative

thinkers, responsible citizens, and competent professionals ready to thrive in a rapidly changing, digitalized world.

REFERENCES

- [1] Priego, E., & Perifanou, M. (2015). *Open Data as Open Educational Resources: Case studies of emerging practice*. Open Education Working Group
- [2] Puentedura, R. R. (2010). *SAMR: A model for technology integration*
- [3] Soares, L. (2010). *The Power of the Education-Industry Partnership*. Center for American Progress
- [4] Janssen, J., Stoyanov, S., & Sloep, P. (2019). *Open Educational Resources and Open Data for Learning and Teaching*. *Educational Technology Research and Development*, 67, 1773–1794
- [5] Davies, R., & West, M. (2014). *Technology Integration in Schools*. ResearchGate
- [6] Priego, E., & Perifanou, M. (2015). *Open Data as Open Educational Resources: Case studies of emerging practice*. ResearchGate
- [7] *Gaining from University-Industry Collaboration: Considerations for Less Experienced Firms*. *Journal of Technology Transfer*, 2025
- [8] UNESCO (2023). *Digital Learning and Transformation of Education*
- [9] *Open School Data: Engaging Citizens in Education*. International Institute for Educational Planning (IIEP), 2023.

UDC 621.7:004.9

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

SMART MANUFACTURING IN MECHANICAL ENGINEERING

Abstract. Smart manufacturing represents one of the most transformative developments in modern mechanical engineering, reshaping traditional industrial systems into intelligent, interconnected, and adaptive networks. The paper explores the fundamental principles, technological foundations, applications, and future prospects of smart manufacturing. Core components include cyber-physical systems, the Industrial Internet of Things (IIoT), big data and analytics, artificial intelligence (AI), digital twins, and cloud computing. These technologies enable the creation of self-optimizing, data-driven environments that increase efficiency, flexibility, and sustainability in mechanical engineering. Applications such as predictive maintenance, precision machining, additive manufacturing, and collaborative robotics illustrate how digital integration improves productivity and quality. Despite challenges related to investment costs, cybersecurity, and workforce skills, the future of smart manufacturing promises deeper human-machine collaboration, environmental sustainability, and global industrial resilience.

Keywords: smart manufacturing; mechanical engineering; Industry 4.0; cyber-physical systems; artificial intelligence; IIoT; digital twin; automation; sustainability.

Анотація. У статті розглянуто концепцію розумного виробництва як одного з найважливіших напрямів розвитку сучасного машинобудування. Розумне виробництво інтегрує цифрові технології — кіберфізичні системи, Інтернет речей (IIoT), штучний інтелект, цифрові двійники, великі дані та хмарні сервіси — для створення інтелектуальних адаптивних виробничих систем. Такі системи забезпечують гнучкість, енергоефективність і сталий розвиток промисловості. У машинобудуванні розумне виробництво застосовується для прогнозного технічного обслуговування, прецизійної обробки, 3D-друку, роботизованих процесів і цифрового моделювання. Впровадження цих технологій сприяє зростанню продуктивності, якості та безпеки праці. Водночас залишаються виклики — висока вартість інфраструктури, потреба у нових цифрових компетенціях і кібербезпека. Перспективи розвитку пов'язані з переходом до індустрії

5.0, що поєднує людську творчість і машинний інтелект для досягнення інноваційності й екологічної відповідальності.

Ключові слова: *розумне виробництво; машинобудування; Індустрія 4.0; кіберфізичні системи; штучний інтелект; Інтернет речей; цифровий двійник; автоматизація; сталий розвиток.*

1. INTRODUCTION

Smart manufacturing represents one of the most transformative developments in modern mechanical engineering, reshaping traditional industrial systems into intelligent, interconnected, and adaptive networks. It combines advanced digital technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), robotics, and big data analytics with classical manufacturing principles. The core idea behind smart manufacturing is to create systems that can think, learn, and respond in real time to changing production conditions. This evolution marks a shift from mass production to mass customization, where efficiency, flexibility, and quality coexist harmoniously.

Mechanical engineering, as a discipline, has always been at the heart of industrial innovation. From the invention of the steam engine to the development of automated assembly lines, it has driven every major industrial revolution. Today, smart manufacturing symbolizes the fourth industrial revolution, commonly known as Industry 4.0, where cyber-physical systems bridge the gap between the physical and digital worlds. In this context, machines are not only tools but also intelligent entities capable of collecting, analyzing, and acting upon data. The foundation of smart manufacturing lies in the seamless integration of information and operational technologies. Sensors embedded in machines continuously collect data on temperature, vibration, pressure, and performance. This data is then transmitted through networked systems to central analytics platforms that interpret patterns and provide actionable insights. Engineers and operators can make data-driven decisions, reducing downtime, optimizing resource allocation, and improving safety standards. Artificial intelligence further enhances this process by enabling predictive analytics and self-learning capabilities. Through AI algorithms, systems can anticipate equipment failures, suggest maintenance schedules, and even autonomously adjust production parameters to ensure optimal efficiency. This transition from reactive to proactive management is one of the defining characteristics of smart manufacturing. In mechanical engineering, smart manufacturing has found applications in numerous fields—ranging from precision machining and additive manufacturing to robotics, mechatronics, and automation. For example, modern CNC machines equipped with AI-based monitoring systems can independently detect tool wear, adjust cutting speeds, and maintain dimensional accuracy. Similarly, collaborative robots (cobots) work alongside human operators, improving both productivity and workplace safety. Another crucial concept within smart manufacturing is the digital twin—a virtual replica of a physical product, process, or system. By simulating the behavior of the real-world object, engineers can test design alternatives, predict failures, and optimize performance without interrupting production. Digital twins allow continuous feedback loops between design, production, and operation, ensuring ongoing improvement. Sustainability is also an essential element of smart manufacturing. Energy-efficient systems, waste minimization, and circular economy principles are increasingly incorporated into production strategies. Mechanical engineers use data analytics to optimize energy consumption, reduce emissions, and develop environmentally friendly manufacturing solutions. Despite these advantages, the adoption of smart manufacturing presents significant challenges. High initial investment costs, cybersecurity risks, and the need for a skilled workforce remain major barriers to implementation. Moreover, integrating legacy equipment with new digital infrastructures requires careful planning and system compatibility. Nevertheless, companies that embrace these technologies gain a substantial competitive advantage through increased flexibility, responsiveness, and product innovation.

2. CORE CONCEPTS OF SMART MANUFACTURING

Smart manufacturing is built upon a set of core technological and conceptual foundations that enable the transformation of traditional mechanical engineering systems into intelligent, data-driven, and adaptive environments. These core concepts define how machines, people, and digital platforms interact to achieve greater efficiency, precision, and sustainability. The most significant among them are cyber-physical systems (CPS), the Industrial Internet of Things (IIoT), big data and analytics, artificial intelligence (AI), digital twins, and cloud computing. Each of these components contributes to creating a connected ecosystem that enhances manufacturing performance and decision-making. Cyber-Physical Systems (CPS) represent the integration of physical machinery and computational intelligence. In a CPS environment, machines are equipped with sensors and microprocessors that continuously monitor operating conditions, such as temperature, vibration, and pressure. These systems communicate in real time with digital platforms, allowing automatic adjustments and predictive responses to production changes. CPS enables the creation of smart factories where the physical and virtual worlds merge seamlessly, forming a foundation for Industry 4.0. The Industrial Internet of Things (IIoT) expands this concept by connecting machines, devices, and tools across the manufacturing environment through secure communication networks. IIoT enables the collection of vast amounts of data from multiple sources, including production lines, logistics systems, and maintenance operations. In mechanical engineering, this means that every machine can “talk” to other machines and to central systems, providing valuable information for process optimization. The data gathered from sensors is used to track machine performance, predict faults, and ensure consistent product quality. Big Data and Analytics are another cornerstone of smart manufacturing. With thousands of sensors and interconnected devices producing continuous data streams, the ability to process and analyze this data becomes crucial. Advanced analytics tools and algorithms extract meaningful insights that guide production decisions. For example, data analytics can identify inefficiencies, monitor energy consumption, and even predict market demand. In mechanical engineering, such insights support process improvement, better material utilization, and cost reduction. Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) bring automation and self-learning capabilities into manufacturing processes. AI-driven systems can detect patterns, optimize production schedules, and respond autonomously to changing conditions. In mechanical engineering, AI is applied in predictive maintenance, adaptive control systems, and quality inspection through image recognition. Machine learning algorithms continuously improve over time, learning from past data to make more accurate predictions and recommendations, reducing human error and downtime. The concept of the Digital Twin has revolutionized the way mechanical engineers design, test, and maintain equipment. A digital twin is a dynamic virtual model of a physical object or process that mirrors its behavior in real time. This technology allows engineers to simulate various operational scenarios, identify potential issues, and optimize system performance before changes are applied to the real machine. For example, the digital twin of a turbine or engine can predict wear patterns, optimize fuel consumption, and extend operational lifespan. Cloud Computing serves as the backbone of data storage and communication in smart manufacturing. By utilizing cloud platforms, companies can store and analyze massive datasets without investing in local infrastructure. Cloud-based systems also facilitate collaboration between different departments, suppliers, and customers, ensuring transparency and agility in production management. Another essential concept is Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR), which are increasingly used in mechanical engineering for training, assembly guidance, and maintenance support. These technologies allow operators to visualize complex processes, interact with 3D models, and receive real-time feedback during production or repairs. Additive Manufacturing (3D printing), while often seen as a separate field, is tightly linked to smart manufacturing principles. It enables digital-to-physical transformation directly from computer-aided design (CAD) models, allowing for rapid prototyping and personalized production. When combined with data analytics and automation, additive manufacturing becomes part of the intelligent production chain.

3. APPLICATIONS IN MECHANICAL ENGINEERING

Smart manufacturing has profoundly transformed the field of mechanical engineering by introducing digital intelligence, automation, and data connectivity into every stage of production. Its applications extend from design and material processing to maintenance and supply chain management, resulting in more efficient, flexible, and sustainable industrial systems. The integration of advanced technologies enables mechanical engineers to optimize performance, reduce costs, and enhance the quality of manufactured products. One of the most significant applications is in predictive maintenance. Traditional maintenance approaches rely on fixed schedules or reactive repairs after failure occurs. In contrast, smart manufacturing uses sensors, IoT networks, and data analytics to continuously monitor machine conditions. Parameters such as temperature, vibration, or pressure are analyzed to predict potential breakdowns before they happen. In mechanical engineering plants, this approach greatly reduces downtime and maintenance costs while extending the lifespan of critical components such as bearings, turbines, and compressors. Another key application lies in precision machining and CNC manufacturing. Smart CNC machines are equipped with adaptive control systems and AI-based monitoring tools that adjust cutting speeds, feed rates, and tool paths in real time. These systems analyze sensor data to detect tool wear, reduce surface roughness, and improve dimensional accuracy. By combining automation and machine learning, mechanical engineers can achieve consistent high-quality output even in complex or customized part production. Additive manufacturing (3D printing) also plays a central role in smart manufacturing applications. It allows engineers to design and produce complex geometries that would be impossible or too costly with traditional subtractive methods. Mechanical engineers use 3D printing to rapidly prototype mechanical components, test new materials, and even create lightweight structures optimized through generative design. When integrated with digital twins and simulation tools, additive manufacturing enables real-time design optimization and faster product development cycles. In the domain of robotics and automation, smart manufacturing has enabled the rise of collaborative robots, or “cobots.” Unlike traditional industrial robots confined to isolated areas, cobots are equipped with advanced sensors and AI that allow safe interaction with human operators. In mechanical engineering production lines, cobots perform tasks such as assembly, welding, material handling, and inspection with high precision. Their flexibility and learning capabilities make them ideal for small-batch or custom production environments. Computer-Aided Design (CAD) and Computer-Aided Manufacturing (CAM) have evolved into integrated, intelligent systems within the smart manufacturing framework. Engineers can design components in CAD software and immediately simulate manufacturing processes using CAM platforms. The integration allows automatic optimization of machining parameters, material selection, and assembly sequences. Cloud-based CAD/CAM systems further enable collaboration among design teams and suppliers worldwide. Another important application is process monitoring and optimization through Industrial Internet of Things (IIoT) networks. In mechanical workshops, IIoT sensors continuously collect data on machine utilization, energy consumption, and environmental conditions. This information is analyzed to identify inefficiencies, optimize production flow, and reduce waste. For example, energy management systems automatically adjust machine operation based on real-time demand, leading to lower power costs and improved sustainability. Quality control and inspection have also benefited from smart technologies. High-resolution cameras, laser scanners, and AI-based vision systems can detect surface defects, dimensional deviations, or assembly errors instantly. Automated inspection reduces human error and ensures consistent quality throughout the production process. In mechanical engineering industries such as automotive and aerospace, these technologies are essential for meeting strict safety and reliability standards. Digital twins represent another transformative application. Mechanical engineers can create digital replicas of machines or entire production systems that simulate physical behavior in real time. By analyzing data from both the digital and physical environments, engineers can test performance, optimize system

efficiency, and predict future issues. This technology is particularly valuable in large-scale operations such as power plants, transportation systems, and heavy machinery manufacturing. Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) are increasingly used in training, maintenance, and assembly tasks. Through AR glasses or VR simulations, engineers and technicians can visualize hidden components, follow assembly instructions, and interact with 3D models. This not only improves accuracy and safety but also accelerates skill development for new workers in complex environments. Supply chain and production management have become smarter and more transparent through real-time data sharing. Smart manufacturing systems integrate suppliers, production facilities, and logistics through cloud-based platforms. Mechanical engineers can track parts, monitor inventory, and synchronize production schedules instantly, minimizing delays and material shortages.

4. BENEFITS OF SMART MANUFACTURING, CHALLENGES, LIMITATIONS AND FUTURE OUTLOOK

Smart manufacturing represents a fundamental shift in how industries operate, blending digital technologies with mechanical engineering principles to create intelligent, interconnected production systems. Its benefits extend across productivity, quality, sustainability, and competitiveness, but these advantages come with a set of challenges and limitations that industries must address to achieve full implementation. Furthermore, the future of smart manufacturing points toward greater integration between human creativity and machine intelligence, shaping a new industrial landscape. One of the primary benefits of smart manufacturing is the significant improvement in efficiency and productivity. Through automation, data analytics, and real-time monitoring, machines can operate with minimal downtime and maximum precision. Predictive maintenance eliminates unplanned interruptions by identifying potential failures before they occur. As a result, factories can produce more with less energy, fewer materials, and reduced human error.

Another major benefit is enhanced product quality and consistency. Smart sensors, machine learning algorithms, and AI-based control systems continuously monitor production parameters to maintain optimal conditions. Variations in temperature, vibration, or pressure are automatically corrected, ensuring uniformity across all manufactured products. This leads to fewer defects, higher reliability, and stronger customer satisfaction. Cost reduction is also a crucial outcome. By optimizing energy consumption, reducing material waste, and automating repetitive tasks, companies can achieve substantial savings. Predictive analytics further minimizes costs associated with maintenance and repairs. In mechanical engineering, where precision and reliability are vital, such cost efficiencies directly influence competitiveness in global markets. A significant advantage of smart manufacturing lies in its flexibility and adaptability. Traditional manufacturing systems are often rigid and slow to adjust to new designs or production demands. In contrast, smart factories can easily adapt to changes through reprogrammable robots, modular production lines, and digital simulations. This flexibility supports mass customization, allowing companies to deliver tailored products without sacrificing efficiency. Sustainability is another essential benefit. Smart systems monitor and manage resource use, reducing energy consumption and waste generation. Through data-driven optimization, companies can adopt circular economy principles—recycling materials, extending product lifecycles, and minimizing environmental impact. In mechanical engineering sectors such as automotive or energy, these measures contribute to achieving global sustainability goals. Safety and working conditions are also improved. By automating hazardous or repetitive tasks, smart manufacturing reduces the risk of injury. Real-time monitoring systems can detect unsafe conditions, alert operators, and even shut down equipment automatically to prevent accidents. In addition, augmented reality (AR) and virtual reality (VR) technologies support safe and efficient training in simulated environments. Smart manufacturing also promotes better decision-making through data transparency. Managers and engineers have access to real-time performance data, enabling quick, evidence-based decisions.

The integration of data from different departments—design, production, logistics, and maintenance—creates a holistic view of operations and helps identify areas for continuous improvement. However, despite these benefits, the transition to smart manufacturing involves numerous challenges and limitations. One of the main challenges is the high initial investment required for digital infrastructure, advanced equipment, and specialized software. For small and medium-sized enterprises, such costs can be prohibitive. Another significant issue is the need for a skilled workforce. Smart manufacturing requires professionals who understand both mechanical engineering principles and digital technologies such as data analytics, programming, and automation systems. This demand for hybrid expertise creates a gap between traditional skills and modern industrial needs, making continuous education and training essential. Cybersecurity poses a critical limitation. As machines and systems become interconnected, the risk of cyberattacks increases. Unauthorized access, data theft, or system manipulation can cause serious financial and operational damage. Companies must invest in robust cybersecurity measures, encryption, and access control mechanisms to protect sensitive information and maintain system integrity. A further challenge involves integration with legacy systems. Many existing manufacturing plants still rely on older machines that were not designed for digital connectivity. Upgrading or retrofitting this equipment to work with modern platforms requires technical adjustments and financial investment. Compatibility issues between different systems and vendors can also complicate the digital transformation process. Data management represents another limitation. Smart manufacturing generates enormous amounts of data, but storing, processing, and analyzing it effectively requires advanced infrastructure and clear data governance policies. Poor data quality or inconsistent data collection can lead to inaccurate analysis and faulty decision-making. Organizational resistance to change is also a common barrier. Implementing smart manufacturing demands new management strategies, process redesign, and cultural adaptation. Employees may fear job displacement due to automation, creating the need for transparent communication and workforce involvement in the transformation process. Despite these challenges, the future outlook for smart manufacturing is highly promising. The continued advancement of technologies such as artificial intelligence, quantum computing, edge computing, and advanced robotics will push the boundaries of automation and intelligence even further. Factories of the future will be fully autonomous ecosystems where machines communicate, make decisions, and optimize performance without direct human intervention. At the same time, the next industrial stage—often referred to as Industry 5.0—will emphasize human-machine collaboration rather than complete automation. The goal is not to replace human workers but to enhance their creativity, problem-solving abilities, and decision-making with intelligent digital tools. Engineers will focus on innovation, sustainability, and customization, supported by AI-powered systems that handle repetitive and analytical tasks. Smart manufacturing will also play a critical role in achieving global sustainability goals. Intelligent systems will enable the creation of energy-efficient factories, zero-waste production lines, and environmentally responsible supply chains. The integration of renewable energy sources, such as solar and wind power, with smart grids and industrial processes will further reduce carbon emissions. The digital twin technology will continue to expand, allowing mechanical engineers to test new materials, designs, and processes in virtual environments before implementation. This will accelerate innovation cycles and minimize risks in high-cost industries such as aerospace, automotive, and energy. Moreover, additive manufacturing will evolve into large-scale production, supported by smart monitoring systems and AI optimization. This combination will enable the production of lightweight, high-performance components, improving efficiency in transportation and machinery. In the long term, smart manufacturing will contribute to the emergence of fully connected global supply networks, where information flows seamlessly between manufacturers, suppliers, and customers. Such transparency will allow faster response to market changes, enhanced traceability, and improved product lifecycle management. Smart manufacturing offers mechanical engineering an unprecedented opportunity to revolutionize the way products are designed, produced, and

maintained. Its benefits—higher productivity, better quality, reduced costs, improved safety, and environmental sustainability—far outweigh the challenges it poses. However, successful implementation requires strategic investment, continuous workforce education, and robust cybersecurity infrastructure. The future of mechanical engineering lies in the fusion of human intelligence with digital innovation, paving the way toward intelligent, resilient, and sustainable industries that define the next era of global manufacturing. Smart manufacturing offers numerous benefits that have revolutionized industrial production, particularly in mechanical engineering. It enables higher efficiency, flexibility, and quality throughout the production process while promoting sustainability and competitiveness. One of the most important advantages is the optimization of resources through real-time data analysis. By monitoring machines, materials, and energy use, manufacturers can significantly reduce waste and improve productivity. Increased efficiency is achieved through automation and predictive maintenance. Machines equipped with sensors and artificial intelligence can self-diagnose and predict failures, minimizing downtime and maintenance costs. This predictive approach not only increases productivity but also prolongs the lifespan of critical components and machinery. Enhanced product quality is another crucial benefit. Smart manufacturing systems utilize real-time monitoring and automated inspection to ensure that each product meets strict quality standards. Defects can be detected instantly and corrected without halting the entire production process. Flexibility and customization are key drivers of competitiveness in the modern market. Smart factories can easily adapt to changes in product design or customer demand through digital reconfiguration of production lines. This flexibility supports the concept of mass customization, where customers can order personalized products without the high costs traditionally associated with custom manufacturing. Smart manufacturing also supports sustainability and environmental protection. By optimizing material usage, energy consumption, and logistics, manufacturers can reduce their carbon footprint. Data-driven systems enable better waste management and support circular economy principles by recycling materials and reusing components whenever possible. Another significant advantage is improved decision-making. Managers and engineers can access integrated data dashboards that provide real-time insights into production, supply chains, and performance metrics. With machine learning algorithms, the system can suggest improvements or automatically adjust operations for better results. Worker safety has also improved significantly with smart manufacturing. Automation, robotics, and remote monitoring reduce human exposure to hazardous tasks and environments. In addition, augmented and virtual reality technologies assist in training, allowing workers to practice complex procedures in a safe virtual environment. However, despite its many benefits, smart manufacturing faces several challenges and limitations. One of the main challenges is high implementation cost. The integration of advanced sensors, IoT networks, and AI systems requires large initial investments that small and medium-sized enterprises often cannot afford. Another major limitation is cybersecurity. As factories become more interconnected, they also become more vulnerable to cyberattacks. Protecting sensitive production data, intellectual property, and network integrity is a constant challenge. Workforce transformation is also a key issue. Smart manufacturing demands new skills in data analysis, robotics, programming, and system integration. Many traditional workers lack training in these areas, which can lead to resistance or difficulty adapting to new technologies. Continuous education and retraining programs are therefore essential. Interoperability is another significant limitation. Different manufacturers and suppliers often use incompatible software and hardware systems, making it difficult to share data or synchronize operations. Establishing universal standards and communication protocols is necessary for full integration. Data management and privacy pose additional challenges. The massive amount of data generated by smart manufacturing systems must be securely stored, processed, and analyzed. Ensuring that this data is accurate, reliable, and used ethically is a growing concern. Technical challenges also include system complexity and the risk of overreliance on technology. When machines and networks become too interconnected, a single malfunction or software error can disrupt the entire production line. Therefore, backup systems and human

oversight remain essential. From an environmental perspective, while smart manufacturing can reduce waste, the production and disposal of sensors, electronic devices, and batteries may introduce new forms of electronic waste that require careful management. Looking toward the future, smart manufacturing will continue to evolve with the integration of emerging technologies such as artificial intelligence, machine learning, digital twins, quantum computing, and edge computing. These innovations will enable even faster decision-making, real-time optimization, and predictive control at unprecedented levels. In the future, factories will become self-organizing ecosystems where machines communicate autonomously and make collective decisions based on shared data. This will lead to a new level of operational autonomy and resilience. Human-machine collaboration will also take on new dimensions. Engineers will work alongside intelligent robots and AI systems, focusing on creativity, problem-solving, and innovation, while repetitive or dangerous tasks will be fully automated. The concept of the “factory of the future” will emphasize sustainability, digital traceability, and full lifecycle management. Each product will have a digital identity that records its design, production, and usage data, enabling complete transparency and easier recycling. In addition, global supply chains will become more connected and adaptive. Real-time information sharing will allow companies to respond quickly to disruptions such as shortages, natural disasters, or geopolitical crises. Smart manufacturing will also expand through cloud manufacturing, where production resources are shared digitally, similar to cloud computing. This will allow smaller companies to access advanced technologies without massive investments. Artificial intelligence will play an increasingly important role in design and optimization. AI algorithms will automatically generate improved component designs, simulate production outcomes, and adjust parameters to achieve optimal performance. Digital twins will evolve into fully interactive systems that not only simulate but also control physical operations in real time. Engineers will be able to test new processes or maintenance strategies virtually before applying them in real conditions. The future workforce in mechanical engineering will rely heavily on interdisciplinary knowledge that combines mechanical, electrical, and software engineering. Education systems will need to evolve to prepare students for digital manufacturing environments.

Sustainability goals will continue to shape smart manufacturing strategies. Renewable energy integration, material recycling, and eco-design will become fundamental aspects of production. Although challenges remain, the overall outlook for smart manufacturing is optimistic.

5. CONCLUSION

Smart manufacturing represents a transformative shift in the way industrial production is conceptualized and executed, especially within the field of mechanical engineering. It merges digital intelligence, automation, and connectivity to create a highly adaptive and efficient production ecosystem. Through the integration of advanced technologies such as IoT, AI, robotics, and additive manufacturing, traditional mechanical processes have evolved into intelligent, data-driven systems. This transformation has led to unprecedented improvements in productivity, precision, and flexibility across manufacturing sectors. Mechanical engineers today are no longer limited to machine operation and design—they act as system integrators who combine digital tools, analytics, and engineering expertise. Smart manufacturing allows them to predict machine behavior, optimize resource usage, and ensure consistent product quality through continuous monitoring and adaptive control. By shifting from reactive to predictive and proactive approaches, industries are achieving greater reliability and cost efficiency. The environmental and sustainability impacts of smart manufacturing are equally significant. By reducing material waste, energy consumption, and emissions, these technologies contribute to global goals for cleaner and more responsible production. The implementation of circular economy principles is becoming easier as digital systems enable recycling and remanufacturing of components. However, this industrial evolution also brings challenges that cannot be overlooked. High implementation costs, cybersecurity threats, and the need for workforce reskilling remain major obstacles. The digital divide between large corporations and small enterprises continues to grow, making technology

accessibility a central concern. Furthermore, ethical management of data and AI-driven decision-making requires careful regulation and oversight. Despite these limitations, the trajectory of smart manufacturing is undeniably positive. Continuous innovation and collaboration between industry, academia, and government will further accelerate adoption and refinement of smart technologies. Future mechanical engineers will work in environments where humans and machines collaborate seamlessly, enhancing both creativity and efficiency. The rise of digital twins, real-time analytics, and autonomous systems will redefine not only production processes but also business models and supply chains. Factories will evolve into interconnected, intelligent networks capable of self-optimization and rapid adaptation to market changes. Ultimately, smart manufacturing symbolizes more than technological progress—it represents a cultural shift toward innovation, sustainability, and resilience. As mechanical engineering continues to merge with digital technology, the industry will move closer to realizing the full potential of Industry 5.0: a future where technology serves both human needs and environmental responsibility. Smart manufacturing is the cornerstone of modern industrial development, redefining the role of engineers, reshaping production systems, and setting new standards for global competitiveness. Its long-term success will depend on how effectively industries balance innovation with ethics, efficiency with sustainability, and automation with human creativity. Through this balance, mechanical engineering will continue to lead the way toward a smarter, safer, and more sustainable industrial world.

REFERENCES

- [1] Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- [2] Lu, Y. (2017). Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues. *Journal of Industrial Information Integration*, 6, 1–10.
- [3] Kusiak, A. (2018). Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 56(1–2), 508–517.
- [4] Xu, L. D., Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: State of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
- [5] Zhong, R. Y., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. T. (2017). Intelligent manufacturing in the context of Industry 4.0: A review. *Engineering*, 3(5), 616–630.
- [6] Tao, F., Qi, Q., Liu, A., & Kusiak, A. (2018). Data-driven smart manufacturing. *Journal of Manufacturing Systems*, 48, 157–169.
- [7] Kang, H. S., Lee, J. Y., Choi, S., Kim, H., Park, J. H., Son, J. Y., ... & Noh, S. D. (2016). Smart manufacturing: Past research, present findings, and future directions. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology*, 3(1), 111–128.
- [8] Li, B. H., Hou, B. C., Yu, W. T., Lu, X. B., & Yang, C. W. (2017). Applications of artificial intelligence in intelligent manufacturing: A review. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, 18(1), 86–96.
- [9] Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D., & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for Industry 4.0: A self-organized multi-agent system with big data-based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158–168.
- [10] Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *The Boston Consulting Group*.
- [11] Oztemel, E., & Gursev, S. (2020). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 31, 127–182.

UDC 611.78:502

Sokolovska I., Nechyporenko V., Hordiienko N., Pozdnyakova O., Serhata N. (Municipal Institution of Higher Education "Khortytsia National Educational and Rehabilitation Academy" of the Zaporizhzhia Regional Council, Zaporizhzhia, Ukraine).

THE PROBLEM OF CONTROLLING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION IN UKRAINE.

Abstract. The article examines the problem of controlling and ensuring the quality of higher education in Ukraine in the context of European integration and international standards. The authors highlight the need for systematic assessment mechanisms at institutional, state, and international levels. Attention is given to the legal and organizational foundations of quality assurance according to the Law of Ukraine "On Higher Education", emphasizing autonomy and accountability of higher education institutions. The creation of the National Quality Agency is analyzed as a key mechanism for professional independence in accreditation and monitoring. The study defines the basic principles for evaluating educational results, including adherence to unified standards, transparency, and measurability of learning outcomes. The authors conclude that the effective functioning of the quality management system depends on the combination of institutional autonomy, stakeholder participation, and a unified information system for openness and comparability of results.

Keywords: higher education, quality assurance, management, autonomy, assessment system, competence, accreditation, reform.

Анотація.

У статті розглянуто проблему контролю та забезпечення якості вищої освіти в Україні в контексті європейської інтеграції та міжнародних стандартів. Показано необхідність системного оцінювання на інституційному, державному й міжнародному рівнях. Проаналізовано правові та організаційні засади забезпечення якості відповідно до Закону України «Про вищу освіту», де наголошено на автономії та відповідальності закладів освіти. Окремо розглянуто створення Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти як незалежного професійного органу для акредитації й моніторингу. Визначено принципи оцінювання результатів освітньої діяльності: дотримання єдиних стандартів, прозорість і вимірюваність результатів навчання. Зроблено висновок, що ефективність системи контролю якості залежить від поєднання автономії університетів, участі всіх зацікавлених сторін і функціонування єдиної інформаційної системи для відкритості та порівняності результатів.

Ключові слова: вища освіта, забезпечення якості, управління, автономія, система оцінювання, компетентність, акредитація, реформа.

Introduction. Today is the time to move to the practical use of the acquired experience of state-public management of the quality of higher education in Ukraine and assessment of its quality, taking into account European and world experience, participation in this process of state structures and society. In modern Europe, the problem of control over the management of the quality of specialist training has long been a subject of scientific discussions. To solve the problem of control over the quality of specialist training, the Parliamentary Assembly of the Council of Europe adopted the resolution "On the comparative assessment of education" [1] in 1990, in which a special role belongs to the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and the International Association for the Evaluation of Educational Achievements (IEA) for collecting data on education and comparing indicators at the international level.

Problem statement. Currently, in Ukraine, the system of ensuring and controlling the quality of higher education is carried out at three levels: higher educational institution, state (state and state-public control system) and international (European level). Simultaneously with the state system of assessing the results of training of specialists, the European Credit and Module System (ECTS) was introduced in many higher educational institutions [2].

This system was developed to ensure a single pan-European space focused on assessing and comparing students' educational achievements. This is a system of organizing the educational process, with the help of which the student effectively plans the entire process of his studies and his results are recognized not only by state, but also by European employers. According to Art. 11 of the UNESCO World Declaration on Higher Education [3], quality in higher education is a multi-level concept that encompasses all its functions and activities: educational and academic programs, research and scholarships, staffing, students, buildings, facilities, equipment, community service, and the academic environment. At the state level, quality assurance is applied to higher education as a whole and consists of external and internal evaluation and publication of results.

Currently, there are no official and reliable means of assessing the quality of educational process outcomes, and therefore there is no possibility to compare results achieved at the local, regional, and national levels. Therefore, the problem of developing adaptation and compensatory programs that would provide students from different regions and different social groups with equal opportunities for access to high-quality education arises. This is the reason for the lack of the possibility of comparing the level of Ukrainian educational programs with international ones, assessing and adjusting educational standards, as well as developing a system of improvement in the field of education.

The reason for this is a multitude of reasons that are political, economic, and social in nature. In this regard, the reform of the higher education system of Ukraine, in particular the new Law, provides for the development of a number of standards and criteria to determine the main principles for assessing the results of the work of higher education institutions and the level of training of students.

In particular, according to the Law:

- quality of higher education – the level of knowledge, skills, abilities, etc. acquired by a person, which reflects his competence in accordance with the standards of higher education;
- quality of educational activity – the level of organization of the educational process in a higher education institution, which meets the standards of higher education, ensures that individuals obtain high-quality higher education and contributes to the creation of new knowledge [4].

It follows that the quality of higher education is understood as the level of knowledge, skills and professional skills obtained by a person in accordance with the goal outlined by the higher education institution. The result is a qualitative and quantitative assessment of the achieved level of the relevant educational and professional characteristics of a specialist. To obtain an objective assessment of the quality of higher education, it is necessary to adhere to certain principles, namely:

- compliance with unified educational standards in accordance with the international level;
- adherence to a unified system of criteria for assessing the competencies and competences of university graduates;
- measurability of all indicators at the quantitative level to avoid subjectivity in assessments;
- assessment of indicators in dynamics, which allows obtaining an objective picture of the preparatory level;
- improvement and adaptation of testing methods as objective methods for diagnosing the level of knowledge;
- implementation of a unified information system that ensures openness and accessibility to information on the level of education for both applicants and employers;

- the presence of a single system of quality training for all higher education institutions.

Discussion. The law for regulating social relations in the field of education, upbringing and professional training of citizens of Ukraine. It regulates legal, organizational, financial and other aspects of the functioning of higher education, creates conditions for self-realization of the individual, ensuring the needs of society and the state in qualified specialists, for strengthening cooperation between state bodies and higher education institutions on the principles of the latter's independence, combining education with science and production in order to train a competitive specialist for the high-tech and innovative development of the country. Thus, according to the authors of the Law, one of the main factors for a significant improvement in the quality of the Ukrainian higher education system is the autonomy of educational institutions. On this basis, a fundamentally new system of quality control of the educational process will be built. Higher education institutions receive almost full responsibility for the quality of higher education. An important quality criterion is the market. High-quality education is considered to be one that, in particular, is competitive. Accordingly, universities that provide such a process, will occupy leading positions in the global market.

The main goal of the new Law is to provide institutions with such opportunities. To resolve this issue, new effective control mechanisms are being created with the participation of a new structure - the National Quality Agency. It will be created on a quota principle. If until now, only government officials and structures from the Ministry of Education and Science were involved in assessing the quality of higher education, now the Agency will include representatives from universities of all forms of ownership - state, private, municipal, as well as from students and the National Academy of Sciences of Ukraine.

In addition, the Agency will also include four representatives from employers, who should significantly influence educational processes and the effective quality of higher education. The key point of this point of the reform is that the National Quality Agency must be professionally independent and responsible for the accreditation of universities and their licensing. The new law will be effective only if supported by the academic environment.

Conclusions. In order to achieve its goal, the law provides for the main directions of reform of the higher education system, which contribute to improving the quality of educational activities. This is autonomy, which will allow for a more coordinated, taking into account the interests of all stakeholders, to improve the educational and scientific process, and the creation of a new independent body with public control functions - the National Agency for the Quality of Education. The purpose of this structure is to resolve issues regarding uniform standards and criteria for assessing the effectiveness of the entire industry

REFERENCES

1. *On the comparative assessment of education: recommendation 1137 (1990) of the Council of Europe // Bulletin of the Council of Europe Information Office in Ukraine.* – 2002. – P. 66 – 67.
2. *Action program for the implementation of the provisions of the Bologna Declaration in the system of higher education and science of Ukraine / approved by order of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated January 23, 2004 No. 49 // Higher education of Ukraine and the Bologna process: teaching aids / edited by V. G. Kremenya.* – Ternopil: Bohdan, 2004. – 384 p.
3. *World Declaration on Higher Education for the 21st Century: approaches and practical measures.* – Access mode: <http://www.sde.ru/files/t/pdf/5.pdf>.
4. *Law of Ukraine "On Higher Education" dated July 1, 2014 No. 1556-VI.* – Access mode: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1556-18/print1382613528661298>

UDC: 37.091.3+37.091.64

Tufegdžić M., Mojsilović M., Spasojević V. (*Academy of Professional Studies Šumadija, Kragujevac, Serbia*), **Tufegdžić N.** (*SaTCIP Publisher Ltd, Vrnjačka Banja, Serbia*), **Dašić P.** (*Engineering Academy of Serbia (IAS), Belgrade, Serbia*).

GLOBALIZING LEARNING THROUGH THE STRATEGIC ROLE OF OPEN EDUCATIONAL RESOURCES IN OPEN UNIVERSITY EDUCATION.

Abstract. Higher education globalization has reconfigured knowledge creation and access, with open universities acting as gateways to inclusive participation. This paper examines the strategic role of Open Educational Resources (OER) for widening access and sustaining digital transformation in open-university systems. Using a global sample of 73 open universities across 38 countries, we compare OER platforms, licensing practices, and quality-assurance linkages, identifying distinct adoption paths tied to national policy and institutional capacity. A focused case of the Colorado OER initiative (2019–2024) shows a near sixfold rise in students enrolled in OER-based courses and substantial cost savings for learners. A cubic (third-order) polynomial fit ($R^2 \approx 0.999$) models an S-shaped adoption trajectory: rapid initial scaling, decelerating growth, and stabilization as programs mature. We argue that OER function dually: as pedagogical resources enabling redesign, and as a strategic framework embedding openness into governance, QA, faculty development, and branding. Practical implications include aligning OER with institutional KPIs, investing in open pedagogy, and enacting policies that reward remixing, accessibility, and continuous improvement. The results position OER as a lever for equity and resilience, particularly in systems serving non-traditional learners and geographically dispersed cohorts.

Keywords: open educational resources; open universities; access to higher education; quality assurance; internationalization; digital transformation.

Анонсація. Глобалізація вищої освіти змінила способи створення та доступу до знань, а відкриті університети стали «вхідними воротами» до інклюзивної участі. У статті проаналізовано стратегічну роль відкритих освітніх ресурсів (OER) у розширенні доступу й підтримці цифрової трансформації відкритих університетів. На основі глобальної вибірки із 73 відкритих університетів у 38 країнах порівняно платформи OER, практики ліцензування та зв'язок із системами забезпечення якості, окреслено різні траєкторії впровадження залежно від національної політики та інституційної спроможності. Фокус-кейс ініціативи Colorado OER (2019–2024) демонструє майже шестикратне зростання кількості студентів на курсах із використанням OER і суттєве зниження витрат здобувачів. Квадратичне моделювання третього порядку ($R^2 \approx 0,999$) відображає S-подібну криву прийняття: швидке масштабування на старті, уповільнення зростання та стабілізацію в міру зрілості програм. Обґрунтовано подвійну функцію OER: як педагогічних ресурсів для редизайну навчання та як стратегічної рамки, що вбудовує відкритість у управління, QA, розвиток викладачів і брендинг. Практичні висновки охоплюють узгодження OER із інституційними KPI, інвестиції в open pedagogy та політики винагороди за ремікс, доступність і безперервне вдосконалення. Результати позиціонують OER як важіль справедливості та стійкості, особливо для систем із нетрадиційними та географічно розпорошеними студентами.

Ключові слова: відкриті освітні ресурси; відкриті університети; доступ до вищої освіти; забезпечення якості; інтернаціоналізація; цифрова трансформація.

1. INTRODUCTION

The globalization of higher education has significantly altered the way knowledge is created, shared, and applied. Within this context, open universities - designed to offer flexible, affordable, and inclusive learning opportunities - play a crucial role in broadening access to higher education. Their guiding principles of openness, inclusivity, and learner-centered approaches align closely with the worldwide movement toward OER, which promote free access, adaptation, and

collaborative creation of educational materials. The combination of open universities and OER forms a synergistic relationship that advances the democratization of knowledge in an increasingly interconnected global environment.

Open Educational Resources (OER) are teaching, learning, and research materials that are freely accessible and openly licensed, allowing educators, students, and self-learners to use, adapt, and share them with minimal or no restrictions. Their open nature supports flexibility, collaboration, and innovation in teaching, learning, and research [1-3].

According to UNESCO, OER encompass a wide range of materials in various formats, including textbooks, course content, lesson plans, multimedia resources, assessments, software, and other tools used for teaching and learning [1-2]. The 3rd World OER Congress reaffirmed the transformative role of OER in promoting equitable and inclusive access to knowledge in the digital era. It emphasized leveraging emerging technologies, such as artificial intelligence, and adopting open solutions aligned with digital public goods to drive innovation and tackle issues of access, intellectual property, and sustainability [4].

OER are employed across diverse education sectors - including literacy, vocational, adult learning, and programs for immigrants and refugees - supporting open curriculum development and digital literacy. Massive Open Online Courses (MOOCs) offer potential for expanding quality education but face challenges, including limited applicability and marketing-driven use, with their future relying on effective accreditation to provide both knowledge and formal recognition [5].

A key but often overlooked benefit of OER is their customizability. Open licensing allows educators to adapt and update materials, creating inclusive, personalized, and engaging content beyond traditional textbooks [6]. Perceived ease of use, perceived usefulness, zero-price accessibility, and availability all have a significant positive relationship with university students' attitudes and their intention to use OER. Competence and mastery of content, personal development, and the reward system all have a significant positive relationship with motivation to create OER [7].

2. OPEN EDUCATIONAL RESOURCES AND OPEN UNIVERSITIES

The concept of open universities originated in the late 1960s with the founding of The Open University (OU) in the United Kingdom in 1969. Open universities leverage OER to expand access to higher education, seeking to widen participation among learners from non-traditional backgrounds - defined by socio-economic, ethnic, geographic, or gender differences - and aiming to foster greater inclusivity and equity in higher education [8]. Platforms such as The Open University's OpenLearn (United Kingdom), IGNOU's eGyankosh (India), and UNISA's OER initiatives (South Africa) illustrate how open universities integrate OER into teaching and learning strategies to enhance curriculum design, promote self-directed learning, and foster collaboration across geographic boundaries [9].

The strategic adoption of OER in open universities is underpinned by the principles outlined in Wiley's 5Rs framework. David Wiley's 5Rs of OER - Retain, Reuse, Revise, Remix, and Redistribute - provide a framework for the ethical and effective use of open educational materials [10]. These principles enable learners and educators to use, keep, adapt, combine, and share content freely across diverse contexts, promoting active engagement and innovation in pedagogy. Building on this framework, Open Pedagogy promotes open-licensed, accessible, and learner-centered teaching, enhancing critical thinking, self-direction, and engagement. It is operationalized through four key domains: Open Design, Open Content, Open Assessment, and OER-enabled Pedagogy [11].

In addition to enhancing teaching and learning, OER serve as strategic tools for institutional development. By embedding OER within digital strategies and quality assurance frameworks, open universities can reduce costs, foster international collaboration, and strengthen their global reputation [12].

3. OPEN EDUCATIONAL RESOURCES AS A STRATEGIC FRAMEWORK FOR OPEN UNIVERSITIES

New-generation universities emphasize technology-driven education, flexible curricula, and project-based learning within robust quality assurance systems that ensure effective technology integration, continuous curriculum improvement, and active engagement in global academic networks [13]. For instance, Meiji University, positioning itself as an “open university”, has prioritized internationalization and actively addressed global challenges such as sustainability, poverty, and human rights, demonstrating its commitment to advancing education, research, and social responsibility [14].

For open universities, OER are not merely resources but a strategic framework that supports institutional missions of access, inclusivity, and innovation. By using open licenses and repositories, these universities ensure transparency in curriculum design and facilitate continuous peer review - core components of QA systems [15]. Open universities have established internal QA systems aligned with their OER practices, employing frameworks that emphasize accessibility, learner satisfaction, digital pedagogy, and outcomes assessment. They are engaged in the development of comprehensive metrics for implementation and testing, aimed at evaluating the quality and effectiveness of various institutional processes [16].

Educational institutions should systematically support curriculum development, course design, interactive learning, quality materials, effective assessments, and strong links with the workplace. Therefore, institutions should strategically integrate OER by aligning with branding, incentivizing quality material development, ensuring quality assurance, adopting flexible copyright policies, supporting staff training, providing ICT access, enabling effective storage and sharing, and regularly reviewing OER practices [17].

The five-phase model for implementing OER in higher education – comprised by analysis, adoption, optimization, evaluation, and stabilization - acknowledges the iterative and interconnected nature of these phases and offers a systematic and adaptable framework for the effective and sustainable integration of OER within institutional contexts [18]

To enhance engagement with OER among teaching and research staff, students, and professional services, universities such as the University of the Highlands and Islands have established an OER Policy. This policy underpins the Framework for the Development of Open Educational Practices, which demonstrates the university’s commitment to advancing OER and integrating Open Educational Practices (OEP) through six strategic focus areas that promote openness, collaboration, and innovation, supported by a roadmap for embedding open education across teaching, technology, and policy structures [19].

4. GLOBAL LANDSCAPE OF OPEN UNIVERSITIES AND OPEN EDUCATIONAL RESOURCES INITIATIVES

Open universities across the globe play a pivotal role in advancing the internationalization of learning through the purposeful adoption of OER. Examples include the UK Open University, Athabasca University in Canada, Indira Gandhi National Open University (IGNOU) in India, the Open University of China, the University of South Africa (UNISA), the Open University of the Philippines, and Open Polytechnic in New Zealand, all of which have embedded OER within their teaching, research, and community engagement activities [20 – 28]. These institutions demonstrate how open education models can broaden access, strengthen collaboration, and promote lifelong learning worldwide. Their collective efforts help to narrow educational disparities and extend the opportunities of higher education beyond conventional geographic and socioeconomic boundaries.

A global overview of major Open Universities and their respective OER initiatives or platforms, organized by region is presented Table 1. Each entry highlights the institution, country, OER initiative, and its focus or impact on open education. Each initiative reflects regional

priorities - ranging from national digital repositories in Asia to collaborative capacity-building efforts in Africa and Europe's global open learning outreach.

Table 1. Major Open Universities and their OER initiatives

Region	Open University	Country	Notable OER Initiative / Platform	Focus Area / Impact
Europe	The Open University	United Kingdom	<i>OpenLearn</i>	Provides free online courses and learning materials to global audiences.
North America	Athabasca University	Canada	<i>AU Open Courseware</i>	Offers open access to digital learning resources and research outputs.
Asia	Indira Gandhi National Open University	India	<i>eGyankosh</i>	A national digital repository of OER and open courses.
Asia	Open University of China	China	<i>Chinese MOOCs and OER Portal, Xue Yin Online</i>	Expands access to lifelong learning and professional development.
Africa	University of South Africa	South Africa	<i>OER Africa Collaboration</i>	Promotes open education capacity building across African institutions.
Asia-Pacific	Open University of the Philippines	Philippines	<i>UPOU Networks and Open Repository</i>	Supports open online learning and OER-based pedagogy.
Oceania	Open Polytechnic	New Zealand	<i>iQualify LMS, Open Education Resource Hub</i>	Develops and shares OER to support vocational and distance learning.

As summarized in Table 1, these institutions collectively represent a global movement toward open education, highlighting the transformative potential of OER in widening access and democratizing higher education.

Based on the dataset compiled by Contact North/Contact Nord [29], a total of 73 open universities is represented globally and described across 13 variables such as name, year established, enrollment, delivery format, and country. Data completeness is high for institutional and geographic details, while enrollment data are available for 51% of universities and founding years for 95%. Geographically, most institutions are located in Asia, with notable representation from India, China, Pakistan, and Turkey. Among the 37 universities reporting enrollment, the average is about 533,000 students, ranging from a few thousand to several million, totaling approximately 19.7 million students overall. Most universities employ print and online delivery, while fully online formats are increasingly common among those established after 2000. The earliest institution dates to the 1950s, and founding activity peaked between the 1970s and 2000s. Overall, the data illustrate the global expansion and digital transformation of open universities, though some records remain incomplete, particularly regarding enrollment and contact information.

In the continuation of this research, universities with no available student data have been excluded. For countries hosting multiple universities, the data have been aggregated (e.g., five universities each from Iran and Canada, Turkey with three universities, etc.). The dataset now covers 38 countries, showing the number of enrolled students. For the purpose of this study, the top 10 countries are highlighted and presented in Fig. 1. The data show student enrolments for the

top 10 countries, with India emerging as a clear outlier at approximately 10,19 million, substantially exceeding all other countries. Enrollments are highly right-skewed, with the top three countries (India, China, and Turkey) accounting for nearly 72% of the total 23,63 million. Mid-range enrolments are observed in Pakistan, Iran, and Indonesia ($\approx 0,76$ -1,2 million), while South Africa, Colombia, and Venezuela register considerably lower values, with the latter two identical at 339,000. The mean enrolment is 2,36 million, the median is 1,07 million, and the range spans nearly 9,85 million, reflecting the pronounced concentration in India.

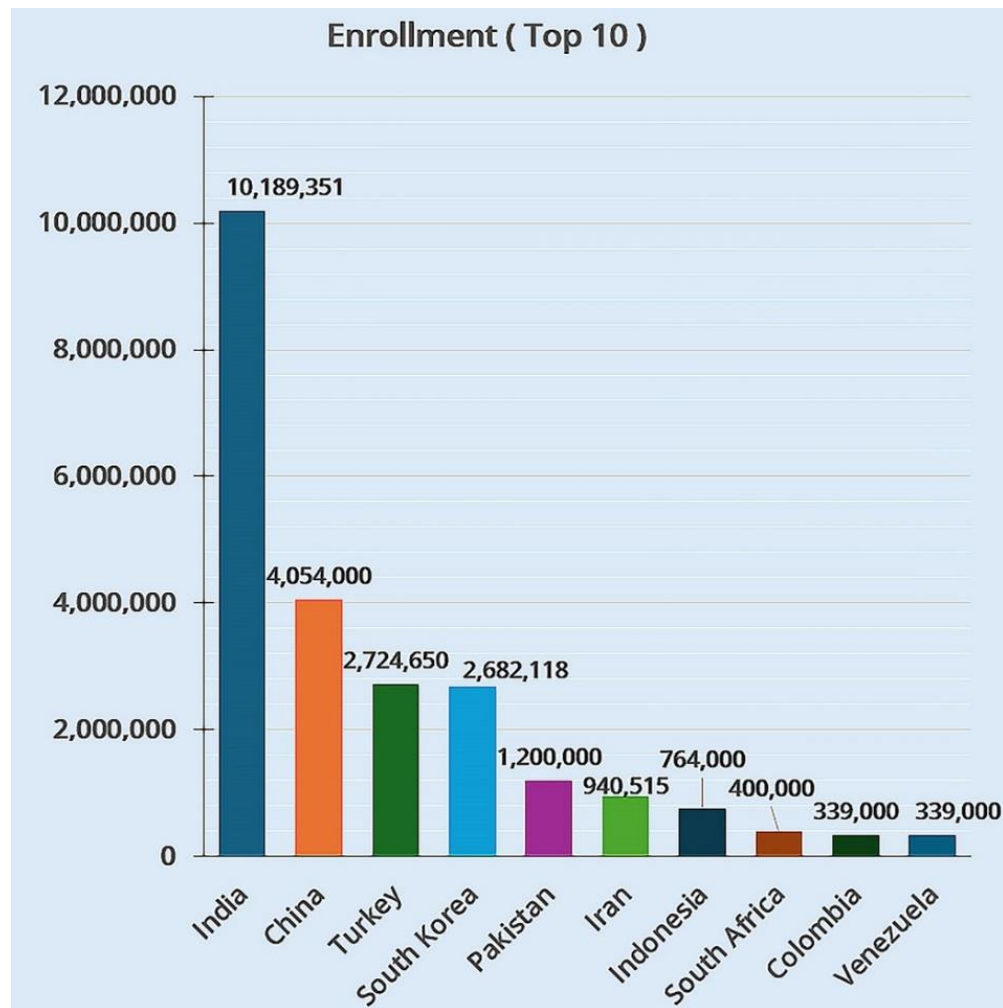


Fig. 1. Student enrollment from the top 10 countries

Notable shift in student access to educational materials is illustrated in Fig. 2.

Approximately 30% of students are enrolled in online-only courses, which use exclusively digital resources with no print component. The majority, 70%, follow a print/online hybrid model, engaging with both physical textbooks and digital materials. This indicates that print remains relevant due to pedagogical preferences, tactile learning benefits, and unequal access to digital resources. At the same time, the inclusion of digital components in all courses demonstrates that online resources are now essential to modern education. Overall, the dominant trend is toward a blended learning environment that integrates the advantages of both print and digital materials.

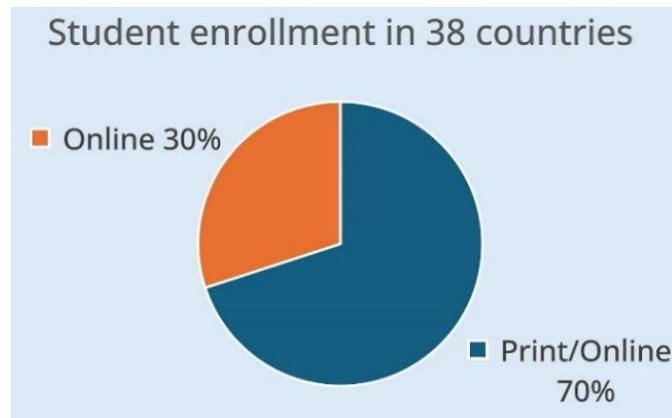


Fig. 2. Student enrollment: Print/Online vs. Online-Only Models

The significant impact on teaching and learning practices is also examined through the five-year OER initiative for institutional grantees in Colorado [30], highlighting the broader influence of OER in increasing access to educational materials, reducing costs for students, and promoting innovative instructional approaches. The Colorado OER initiative demonstrated rapid and substantial growth over five years, with student enrollment in OER courses increasing nearly six-fold, from 23,958 in Cohort 1 (2019-2020) to 140,385 in Cohort 5 (2023-2024). The program generated significant cost savings for students, totaling \$13,3 million, though annual savings did not always correlate directly with enrollment due to variations in course material costs. The data indicate a mature program that successfully scaled across institutions and courses, with particularly rapid adoption between Cohorts 2 and 4. While some inconsistencies exist between cohort and year labeling, the overall trajectory highlights the initiative's dual impact: expanding access to educational materials and reducing financial burdens. These findings support the continued investment in and expansion of OER programs in higher education.

The trendline graph presented in Fig. 3 models annual student enrollment in OER courses using a cubic (3rd-order polynomial) regression:

$$y = -4058.4x^3 + 40514x^2 - 88168x + 75978, \quad (1)$$

producing an R^2 value of 0.9994.

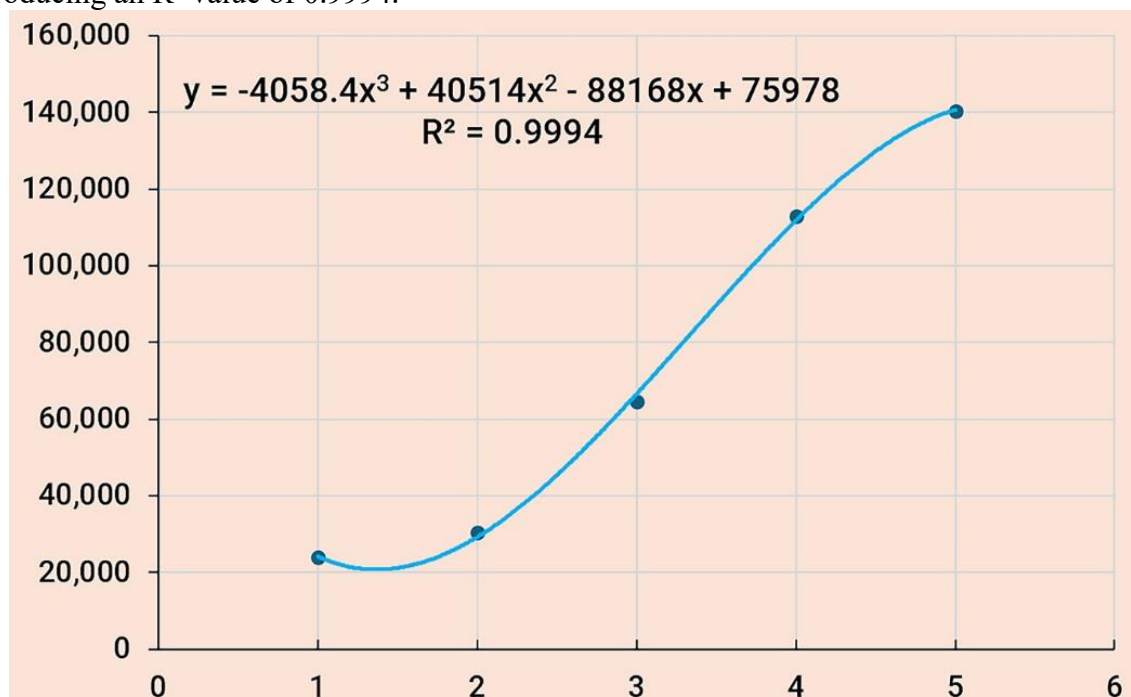


Fig. 3. Trend analysis of annual OER course enrollments in Colorado using a 3rd-order polynomial regression model

This S-shaped curve reflects a typical adoption lifecycle-showing rapid initial growth (Years 0-3), followed by decelerating growth (Years 3-4), and projecting a peak around Years 4-5 with a subsequent gradual decline or stabilization. The model is statistically robust, capturing the underlying trend without overfitting, and provides a realistic forecast. The projected decline represents program maturation rather than failure, suggesting that early high-enrollment courses have largely been converted and that OER adoption is stabilizing. Strategically, this indicates a shift from expansion to sustainability, emphasizing maintenance, course updates, faculty support, and integration into the curriculum. Overall, the cubic model offers a credible and actionable basis for planning the long-term health and impact of the OER initiative.

5. CONCLUSIONS

As institutions of higher education navigate the pressures of globalization, digital innovation, and increasing demand for learning opportunities, the deliberate integration of OER into open university strategies has become essential for driving innovation and long-term sustainability. Beyond improving access to quality learning materials, OER foster collaborative teaching practices, international academic partnerships, and the development of contextually relevant curricula. OER have become essential drivers of inclusivity, innovation, and sustainability within the global landscape of higher education. Their integration into open universities supports not only expanded access to learning but also systemic transformation in teaching, curriculum design, and institutional development. The global dataset analyzed in this study demonstrates that open universities, particularly in Asia and Africa, are leading the adoption of OER as part of national and institutional strategies for widening participation and promoting lifelong learning.

The Colorado OER initiative exemplifies this transformation at a regional scale, demonstrating rapid growth, substantial cost savings, and a transition from expansion to maturity within five years. Polynomial regression analysis confirms that while initial growth was exponential, adoption trends are now stabilizing, reflecting a shift toward consolidation and long-term sustainability.

Looking forward, open universities should focus on embedding OER within strategic frameworks for quality assurance, faculty development, and digital innovation. Continued investment in open practices, technological infrastructure, and international collaboration will be critical to maintaining momentum and ensuring equitable access to knowledge. Ultimately, OER not only enhance learning opportunities but also reinforce the broader mission of open universities - to democratize education and empower learners in a globally connected world.

REFERENCES

- [1] Ndaago, A. I., Kankam, P. K., & Bentil, W. (2025). Awareness and knowledge of Open Educational Resources (OERs) among postgraduate students in Ghanaian universities. *Scientific African*, 28, e02659. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02659>.
- [2] Atenas, J., & Havemann, L. (2014). Questions of quality in repositories of open educational resources: a literature review. *Research in Learning Technology*, 22. <https://doi.org/10.3402/rlt.v22.20889>.
- [3] Butcher, N. (2015). *A Basic Guide to Open Educational Resources*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, Paris 07 SP, France and Commonwealth of Learning, Vancouver, British Columbia, Canada, V6E 2E9.
- [4] Dubai declaration on open educational resources (OER), Digital public goods and emerging technologies for equitable and inclusive access to knowledge. (2024). UNESCO.
- [5] McGreal, R. (2017). Special Report on the Role of Open Educational Resources in Supporting the Sustainable Development Goal 4: Quality Education Challenges and Opportunities. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(7). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i7.3541>.

- [6] Wynants, S. A. (2022). Redesigning a Research Methods Course with Personalized, Interactive OER: A Case Study of Student Perceptions and Performance. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 22(1). <https://doi.org/10.14434/josotl.v22i1.31706>.
- [7] Adedoyin, O. B., & Altinay, F. (2023). Open educational resources: *Evaluation of students' intention to use and motivation to create*. *British Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.1111/bjet.13313>.
- [8] Tait, A. (2018). Open Universities: the next phase. *Asian Association of Open Universities Journal*, 13(1), 13–23. <https://doi.org/10.1108/aaouj-12-2017-0040>.
- [9] Glennie, J., Harley, K., Butcher, N., & Van Wyk, T. (2012). Open Educational Resources and Change in Higher Education: Reflections from Practice. (Accessed October 24, 2025, from https://teachertaskforce.org/sites/default/files/migrate_default_content_files/col%20online%20learning%20he_1.pdf).
- [10] Allimuthu, N., & Karthick, M. (2025). Open educational resources (OER) in higher education. In: *Higher education 4.0: shaping learning in the digital era*. Karthick M, Kumar A. C. (Eds.). Shanlax Publications, Tamil Nadu, India, ISBN: 978-93-6163-456-7 pp.152-157.
- [11] Werth, E., & Williams, K. (2022). The why of open pedagogy: a value-first conceptualization for enhancing instructor praxis. *Smart Learning Environments*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00191-0>.
- [12] Carey, T., Davis, A., Ferreras, S., & Porter, D. (2015). Using Open Educational Practices to Support Institutional Strategic Excellence in Teaching, Learning & Scholarship. *Open Praxis*, 7(2), 161-171. <https://doi.org/10.5944/openpraxis.7.2.201>.
- [13] Durmuş Şenyapar, H. N., & Bayındır, R. (2024). *Quality assurance in higher education in the 21st century: strategies and practices for new generation universities*. *Higher Education Governance & Policy*, 5(2), 115-133. <https://doi.org/10.55993/hegp.1573331>.
- [14] Katsu, E. (2021). Universities in an Era of Post-Corona “New Order”. In: van't Land, H., Corcoran, A., Iancu, DC. (eds) *The Promise of Higher Education*. pp. 239 – 243. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-67245-4_37.
- [15] Orr, D., M. Rimini and D. Van Damme (2015), *Open Educational Resources: A Catalyst for Innovation, Educational Research and Innovation*, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264247543-en>.
- [16] Mubashar, M., & Qadri. (2018). *Quality Assurance Toolkit for Open and Distance Learning Institutes: A Glimpse of E-Leaners' Perspective*. *Pakistan Journal of Distance and Online Learning* (pp. 1–24). IV(II). (Accessed October 24, 2025, from <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1266923.pdf>).
- [17] *Guidelines for Open Educational Resources (OER) in Higher Education*. (2015). UNESCO and Commonwealth of Learning.
- [18] Jung, E., Bauer, C., & Heaps, A. (2017). Strategic Implementation of Open Educational Resources in Higher Education Institutions. *Educational Technology*, 57(2), 78-84. <https://doi.org/10.2307/44430530>.
- [19] *Open Educational Resources (OER) Policy*. (n.d.). (Accessed October 29, 2025, from https://www.uhi.ac.uk/en/t4-media/one-web/university/about-uhi/governance/policies-and-regulations/policies/UHI_OER_Policy.pdf).
- [20] The Open University. *OpenLearn from The Open University*. OpenLearn. (Accessed October 27, 2025, from <https://www.open.edu/openlearn/>).
- [21] Athabasca University: *Open Courseware*. Athabasca.ca. (Accessed October 29, 2025, from <https://ocw.lms.athabasca.ca>).
- [22] eGyanKosh: Home. [Egyankosh.ac.in](https://egyankosh.ac.in). (Accessed October 26, 2025, from <https://egyankosh.ac.in>).
- [23] ouc digital learning resources centre. [Ouchn.edu.cn](http://en.ouchn.edu.cn). (Accessed October 26, 2025, from <http://en.ouchn.edu.cn/index.php/ouc-digital-learning-resources-centre>).
- [24] *Massive List of Chinese Online Course Platforms in 2023*. (2023, February 6). *The Report by Class Central*. (Accessed October 29, 2025, from <https://www.classcentral.com/report/chinese-mooc-platforms/>).
- [25] *Who we are*. (n.d.). [Www.unisa.ac.za](https://www.unisa.ac.za). (Accessed October 28, 2025, from <https://www.unisa.ac.za/sites/corporate/default/About/Who-we-are>).
- [26] *African & SA OER initiatives*. (2025). [Unisa.ac.za](https://www.unisa.ac.za). (Accessed October 29, 2025, from <https://www.unisa.ac.za/sites/corporate/default/Unisa-Open/African-&SA-OER-initiatives>).

- [27] UP Media and Public Relations Office (2020, October 2). UPOU sharing educational resources and courses for free since 2010 - University of the Philippines. University of the Philippines (Accessed October 24, 2025, from <https://up.edu.ph/upou-sharing-educational-resources-and-courses-for-free-since-2010/>).
- [28] Online Learning Tools | Distance Learning | Open Polytechnic NZ. (2025). Openpolytechnic.ac.nz. (Accessed October 25, 2025, from <https://www.openpolytechnic.ac.nz/study-with-us/study-support-and-resources/online-tools-and-resources/>).
- [29] Searchable Directory of More than 65 Open Universities Worldwide | TeachOnline. (2024, October 29). TeachOnline. (Accessed October 29, 2025, from <https://teachonline.ca/tools-trends/searchable-directories/universities/>).
- [30] Transforming Education Practices Through Open Educational Resources. (n.d.). (Retrieved October 30, 2025, from https://cdhe.colorado.gov/sites/highered/files/2024_Colorado_OER_Report.pdf).

UDC 378.147

Zuo P., E Shiju, Shkvar Ye (Zhejiang Normal University, College of Engineering, Jinhua, P.R. China).

PRIORITIES AND TRADITIONS OF ENGINEERING EDUCATION IN CHINA FROM BACHELOR TO MASTER DEGREE BASED ON THE PERSONAL EXPERIENCE OF A CHINESE STUDENT

Abstract. The article examines the system of engineering education in China from the personal perspective of a student who transitioned from Industrial Design to Mechanical Engineering. It provides an analytical overview of how Chinese universities structure the formation of professional competencies, technical skills, and innovative thinking through a combination of theoretical instruction, laboratory experiments, and project-based learning. Particular attention is paid to the interdisciplinary relationship between design and mechanics, as well as to the process of mastering fluid dynamics and its role in modern engineering research. The paper highlights the importance of integrating creativity with analytical reasoning and demonstrates the advantages and challenges of changing academic specialization during graduate education. The study also reflects on the traditions and transformation trends of Chinese engineering education in the context of the national development strategy "Made in China 2025," emphasizing the balance between theory, practice, and innovation in training modern engineers.

Keywords: engineering education, modern engineering, industrial design, mechanical design, fluid mechanics, turbulent flow control, interdisciplinary learning.

Анотація. У статті розглянуто систему інженерної освіти Китаю з позицій особистого досвіду студента, який здійснив перехід від промислового дизайну до машинобудування. Наведено аналітичну оцінку формування професійних компетентностей, технічних умінь та інноваційного мислення у процесі навчання в китайських університетах, що поєднують теоретичну підготовку, лабораторні експерименти та проєктно-орієнтоване навчання. Особливу увагу приділено міждисциплінарним зв'язкам між дизайном і механікою, а також процесу опанування гідродинаміки як одного з ключових напрямів сучасних інженерних досліджень. У роботі показано значення поєднання креативного мислення з аналітичним підходом і визначено переваги та труднощі зміни спеціалізації під час магістерського навчання. Розглянуто традиції та тенденції трансформації інженерної освіти Китаю у контексті національної стратегії «Made in China 2025», що підкреслює необхідність гармонійного поєднання теорії, практики та інновацій у підготовці сучасних інженерів.

Ключові слова: інженерна освіта, сучасна інженерія, промисловий дизайн, машинобудування, гідродинаміка, управління турбулентними течіями, міждисциплінарність.

1. INTRODUCTION (BASIC DESCRIPTION OF LEARNING APPROACHES, PRIORITY AREAS AND RELEVANCE)

Mechanical engineering has always been my major of choice, and after graduating from my bachelor's program in Industrial Design, I decided to continue my studies at the master's level in the field of Mechanical Engineering. This transition was not accidental—it was a natural outcome of my growing interest in mechanical systems, product functionality, and engineering design principles that I encountered during my undergraduate studies. While Industrial Design helped me develop creativity, aesthetic awareness, and human-centered thinking, it also made me realize that true innovation in product development requires a deep understanding of mechanics, materials, and structural behavior.

China's engineering education system places strong emphasis on both theoretical foundations and practical applications. From the undergraduate level, students are trained through a combination of classroom instruction, laboratory experiments, and project-based learning. The priority areas of mechanical engineering in China have expanded rapidly in recent years, covering intelligent manufacturing, automation, robotics, renewable energy systems, and fluid mechanics. These areas are directly aligned with the national strategies such as “Made in China 2025” and the pursuit of sustainable development.

In my view, one of the most distinctive features of Chinese mechanical engineering education is its focus on integrating theory with practice. Students are encouraged not only to master analytical methods and mathematical modeling but also to apply these principles to real-world engineering problems. This approach develops strong problem-solving skills and adaptability, which are essential for research and industrial innovation.

Furthermore, the relevance of mechanical engineering education continues to grow as industries increasingly rely on multidisciplinary collaboration. The convergence of mechanics, computer science, and materials engineering opens new opportunities for advanced product design and fluid dynamics research. For me personally, pursuing a master's degree in mechanical design is not only a continuation of academic learning but also a necessary step toward contributing to engineering innovations that can improve efficiency, safety, and sustainability in modern manufacturing systems.

2. MY BACHELOR'S DEGREE AND THE DECISION TO GET A MASTER'S DEGREE IN MECHANICAL DESIGN AND ROBOTICS (REASONS, ADVANTAGES, DIFFICULTIES, PROSPECTS)

During my undergraduate studies in Industrial Design at Anhui Polytechnic University [1] (Fig. 1), I gained systematic training in product design theory, computer-aided design (CAD), and user-centered design methods. The curriculum included courses such as Design Sketching, 3D Modeling, Product Structure Design, and Human–Machine Interaction. These courses not only improved my ability to visualize complex structures but also strengthened my understanding of how design decisions affect a product's performance and usability.



Fig. 1 Anhui Polytechnic University

In addition to classroom learning, I participated in several practical projects that involved conceptual design, model making, and prototype testing. These experiences taught me how to transform an abstract idea into a tangible product through iterative design and evaluation. I also learned to use engineering software such as SolidWorks and Rhino, which later became essential tools in my graduate research.

Through this process, I gradually realized that effective product design requires not only aesthetic creativity but also a deep understanding of mechanical principles. This realization motivated me to continue my studies in mechanical engineering at the graduate level, where I could explore how technical analysis and design innovation work together.

My topic of undergraduate research was the design of an intelligent inspection drone for agricultural crops (Fig. 2). The main idea of this project was to create a drone capable of autonomously monitoring crop growth and detecting potential issues such as pest infestation, irregular irrigation, or nutrient imbalance. My undergraduate thesis focused on the industrial design of the drone — including its overall appearance, structural form, ergonomics, and user interaction interface.



Fig. 2. Conceptual design rendering of the intelligent inspection drone for agricultural crops

Through this experience, I developed a strong interest in the functional and mechanical aspects of design. While my industrial design background provided me with creativity and aesthetic sensibility, I gradually realized that product innovation also depends on deep mechanical understanding —such as aerodynamics, material strength, and structural dynamics. For instance, during the design process of the drone's outer shell, I faced challenges in reducing its overall weight while ensuring adequate structural strength and stability. Through this experience, I realized that my understanding of mechanics and design optimization was still limited, which motivated me to strengthen my knowledge in these areas.

In addition to my graduation project, the courses and practical training I took during my undergraduate studies deepened my understanding of product functionality and technical feasibility. These experiences strengthened my desire to move beyond surface-level design and engage in mechanical design research, where creativity and engineering analysis intersect. I gradually began to view mechanical engineering not merely as a technical discipline but as a bridge between innovative ideas and their practical realization.

Therefore, after completing my bachelor's degree, I decided to pursue a master's degree in Mechanical Engineering. My goal is to acquire solid theoretical foundations in mechanics and fluid dynamics, combined with hands-on experience in simulation, modeling, and experimental methods. I believe this academic transition will enable me to integrate my design thinking with engineering principles, preparing me to contribute to future developments in intelligent systems and mechanical innovation.

3. MY CURRENT GRADUATION RESEARCH PROGRAM (REASONS, ADVANTAGES, DIFFICULTIES, PROSPECTS)

After entering the master's program in Mechanical Engineering at Zhejiang Normal University [1] (Fig. 3), I had the opportunity to discuss research directions with my supervisor, Professor Shkvar Ye., who works in both fluid mechanics and computer vision. After careful consideration, I chose to focus on fluid mechanics and, first of all, turbulent flows modeling and control [2], as my main research area. The decision was based on my strong interest in understanding the physical laws that govern motion, as well as the wide range of engineering applications of fluid dynamics in fields such as aerospace, energy systems, and environmental engineering. I believe that mastering the principles of fluid mechanics will provide me with a solid foundation for conducting innovative research in mechanical design and related interdisciplinary areas.



Fig. 3 Zhejiang Normal University

One major advantage of my current research program is the broad applicability of fluid mechanics. This field plays a vital role in many industries, including aerospace, energy, and environmental engineering, and provides a strong theoretical foundation for solving real-world engineering problems. Studying fluid flow and simulation helps to connect fundamental physics with practical design. At the same time, my background in industrial design gives me creativity and visualization ability, allowing me to approach mechanical problems from both analytical and design perspectives. This combination strengthens my potential to produce innovative and practical research outcomes. And, of course, one of my main goals is to get a theoretical basis for further development and improvement of the aerodynamic design of drones in order to become an expert in this promising area and consistently develop it.

However, as a student who changed disciplines, I also face considerable difficulties. My previous training did not include in-depth courses in mechanics, such as Theoretical Mechanics, Mechanics of Materials, or Engineering Dynamics. As a result, I need to spend additional time strengthening my theoretical foundation. At present, I am studying these subjects through online platforms. I also attend undergraduate mechanics classes that do not conflict with my graduate schedule to consolidate my understanding through formal coursework.

Looking ahead, my prospects for research focus on combining theoretical learning with computational methods. I plan to explore numerical simulation techniques, such as CFD (Computational Fluid Dynamics), to model and analyze fluid behavior under various conditions. This approach will not only help me deepen my understanding of fundamental principles but also allow me to contribute to practical applications, such as aerodynamic optimization and heat transfer analysis.

In the long term, I hope that my master's research will serve as a bridge between my design background and advanced mechanical engineering knowledge. By developing solid analytical skills and maintaining a creative approach to problem-solving, I aim to participate in interdisciplinary projects that integrate design, simulation, and intelligent systems — contributing to the future development of engineering education and technological innovation.

4. CONCLUSIONS

My journey from Industrial Design at the undergraduate level to Mechanical Engineering at the master's level has given me a deeper understanding of the philosophy and value of

engineering education in China. This transition not only allowed me to expand my academic vision but also helped me realize the importance of interdisciplinary integration — the combination of creativity and analytical reasoning that lies at the heart of modern engineering innovation.

Chinese engineering education has provided me with a structured and systematic learning environment that emphasizes both theoretical knowledge and practical experience. The combination of lectures, laboratory experiments, and project-based learning has trained me to approach problems from multiple perspectives and to value the connection between theory and real-world application. The academic atmosphere also encourages self-discipline and perseverance, qualities that are essential for success in research and engineering practice.

At the same time, I believe that Chinese engineering education is in a period of transformation and continuous improvement. While the system is already strong in providing solid theoretical training, there is still potential to further encourage creativity, critical thinking, and international collaboration. These elements will help students not only absorb existing knowledge but also generate new ideas and innovations that can contribute to global technological progress.

For myself, this educational experience has laid the foundation for my future career in mechanical design and fluid mechanics. I have learned that successful engineering requires both precision and imagination — the ability to analyze and to create. My goal is to continue improving my skills in theoretical analysis, computational simulation, and experimental research, while maintaining the design-oriented mindset that I developed during my undergraduate studies.

In conclusion, the combination of rigorous engineering education, supportive mentorship, and continuous self-improvement has prepared me to face the challenges of modern mechanical research. I hope to apply what I have learned to contribute not only to my field of study but also to the broader mission of advancing engineering education and innovation in China.

REFERENCES

1. [Top Universities in China, 2025 Chinese University Ranking \(4icu.org\)](https://www.4icu.org/rankings/china/2025/)
2. Shkvar Ye. Combined methods of turbulent flow control using artificial generation of near-wall vorticity. *Proceedings of the 10th Thermal & Fluids engineering conference, George Washington University ASTFE, USA, March 9-14, 2025 pp. 1495-1500*
<http://dx.doi.org/10.1615/TFEC2025.tfl.056223>

УДК 378.147:005.32

Андрієнко С.А., (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна).

ОСВІТНЯ ПОЛІТИКА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ: ПРИФРОНТОВІ ТЕРИТОРІЇ ЯК ВИКЛИК ДЛЯ СИСТЕМИ ОСВІТИ.

Анотація. У статті досліджено психологічні чинники, що впливають на процес прийняття управлінських рішень в освітніх організаціях. Обґрунтовано необхідність урахування емоційного стану, когнітивних механізмів та інтуїтивних процесів під час формування стратегічних і тактичних рішень у системі освіти. Визначено, що традиційні раціоналістичні моделі прийняття рішень не враховують складності освітнього середовища, де невизначеність та людський фактор є визначальними. Розкрито роль евристичних підходів, які ґрунтуються на педагогічному досвіді та професійній інтуїції, у забезпеченні ефективності управління в умовах змін. Проаналізовано взаємозв'язок між емоційним компонентом керівника, його когнітивними особливостями та

результативністю управлінських рішень. Зроблено висновок, що розуміння психологічних механізмів прийняття рішень сприяє підвищенню якості освітнього менеджменту та створенню умов для сталого розвитку освітніх інституцій.

Ключові слова: управлінські рішення, психологічні фактори, евристичні методи, освітній менеджмент, когнітивні механізми, емоційний інтелект.

Abstract. The article explores the psychological factors influencing decision-making processes in educational organizations. It substantiates the importance of considering emotional states, cognitive mechanisms, and intuitive processes when forming strategic and tactical decisions in the education system. Traditional rationalist decision-making models are shown to be insufficient for analyzing complex educational environments, where uncertainty and the human factor are crucial. The role of heuristic approaches—based on pedagogical experience and professional intuition—is highlighted as essential for effective management in conditions of constant change. The interrelation between the leader's emotional component, cognitive features, and decision-making effectiveness is analyzed. The study concludes that understanding the psychological mechanisms of managerial decision-making improves the quality of educational management and contributes to the sustainable development of educational institutions.

Keywords: managerial decisions, psychological factors, heuristic methods, educational management, cognitive mechanisms, emotional intelligence.

Сучасна освітня система характеризується високим рівнем невизначеності, що зумовлює необхідність розуміння психологічних механізмів прийняття управлінських рішень. Керівники освітніх закладів щодня стикаються з ситуаціями, які потребують швидкого реагування в умовах обмеженої інформації та множинних критеріїв оцінювання.

Традиційні раціоналістичні підходи до прийняття рішень, засновані на математичних моделях та теорії ігор, виявляються недостатніми для аналізу реальних управлінських ситуацій в освіті. Дослідження показують, що вибір освітніх стратегій, програм розвитку чи кадрових рішень значною мірою залежить від суб'єктивних факторів, а вихідна інформація залишається частково невизначеною [1].

Ключову роль у процесі прийняття управлінських рішень відіграють психологічні фактори:

Емоційний компонент. Почуття керівника можуть суттєво впливати на сприйняття інформації, аналіз даних та кінцеві висновки. Для освітніх менеджерів критично важливо усвідомлювати, як емоційний стан може спотворювати оцінки та порушувати баланс між інтуїцією і логікою.

Когнітивні механізми. Спосіб фільтрації інформації, концентрації уваги, збереження досвіду та аналізу даних безпосередньо формує основу для вибору управлінських стратегій.

У контексті сучасної освіти особливої актуальності набуває **евристичний підхід** до прийняття рішень. На відміну від суто аналітичних методів, які вимагають значного часу та ресурсів, евристика дозволяє швидко знаходити практичні рішення в умовах невизначеності. Це особливо важливо в освітньому середовищі, де гнучкість і адаптивність часто визначають успіх впровадження інновацій [2].

Ефективність евристичного методу полягає в його орієнтації на професійний досвід, педагогічну інтуїцію та прості правила, які допомагають уникнути "паралічу аналізу". Такі рішення не завжди ідеальні, але вони дають змогу діяти оперативно, мінімізуючи ризики та використовуючи ключові сигнали освітнього середовища.

Висновок. Управлінські рішення в освіті рідко ґрунтуються виключно на раціональному розрахунку. Емоції, досвід та інтуїція нерідко відіграють вирішальну роль, роблячи процес прийняття рішень складним багатокомпонентним явищем [3]. Кожен управлінський вибір в освітньому закладі являє собою унікальний баланс між раціональними аргументами, професійним досвідом та емоційним станом керівника.

Розуміння цих механізмів сприяє підвищенню якості освітнього менеджменту та забезпечує доступність якісної освіти для всіх учасників освітнього процесу.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Beach L. R., Connolly T. *The Psychology of Decision Making: People in Organizations* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage Publications, Inc., 2013. 312 p.
2. Близнюкова О. М., Галушко Л. Я., Мельничук І. Я. Прийняття управлінських рішень як процес: можливості застосування фасилітації. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Психологія*. 2022. № 2. С. 100–103.
3. Хромушина Л. А. Ключові психологічні аспекти прийняття управлінських рішень в менеджменті. *Стратегія розвитку України: фінансово-економічний та гуманітарний аспекти : матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. (Київ, 2024). У 2 ч. Ч. 2. Київ : Інтерсервіс, 2024. С. 714–715.*

УДК 37.014.5:005.21

Андрієнко С.А., Кононенко Я.В. (Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна, м. Харків, Україна).

ПСИХОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В ОСВІТНЬОМУ МЕНЕДЖМЕНТІ.

Анотація. У статті проаналізовано сучасний стан освітньої політики України в умовах воєнного стану, зокрема в прифронтових регіонах. Визначено, що система освіти стала ключовим елементом підтримки соціальної стабільності, збереження людського потенціалу та психологічної стійкості населення. Розглянуто проблеми доступності якісної освіти на територіях, що зазнають постійних безпекових загроз, а також проаналізовано державні заходи з фінансування, інфраструктурної підтримки, цифровізації та підвищення кваліфікації педагогічних кадрів. Показано, що прифронтові регіони виконують роль своєрідного тесту на ефективність освітньої системи, демонструючи не лише її вразливість, але й здатність до адаптації та розвитку через партнерство держави, місцевих громад і міжнародних донорів. Визначено пріоритетні напрями державної освітньої політики на період відновлення — від реконструкції інфраструктури до забезпечення психолого-педагогічного супроводу учасників освітнього процесу. Зроблено висновок, що саме освіта є критичним чинником стійкості суспільства в умовах невизначеності.

Ключові слова: освітня політика, прифронтові регіони, освітня інфраструктура, державне управління, цифровізація освіти, соціальна стійкість.

Abstract. The article analyzes the current state of Ukraine's educational policy under martial law, focusing on frontline regions. It highlights the education system as a crucial element in maintaining social stability, preserving human potential, and supporting psychological resilience. The study addresses the challenges of ensuring access to quality education in areas affected by ongoing security threats and examines governmental measures related to funding, infrastructure support, digitalization, and teacher professional development. Frontline territories are viewed as a test of the effectiveness of the educational system, revealing both its vulnerabilities and its adaptability through cooperation between the state, local communities, and international donors. The paper outlines priority directions for national educational policy during the recovery period—from infrastructure reconstruction to psychological and pedagogical support for participants in the educational process. It concludes that education acts as a fundamental factor of social resilience and long-term stability in times of uncertainty.

Keywords: educational policy, frontline regions, educational infrastructure, public administration, digitalization, social resilience.

Система освіти завжди була одним із ключових елементів державної політики, що забезпечує стабільність суспільства та формує майбутнє нації. В умовах воєнних дій, внутрішніх переміщень мільйонів громадян та глибоких соціально-економічних змін, що відбуваються в Україні, роль освітніх інституцій істотно зросла. Вони не лише виконують функції навчання та виховання, а й стають одним із головних механізмів підтримки соціальної стабільності та психологічної підтримки на місцевому рівні [2].

Доступність якісної освіти в Україні традиційно належить до найважливіших напрямів державної політики, оскільки від неї безпосередньо залежить рівень соціальної стабільності та майбутнє країни. Ефективність реалізації освітніх програм значною мірою визначається обсягами та структурою бюджетних видатків, а також їх відповідністю реальним потребам учасників освітнього процесу [1].

Таблиця 1 Порівняння планових та фактичних видатків держбюджету на освіту у 2023 році

Показник	План 2023 рік, млрд грн	Факт 2023 рік, млрд грн	Відхилення, млрд грн
Загальна середня освіта	156,4	154,8	-1,6
Професійно-технічна освіта	8,2	7,9	-0,3
Вища освіта	52,3	51,7	-0,6
Позашкільна освіта	4,5	4,3	-0,2
Разом	221,4	218,7	-2,7

Джерело: адаптовано на основі [3].

Аналіз наведених даних свідчить, що фактичні видатки державного бюджету на освіту у 2023 році лише незначно відхилялися від запланованих показників, що вказує на відносну стабільність фінансування освітньої сфери навіть в умовах воєнного стану.

Попри відносну стабільність фінансування на загальнодержавному рівні, ситуація в прифронтових регіонах України залишається значно складнішою. Саме тут освітні виклики набувають найбільш гострого характеру через постійні міграційні процеси, руйнування освітньої інфраструктури та підвищений рівень психологічної напруги серед учасників освітнього процесу.

Прифронтові території як тест на ефективність освітньої системи

Прифронтові території України сьогодні є зонами найвищого освітнього навантаження. В умовах постійної небезпеки, руйнування шкільної інфраструктури й обмежених ресурсів держави освітні заклади у цих регіонах змушені діяти в режимі підвищеної адаптивності.

Держава активно впроваджує програми підтримки освіти у прифронтових регіонах:

Підтримка учнів та студентів: понад 674 тисячі дітей забезпечені безкоштовними обідами, для вступників з цих регіонів діють освітні гранти, що сприяє доступності вищої освіти незалежно від матеріального становища сімей.

Підтримка педагогічних працівників: молодим вчителям у селах виплачують 200 тис. грн "підйомних", доплачують 20% до зарплати педагогам, які працюють у прифронтових громадах. Це стимулює залучення та утримання кваліфікованих кадрів в освітній системі регіонів [4].

Інфраструктурна підтримка: активне будівництво укриттів у школах, забезпечення безпечних умов навчання, відновлення пошкоджених освітніх закладів, що є критично важливим для забезпечення доступності освіти.

Цифровізація освіти: розвиток дистанційних форм навчання, забезпечення інтернет-з'єднанням, що дозволяє зберегти безперервність освітнього процесу навіть за відсутності можливості очного навчання.

Водночас держава працює над підвищенням якості освіти через програми професійного розвитку педагогів, впровадження інноваційних методів навчання та забезпечення сучасним обладнанням освітніх закладів.

В недалекому майбутньому уряд разом із регіонами і громадами готує нові пакети підтримки освітньої сфери, насамперед повне відновлення критичної освітньої інфраструктури та створення безпечних умов для якісного навчання.

Висновок

Прифронтові регіони є своєрідним "тестом" для всієї освітньої системи України. Вони демонструють не лише слабкі місця у функціонуванні освітніх інституцій, а й потенціал до саморганізації та партнерства між державою, громадами й міжнародними донорами. Забезпечення доступності, якості та визнання освіти на цих територіях має стати ключовим елементом загальної стратегії освітньої політики країни у період воєнних і повоєнних викликів. Саме через призму ефективності роботи освітньої системи у найскладніших умовах можна оцінити реальну спроможність держави гарантувати конституційне право кожного громадянина на якісну освіту.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Белова І. М., Семенишена Н. В. Суть, основні напрями та функції соціального захисту населення. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2021. № 34. С. 92–107.
2. Диха М. В. Соціальна сфера України в контексті забезпечення соціальної безпеки. *Економіка і суспільство*. 2020. № 21.
3. Закон України «Про Державний бюджет на 2023 рік». Міністерство фінансів України. URL: <https://www.ukrinform.ua/> (дата звернення: 22.10.2025).
4. Міністерство освіти і науки України. Офіційний сайт. URL: <https://mon.gov.ua/> (дата звернення: 22.10.2025).

УДК 621.313

Бабаш А.В., Артем'єв А.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ОСОБЛИВОСТІ ГЕНЕРАЦІЇ ШІМ СИГНАЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ МІКРОКОНТРОЛЕРА STM32F4 (STM32F4DISCOVERY)

Анотація. Наведено опис загального алгоритму для генерації ШІМ сигналу з використанням налагоджувального комплексу STM32F4Discovery. Показано особливості налаштувань таймера для генерації сигналу ШІМ. Наведено спосіб визначення частоти тактування таймера за допомогою Excel файлу STM32F4xx_Clock_Configuration. Наведено результати генерації ШІМ сигналів на виходах налагоджувального комплексу STM32F4Discovery. Показано результати та особливості генерації синусоїдального сигналу. Наведено інтерфейс та

фрагмент програмного коду Windows додатку для керування скважністю ШІМ на мікроконтролері STM32F4 з персонального комп'ютера.

Ключові слова: алгоритм, прошивка, таймер, ШІМ, програма, генерація.

Abstract. A description of the general algorithm for generating a PWM signal using the STM32F4Discovery development kit is provided. The features of timer settings for PWM signal generation are shown. The method for determining the timer clock frequency using the STM32F4xx_Clock_Configuration Excel file is given. The results of PWM signal generation at the outputs of the STM32F4Discovery development kit are presented. The results and features of sinusoidal signal generation are considered. The interface and a fragment of the Windows application code for controlling PWM duty cycle on the STM32F4 microcontroller from a personal computer are provided.

Keywords: algorithm, firmware, timer, PWM, program, generation.

ВСТУП

Для живлення установок електроприводу змінного струму широко використовують інвертори напруги.

Забезпечення високої якості електричної енергії на вході та (або) виході досягається використанням різних видів широтно-імпульсної модуляції (ШІМ) [1]. ШІМ (pulse-width modulation) – імпульсний сигнал постійної частоти та змінної скважності, тобто відношення періоду слідування імпульсу до його тривалості.

Регулювання скважності (тривалості імпульсів) можна змінювати середню напругу на виході ШІМ [2].

Мета роботи – розробка алгоритму, методики для реалізації ШІМ сигналу різних форм з використанням налагоджувальної плати STM32F4discovery.

Задачі дослідження:

- проведення літературного огляду;
- ознайомлення з документацією, характеристиками та можливостями налагоджувальної плати STM32F4Discovery [3];
- ознайомлення з режимами роботи портів введення-виведення таймерів мікроконтролера STM32F4Discovery;
- налаштування таймерів для генерації ШІМ сигналів різної форми.

Об'єкт дослідження – налагоджувальна плата STM32F4Discovery.

Предмет дослідження – генерація та дослідження різних сигналів за допомогою широтно-імпульсної модуляції.

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ШІМ СИГНАЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ STM32F4DISCOVERY

Алгоритм налаштувань для генерації ШІМ сигналів [4] з використанням STM32 у загальному вигляді приведений на рис. 1.

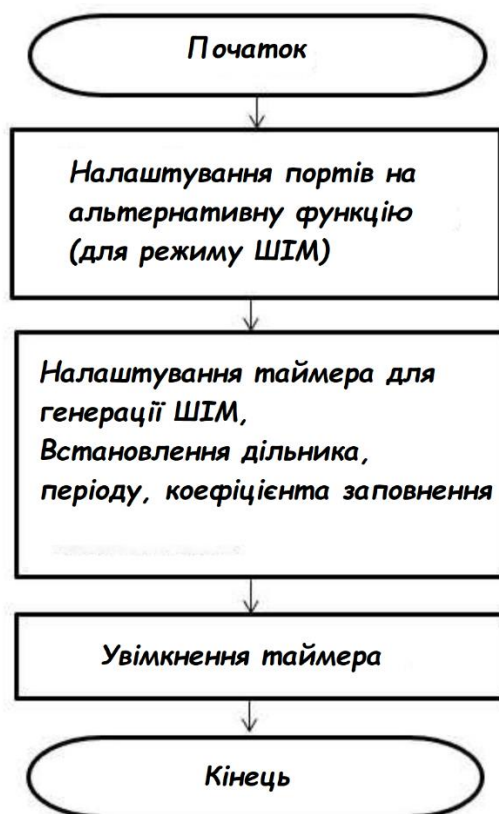


Рис.1 – Алгоритм налаштувань для генерації ШІМ сигналів

У мікроконтролерах STM32F4Discovery таймер для формування ШІМ може використовувати лише певні порти, які вказані в документації. Таймер TIM4 має 4 канали ШІМ (рис. 2)

PD12	FSMC_A17/ TIM4_CH1/ USART3_RTS	59	-	-	-	-	GREEN	-	-	-	-	-	-	-	44
PD13	FSMC_A18/ TIM4_CH2	60	-	-	-	-	ORANGE	-	-	-	-	-	-	-	45
PD14	FSMC_D0/ TIM4_CH3	61	-	-	-	-	RED	-	-	-	-	-	-	-	46
PD15	FSMC_D1/ TIM4_CH4	62	-	-	-	-	BLUE	-	-	-	-	-	-	-	47

Рис.2 – Канали таймера TIM4 для генерації ШІМ

Щоб отримати ШІМ-сигнал потрібної частоти та з бажаним коефіцієнтом заповнення, від якого залежить величина середньої вихідної напруги, потрібно налаштувати спеціальні регістри таймера.

Це регістр періоду таймера ARR (тобто час його спрацювання) та регістр захоплення-порівняння CCR.

Перший регістр відповідає за частоту ШІМ, другий – за коефіцієнт заповнення. Для кожного каналу ШІМ свій регістр захоплення-порівняння. Відповідно CCR1, CCR2, CCR3, CCR4 для кожного каналу. Кожен таймер тактується шиною певної частоти. Її можна визначити, запустивши файл Excel STM32F4xx_Clock_Configuration. Частота мікроконтролера 168 МГц. Частота таймера TIM4 – 84 МГц (рис. 3).

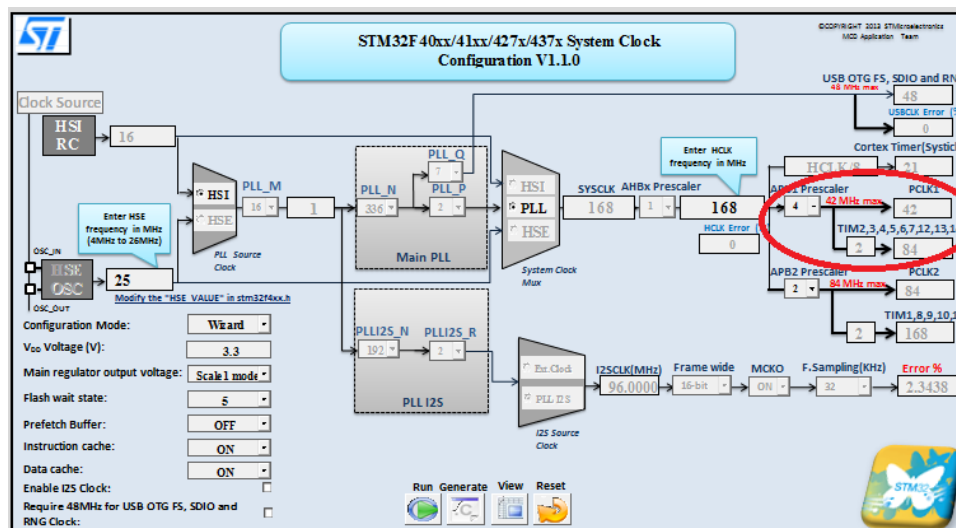


Рис.3 – Файл конфігурації Excel STM32F4xx_Clock_Configuration

Перед дільник (регістр TIM_PSC) будь-якого таймера служить для налаштування кількості тактів таймера. За замовчуванням на TIM4 подається частота 84 МГц. Тобто за замовчуванням таймер виробить 84 мільйони тактів за 1 секунду. Перед дільник дозволяє налаштувати частоту тактування таймера (тобто він ділить основну частоту, у даному випадку 84 МГц). Формула для розрахунку значення перед дільника має вигляд (1)

$$PSC = \frac{TIMxCLK}{TIMxCNT} - 1 = 84000000 / 1000000 - 1 = 84 - 1, \quad (1)$$

де PSC – значення переддільника, TIMxCLK – вхідна частота роботи таймера, TIMxCNT – частота лічильника.

Для отримання необхідної вихідної частоти сигналу ШІМ слід записати значення в регістр ARR, яке отримується з наступного розрахункового співвідношення (2)

$$ARR\_VAL = \frac{TIMxCNT}{TIMx\_out\_freq} - 1 = 1000000 / 100 - 1 = 10000 - 1 \quad (2)$$

де ARR_VAL – значення для запису в регістр ARR, TIMxCNT – частота лічильника=1000000, TIMx_out_freq – потрібна вихідна частота ШІМ (для прикладу 100 Гц або 0,01 мс).

Останнім етапом є встановлення потрібного коефіцієнта заповнення, що забезпечить необхідне значення напруги на виході. Це налаштування здійснюється за допомогою регістра захоплення/порівняння (capture/compare register, CCRx), виходячи з наступного співвідношення (3)

$$D = \frac{CCRx\_VAL}{ARR\_VAL} \times 100\% \Leftrightarrow CCRx\_VAL = D \times ARR\_VAL / 100\% = 100 \times 10000 / 100 = 10000 \quad (3)$$

де D – коефіцієнт заповнення (у нашому прикладі 100%, тобто визначимо максимальне число, при якому весь період буде заповнений сигналом), CCRx_VAL – значення в регістрі CCRx (x – номер регістру для конкретної лінії), ARR_VAL – значення для запису в регістр ARR. У регістр CCRx_VAL записуємо значення в діапазоні [0..10000]. Відповідно буде змінюватися інтенсивність світіння користувачських світлодіодів залежно від значення

CCR_x_VAL. Таким чином можна змінювати скважність кожного каналу ШІМ, записавши в регістри CCR1, CCR2, CCR3, CCR4 різні значення. Отримати сигнал ШІМ за допомогою таймера TIM4 можна на виводах порту D - PD12, PD13, PD14, PD15 відповідно до документації (рис. 4).

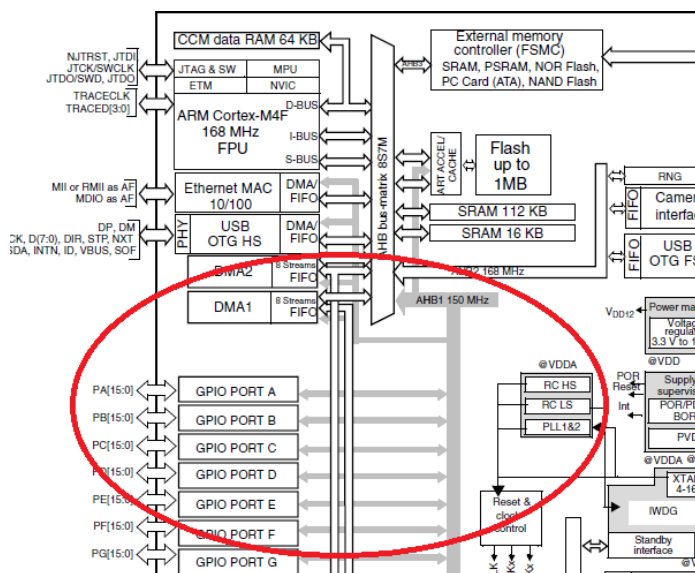


Рис.4 – Налаштування портів на альтернативну функцію ШІМ

За замовчуванням усі порти вимкнені для зниження енергоспоживання мікроконтролера. Спочатку їх потрібно увімкнути. З документації видно, що порт D отримує тактові імпульси від шини АНВ1. Режим роботи порту альтернативний – це означає, що виводи цього порту будуть використовувати таймер для формування сигналу ШІМ. Для написання та прошивки програми в мікроконтролер використано вільне середовище розробки Atollic True Studio [5].

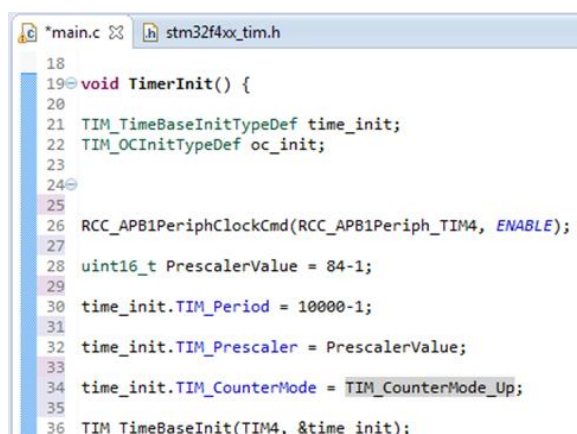
Програмний код для налаштування порту вводу-виводу D для використання його таймером TIM4 наведений на рис. 5.

```

93
94 void GPIOInit() {
95     GPIO_InitTypeDef gpio_init;
96
97
98     RCC_AHB1PeriphClockCmd(RCC_AHB1Periph_GPIOD, ENABLE);
99
100     gpio_init.GPIO_Pin = GPIO_Pin_12 | GPIO_Pin_13 | GPIO_Pin_14 | GPIO_Pin_15;
101     gpio_init.GPIO_Mode = GPIO_Mode_AF;
102     gpio_init.GPIO_Speed = GPIO_Speed_100MHz;
103     gpio_init.GPIO_OType = GPIO_OType_PP;
104     gpio_init.GPIO_PuPd = GPIO_PuPd_UP;
105     GPIO_Init(GPIOD, &gpio_init);
106
107     GPIO_PinAFConfig(GPIOD, GPIO_PinSource12, GPIO_AF_TIM4);
108     GPIO_PinAFConfig(GPIOD, GPIO_PinSource13, GPIO_AF_TIM4);
109     GPIO_PinAFConfig(GPIOD, GPIO_PinSource14, GPIO_AF_TIM4);
110     GPIO_PinAFConfig(GPIOD, GPIO_PinSource15, GPIO_AF_TIM4);
111 }

```

Рис.5 – Програмний код для налаштування порту вводу-виводу D
Фрагмент коду для налаштування таймера TIM4 наведений на рис. 6.



```

18
19 void TimerInit() {
20
21     TIM_TimeBaseInitTypeDef time_init;
22     TIM_OCInitTypeDef oc_init;
23
24
25
26     RCC_APB1PeriphClockCmd(RCC_APB1Periph_TIM4, ENABLE);
27
28     uint16_t PrescalerValue = 84-1;
29
30     time_init.TIM_Period = 10000-1;
31
32     time_init.TIM_Prescaler = PrescalerValue;
33
34     time_init.TIM_CounterMode = TIM_CounterMode_Up;
35
36     TIM_TimeBaseInit(TIM4, &time_init);

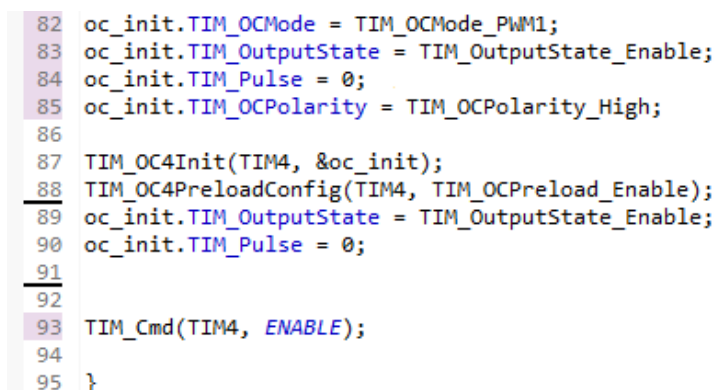
```

Рис.6 – Налаштування таймера TIM4

При записі будь-яких значень у регістри таймера потрібно враховувати, що ці регістри шістнадцяти розрядні, тобто максимально можливе число, яке можна встановити у змінні — 0xFFFF (65535).

При встановленні значення, більшого ніж 65535, можливі проблеми при налаштуванні параметрів таймера. Іншими словами, таймер може працювати неправильно.

Наведено фрагмент програмного коду на мові C для налаштування каналу №4 таймера TIM4. Після виконання всіх налаштувань таймер необхідно увімкнути, інакше жодної генерації ШІМ на виході не буде (рис. 7).



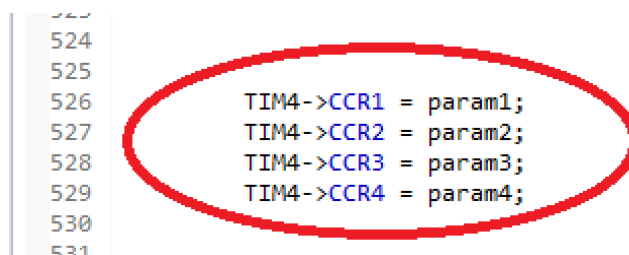
```

82     oc_init.TIM_OCMode = TIM_OCMode_PWM1;
83     oc_init.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
84     oc_init.TIM_Pulse = 0;
85     oc_init.TIM_OCPolarity = TIM_OCPolarity_High;
86
87     TIM_OC4Init(TIM4, &oc_init);
88     TIM_OC4PreloadConfig(TIM4, TIM_OCPreload_Enable);
89     oc_init.TIM_OutputState = TIM_OutputState_Enable;
90     oc_init.TIM_Pulse = 0;
91
92
93     TIM_Cmd(TIM4, ENABLE);
94
95 }

```

Рис.7 – Налаштування таймера TIM4 для генерації ШІМ

Фрагмент коду (рис. 8) задає скважність ШІМ кожного каналу за допомогою змінних param1, param2, param3, param4 відповідно. Значення змінних мікроконтролер отримує від персонального комп'ютера.



```

524
525
526     TIM4->CCR1 = param1;
527     TIM4->CCR2 = param2;
528     TIM4->CCR3 = param3;
529     TIM4->CCR4 = param4;
530
531

```

Рис.8 – Встановлення скважності сигналу ШІМ
ГЕНЕРАЦІЯ СИГНАЛУ ШІМ

Додаток для керування коефіцієнтом заповнення ШІМ кожного каналу, розроблений з використанням мови програмування C# (SharpDeveloper). Інтерфейс додатку наведено на рис. 9.

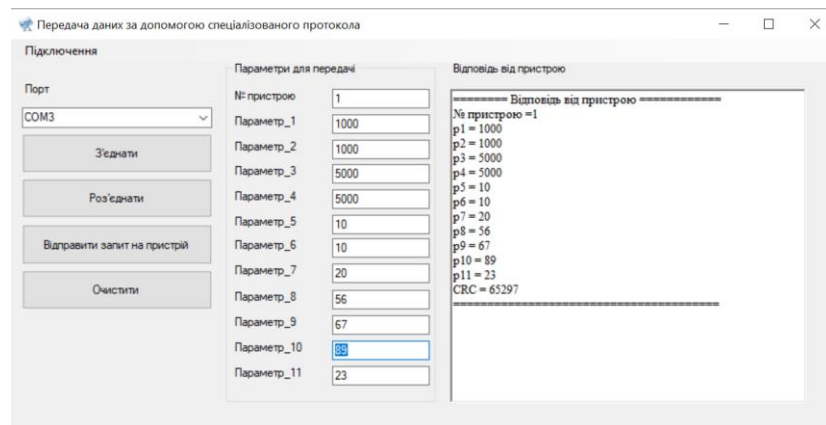


Рис.9 –Інтерфейс додатку для встановлення скважності сигналу ШІМ

Фрагмент програмного коду додатку, за допомогою якого встановлювалася скважність ШІМ кожного каналу таймера наведена на рис. 10

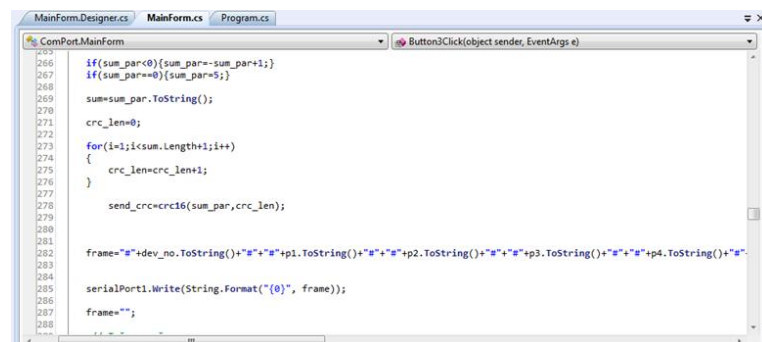


Рис.10 – Фрагмент програмного коду Windows додатку

Результати генерації ШІМ сигналу з використанням STM32F4Discovery наведені на рис. 11.

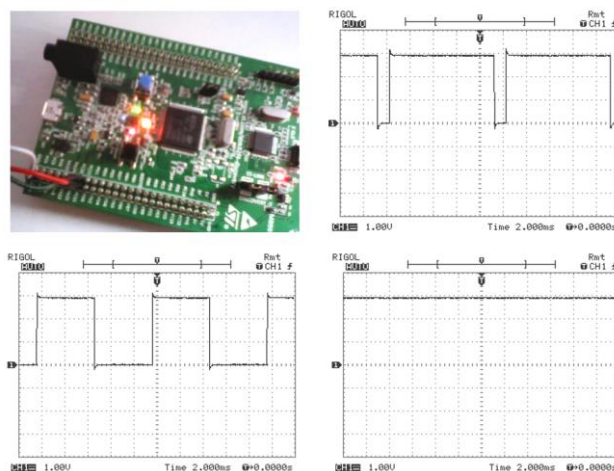


Рис.11 – Результати генерації ШІМ сигналу

ГЕНЕРАЦІЯ СИНУСОЇДАЛЬНОГО СИГНАЛУ ШІМ

Шляхом зміни коефіцієнта заповнення регістра CCRx таймера при незмінному періоді таймера можна отримати модуляційний сигнал будь-якої форми. Як приклад сформовано сигнал синусоїдальної форми з частотою 50 Гц. Формування синусоїди здійснюється окремими напівперіодами, тобто один напівперіод буде виводитися на один канал, інший напівперіод — на інший канал ШІМ таймера. У регістр захоплення порівняння CCRx буде завантажуватися наступне значення масиву значень синусоїди за перериванням. Масив синусоїдального сигналу складається з 40 точок на напівперіод. Формування ШІМ синусоїди здійснюється за допомогою таймера TIM1. Частота нашої синусоїди 50 Гц, відповідно період 0,02 с. Оскільки синусоїдальний сигнал формується по півперіодах, період ділиться на 2 і отримуємо значення півперіоду 0,01 с. Півперіод містить 40 точок для формування синусоїди, тому значення півперіоду ділимо на 40. Значення періоду таймера 0,00025 с. Після цього потрібно налаштувати період таймера TIM1 відповідно до завдання. За розрахунками виходить, що максимальне значення CCR для формування синусоїди дорівнює 250. Шляхом завантаження в CCRx значення масиву синусоїди за перериванням від таймера TIM1 при переповненні (при досягненні значення періоду таймера ARR) отримуємо модуляційний сигнал синусоїди на двох каналах. Обробник переривання буде викликатися кожні 0,00025 секунди. Результати генерації синусоїдального сигналу наведено на рис. 12.

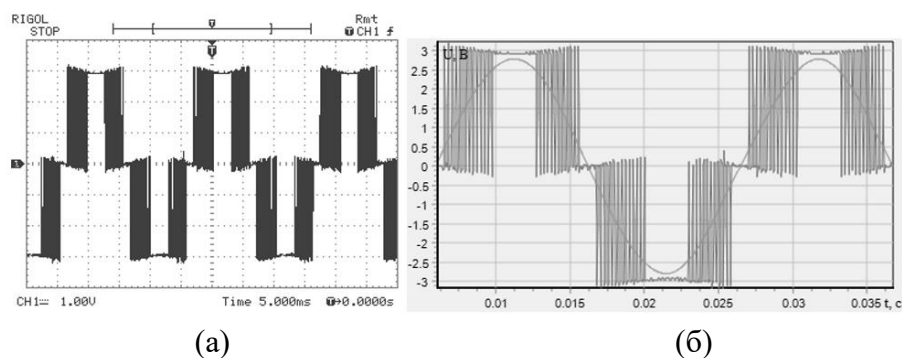


Рис.12 – Модульований ШІМ сигнал синусоїди без обробки (а), з обробкою (б)

ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи було продемонстровано можливості мікроконтролера STM32F4 (налагоджувальної плати STM32F4Discovery) для генерації ШІМ сигналів різної форми. Наведено загальний алгоритм налаштувань таймерів мікроконтролера для генерації ШІМ. Для керування скважністю ШІМ сигналу кожного каналу таймеру було розроблено Windows додаток. Таким чином, мікроконтролер отримує керуючі сигнали від ПК.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Kvashnin V. Generating PWM by using microcontroller Stm32F4discovery / V. Kvashnin, A. Babash // *Electrotechnic and computer systems*. – 2016. – № 22 (98). – P. 277–283. – URL: ui/static/active/en/resource/technical/document/user_manual/DM00039084.pdf.
2. Квашинін В. О. Методологія програмування мікроконтролерів Stm32F4Discovery і практичного їх застосування для вирішення наукових та інженерних задач / В. О. Квашинін, А. В. Бабаши, В. В. Квашинін // *Сучасна освіта – доступність, якість, визнання : збірник наукових*. – Краматорськ : ДДМА, 2016. – 209 с.

3. DM00031020 Reference manual [Електронний ресурс]. – URL: http://www.st.com/st-web_ui/static/active_en/resource/technical/document/reference_manual/DM00031020.pdf.
4. Квашинін В. О. Програмування та застосування мікроконтролерів STM32F4Discovery: монографія / В. О. Квашинін, А. В. Бабаши, В. В. Квашинін. [Текст] – Краматорськ: ЦТPI “Друкарський дім”, 2017. – 143 с. ISBN 978-6177415-30-4.
5. Atollic True Studio [Електронний ресурс]. – URL: <https://www.st.com/en/development-tools/truestudio.html>

УДК 378.147:004.9

Благодир О.О., Бобела Н.М. (Коломийський індустріально-педагогічний фаховий коледж, м. Коломия, Україна).

ПРОЄКТНЕ НАВЧАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ МІЖДИСЦИПЛІНАРНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ОСВІТІ.

Анотація. У статті розглянуто проєктне навчання як ефективний підхід до формування міждисциплінарних компетентностей у студентів закладів фахової передвищої освіти. Виокремлено переваги використання цього методу у розвитку системного мислення, дослідницьких і комунікаційних навичок, а також підвищенні мотивації до навчання. Проаналізовано роль цифрових інструментів (Trello, Canva, штучний інтелект) у підтримці проєктного навчання та розширенні інтерактивності освітнього процесу. Зазначено, що проєктне навчання сприяє інтеграції технічних, управлінських і гуманітарних знань, формуючи в студентів готовність до роботи в міждисциплінарних командах і підвищуючи їхню конкурентоспроможність на ринку праці.

Ключові слова: проєктне навчання; професійна освіта; цифрові інструменти; міждисциплінарні компетентності; командна робота.

Abstract. The article examines project-based learning as an effective approach for developing interdisciplinary competencies among students of vocational colleges. The advantages of this method in developing systematic thinking, research, and communication skills as well as enhancing learning motivation are highlighted. The role of digital tools (Trello, Canva, and artificial intelligence) in supporting project-based learning and enhancing interactivity in the educational process is analyzed. It is noted that project-based learning fosters the integration of technical, managerial, and humanitarian knowledge, preparing students for interdisciplinary teamwork and increasing their competitiveness in the labor market.

Keywords: project-based learning; vocational education; digital tools; interdisciplinary competencies; teamwork.

Вступ. Сучасний світ, що постійно змінюється, ставить перед професійною освітою нові виклики, зумовлені стрімким розвитком технологій та зміною потреб ринку праці. Таким чином традиційні методи навчання часто виявляються недостатніми для підготовки фахівців, здатних ефективно працювати у складних умовах. Саме тут на перший план виходить проєктне навчання, яке набуває все більшої популярності як інноваційний підхід до освіти.

Проєктне навчання — це навчальний підхід, що передбачає активну участь учнів у процесі навчання через виконання конкретних проєктів, які зазвичай пов’язані з реальними проблемами або завданнями. Цей метод сприяє інтеграції знань з різних

дисциплін, розвиває критичне мислення, творчість, комунікаційні навички та вміння працювати в команді. [1] Це навчання на основі проєктів надає можливість вирішувати реальні проблеми, що виникають у суспільстві, і таким чином сприяє розвитку критичного мислення та творчості. Студенти стають не просто спостерігачами, а активними учасниками навчального процесу, що заохочує їх до самостійного мислення та ініціативи.

Крім того, проєктне навчання сприяє інтеграції знань з різних дисциплін. У наш час, коли професії стають все більш комплексними і міждисциплінарними, важливо, щоб студенти могли поєднувати різні аспекти знань і навичок. Це формує у них гнучкість, здатність адаптуватися до нових умов і працювати в команді, що є критично важливими якостями для успішної кар'єри.

Завдяки проєктному навчанню студенти розвивають не лише професійні навички, а й важливі життєві компетентності: комунікацію, співпрацю, лідерство та вміння працювати в команді. Ці якості допомагають їм стати більш конкурентоспроможними на ринку праці, а також готовими до викликів, які постають перед ними в професійному житті [2].

У даній доповіді ми детально розглянемо основні аспекти проєктного навчання, його методологію та вплив на формування міждисциплінарних компетентностей у професійній освіті. Це дозволить глибше зрозуміти, як проєктне навчання може стати потужним інструментом у підготовці фахівців, здатних досягати успіху в сучасному світі.

Постановка проблеми. Сьогоднішній світ змінюється швидше, ніж коли-небудь раніше. Технологічні інновації та глобалізація ставлять нові вимоги перед освітою, і традиційні методи навчання вже не завжди відповідають цим викликам. Нам потрібно готувати фахівців, які не лише володіють знаннями, а й можуть адаптуватися до нових умов, мислити критично та бути творчими [3].

Проєктне навчання відкриває нові горизонти в освіті, пропонуючи цікаві рішення для цих викликів. Однак, щоб ефективно інтегрувати цей підхід у навчальний процес, необхідно ретельно проаналізувати його особливості. Серед важливих питань, які потребують обговорення, можна виділити:

1. Як проєктне навчання може покращити якість навчання та підготувати студентів до реальних викликів?
2. Які методи та стратегії найкраще підходять для впровадження проєктного навчання в різних навчальних закладах?
3. Як проєктне навчання може допомогти об'єднати знання з різних галузей та розвинути у студентів комплексні навички?
4. Які труднощі виникають при впровадженні проєктного навчання у вищій освіті, і як їх можна подолати?

Розв'язання цих питань є ключовим для створення ефективної освітньої стратегії, що відповідає потребам сучасного суспільства та допомагає підготувати конкурентоспроможних фахівців.

Мета дослідження. Метою нашого дослідження є глибоке вивчення впливу проєктного навчання на якість освіти у фаховій передвищій освіті. Ми прагнемо розробити практичні та ефективні рекомендації для його впровадження, щоб зробити навчальний процес більш цікавим і корисним для студентів.

Наше дослідження охоплює кілька ключових аспектів:

1. Як проєктне навчання може покращити результати навчання та підготувати студентів до реальних викликів у їхній професійній діяльності.
2. Використовувати найкращі методи і стратегії для впровадження проєктного навчання в різних навчальних контекстах, щоб кожен студент міг отримати максимальну користь.
3. Дослідження, як проєктне навчання може об'єднати знання з різних дисциплін, сприяючи формуванню комплексних навичок у студентів.

4. Ідентифікувати труднощі, які можуть виникнути при впровадженні проєктного навчання, та пошук шляхів їх вирішення, щоб забезпечити успішне навчання для всіх учасників процесу.

Методика. Для реалізації нашого дослідження ми використовуємо різноманітні інструменти та застосунки, які сприяють організації навчального процесу та забезпечують ефективну взаємодію між студентами. Серед основних застосунків, які ми використовуємо, є:

- Trello: цей інструмент управління проєктами дозволить студентам планувати, організовувати та відстежувати прогрес своїх проєктів. Завдяки візуальному інтерфейсу, команди зможуть легко розподілити завдання та контролювати їх виконання.

- Canva: графічний редактор, який стане чудовим помічником для створення візуальних матеріалів і презентацій. Студенти зможуть використовувати Canva для розробки інфографіки, постерів, презентацій та інших візуальних елементів, що допоможуть підвищити якість їхніх проєктів.

- Штучний Інтелект (ШІ): застосування технологій штучного інтелекту дозволить студентам отримувати персоналізовану підтримку у навчанні. Наприклад, ШІ може допомогти в аналізі даних, генерації ідей або наданні зворотного зв'язку на виконанні завдання.

Використання цих інструментів не лише полегшить процес навчання, але й сприятиме розвитку навичок командної роботи, креативності та критичного мислення у студентів. Ми прагнемо створити інтерактивне та захоплююче навчальне середовище, яке відповідатиме потребам сучасних студентів і викладачів.

Результати. У процесі нашого дослідження ми прагнемо досягти кількох важливих результатів, які підкреслять ефективність проєктного навчання у закладах фахової передвищої освіти, особливо в контексті організації та методики професійного навчання з використанням сучасних цифрових інструментів. Адже студенти, які активно беруть участь у проєктному навчанні, зможуть показати значні успіхи в розумінні матеріалу та здатності застосовувати свої знання на практиці. Це не лише підвищить їхню академічну успішність, але й зробить навчання більш цікавим та захоплюючим.

Залучення до проєктного навчання сприятиме розвитку навичок, необхідних для успішної кар'єри. Студенти навчатимуться працювати в команді, вирішувати реальні проблеми та адаптуватися до змін у професійному середовищі, що є важливими аспектами їхньої підготовки. Проєктне навчання дозволяє студентам бачити зв'язки між різними галузями знань, що допомагає їм формувати цілісне уявлення про світ. Це відкриває нові горизонти для творчості та інновацій, адже здобувачі освіти можуть застосовувати знання з різних дисциплін у своїх проєктах [4].

У своїй педагогічній діяльності ми намагаємось виявляти труднощі, з якими стикаються викладачі та студенти при впровадженні проєктного навчання. Ми прагнемо знайти конкретні рішення для цих проблем, що допоможе зробити навчальний процес більш ефективним і комфортним для всіх учасників. Наприклад, використання цифрових інструментів, таких як Trello, Canva та ШІ, дозволить нам значно поліпшити комунікацію та співпрацю в навчальному процесі. Це створить більш продуктивне і підтримуюче навчальне середовище, де кожен зможе вільно ділитися ідеями та отримувати зворотний зв'язок.

Ці результати не лише підтвердять ефективність проєктного навчання, але й допоможуть нам формувати нові підходи до навчання, які відповідають вимогам сучасного суспільства. Завдяки впровадженню цифрових інструментів ми зможемо створити динамічне та інноваційне навчальне середовище, яке надихне студентів на досягнення нових вершин.

Висновки. Проєктне навчання стає надзвичайно ефективним інструментом для формування міждисциплінарних компетентностей у сфері професійної освіти. Його впровадження в навчальний процес вимагає чіткої та структурованої методики, яка охоплює етапи планування і реалізації проєктів. Важливу роль у цьому відіграє використання цифрових інструментів, які забезпечують підтримку на всіх етапах навчання — від організації роботи до візуалізації отриманих результатів.

Крім того, активна участь викладача як наставника є вирішальною для успішного впровадження проєктного навчання. Викладач не лише координує процес, але й підтримує студентів у розвитку їхніх навичок, заохочуючи їх до самостійного мислення та дослідження. Це створює сприятливе середовище для навчання, де студенти можуть відчувати свою значимість і вносити свій вклад у спільну справу.

Таким чином, проєктне навчання не лише сприяє інтеграції знань з різних дисциплін, а й формує у студентів важливі компетентності, які будуть необхідні для їхньої професійної діяльності в сучасному світі. Це підхід, який відкриває нові горизонти для навчання і розвитку, готуючи студентів до викликів майбутнього [5].

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Коваленко Н.В. *Інноваційні методи навчання у вищій освіті*. Київ: Паралель, 2018. 210 с.
2. Кузьмін В.М. *Проєктне навчання: теорія і практика*. Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2010. 168 с.
3. Петрова І.М. *Використання цифрових інструментів у проєктному навчанні*. Освіта і сучасність, 2022.
4. Гузенко В.П. *Основи проєктного навчання*. Львів: Світ, 2014. 152 с.
5. Романенко О.В. *Технології проєктного навчання: сучасні підходи та практики*. Київ: Освіта, 2023. 195 с.

УДК 378.18-057.875(477):[316.77+316.647.8]

Бобровицька Є.С. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна).

КОРОТКОСТРОКОВА АКАДЕМІЧНА МОБІЛЬНІСТЬ ЯК ІНСТРУМЕНТ «ШВИДКОЇ» ІНТЕГРАЦІЇ УКРАЇНСЬКИХ СТУДЕНТІВ У ЄВРОПЕЙСЬКИЙ ОСВІТНІЙ ПРОСТІР: КОМУНІКАЦІЙНИЙ АСПЕКТ

Анотація. Статтю присвячено аналізу ролі короткострокової академічної мобільності (КАМ) — літніх шкіл, воркшопів і семінарів — як ефективного інструменту прискореної інтеграції українських студентів у європейський освітній простір. В умовах війни та статусу кандидата України на вступ до ЄС швидка академічна та соціальна адаптація студентів набуває стратегічного значення. На основі контент-аналізу програм і опитування студентів доведено, що інтенсивні короткострокові формати сприяють розвитку міжкультурної комунікації та нетворкінгу. Такі програми забезпечують швидке занурення в іншомовне академічне середовище, долають комунікаційні бар'єри та формують відчуття приналежності до європейської академічної спільноти. Особливу увагу приділено аналізу моделей короткострокової мобільності, що реалізуються у межах європейських освітніх ініціатив — Erasmus+, CEERUS, NAWA — як засобу побудови соціального капіталу студентів.

Ключові слова: короткострокова академічна мобільність; інтеграція; європейський освітній простір; міжкультурна комунікація; нетворкінг; літні школи; соціальний капітал.

Abstract. The article analyzes the role of short-term academic mobility (STM) — summer schools, workshops, and seminars — as an effective tool for accelerating the integration of Ukrainian students into the European Higher Education Area. Under the conditions of war and Ukraine's EU candidate status, rapid academic and social adaptation of youth is of strategic importance. Based on a content analysis of programs and student surveys, the study shows that intensive short-term formats promote the development of intercultural communication and networking. Such programs provide rapid immersion in a foreign academic environment, overcome communication barriers, and foster a sense of belonging to the European academic community. Special attention is given to the analysis of short-term mobility models implemented through European educational initiatives — Erasmus+, CEEPUS, and NAWA — as tools for building students' social capital.

Keywords: short-term academic mobility; integration; European educational space; intercultural communication; networking; summer schools; social capital.

Вступ. Повномасштабне вторгнення Росії в Україну у 2022 році спричинило безпрецедентну хвилю міграції, зокрема академічної. Тисячі українських студентів були змушені шукати можливості для продовження навчання в університетах Європейського Союзу. Паралельно, отримання Україною статусу кандидата на вступ до ЄС актуалізувало завдання гармонізації освітніх систем та інтеграції української молоді в європейський освітній простір (ЄОП).

Традиційні програми мобільності, такі як семестрове навчання (напр., у рамках Erasmus+), є ефективними, але часто вимагають значних ресурсів, тривалої підготовки та не завжди доступні для широкого загалу студентів. В цих умовах актуальності набувають саме формати короткострокової академічної мобільності (КАМ).

Аналіз останніх досліджень. Проблематику академічної мобільності та інтернаціоналізації освіти широко досліджували такі вчені, як Ф. Альтбах (P. Altbach) [8], Б. М. Кіх [3], С. Калашнікова та А. Сбруєва [2] та ін. Вони здебільшого фокусувалися на інституційних аспектах, політиках та впливі тривалого навчання за кордоном на кар'єрні траєкторії. Питання міжкультурної комунікації в академічному середовищі глибоко розробляли М. Байрам (M. Byram) та Д. К. Деардорфф (D. K. Deardorff), фокусуючись на моделях формування міжкультурної компетентності [1, 4].

Однак, невирішеною частиною проблеми залишається специфіка саме короткострокової мобільності. Її часто розглядають або як мовний туризм, або як додаток до основної програми. Недостатньо вивченим є її потенціал як інструменту прискореної адаптації студентів, особливо в кризових умовах, де швидкість інтеграції має критичне значення. Дана робота робить спробу заповнити цю лакуну, аналізуючи КАМ не просто як освітню послугу, а як комунікаційну платформу.

Метою статті є аналіз механізмів, завдяки яким короткострокова академічна мобільність сприяє швидкій інтеграції українських студентів у ЄОП, з фокусом на розвитку навичок міжкультурної комунікації та побудові соціального капіталу (нетворкінгу).

Основна частина дослідження. Короткострокова академічна мобільність (КАМ) зазвичай триває від кількох днів до кількох тижнів і має чітко сфокусовану тематику. На відміну від семестрового навчання, де студент поступово адаптується до середовища, КАМ створює ефект «інтенсивного занурення». Цей підхід має дві ключові переваги в контексті інтеграції: формування міжкультурної компетентності та прискорена розбудова мереж.

Інтенсивна міжкультурна комунікація як «швидка адаптація». Інтеграція в нове академічне середовище — це насамперед комунікаційний виклик. Студенти стикаються не лише з мовним бар'єром, але й з іншою академічною культурою: неписаними правилами ведення дискусій, форматами презентацій, стилем спілкування «викладач-студент».

Літні школи та воркшопи зазвичай передбачають роботу в малих

інтернаціональних групах над спільним проєктом. Це змушує студентів виходити із зони комфорту та активно застосовувати іноземну мову в практичній, проблемно-орієнтованій діяльності. Якщо в українській системі студент часто очікує чітких вказівок, то в багатьох європейських університетах (напр., німецьких чи скандинавських) панує проактивний підхід. На воркшопі український студент змушений вчитися брати ініціативу, аргументувати свою позицію в групі та спільно приймати рішення, що є ключовою навичкою західної академічної культури.

КАМ також створює контрольоване середовище, де студент може пережити легкий культурний шок і швидко виробити стратегії адаптації. Він на практиці засвоює норми міжкультурного спілкування, вчиться уникати стереотипів та ефективно взаємодіяти з представниками інших культур. Це формує ключову м'яку навичку – міжкультурну компетентність [4].

Для багатьох українських студентів, вихованих у більш ієрархічній системі освіти (звертання на "Ви", по імені та по-батькові), вільне спілкування з професорами може бути викликом. Короткострокові семінари, з їхньою часто неформальною атмосферою (звертання на ім'я, "кава-брейки" разом з викладачами), швидко руйнують цей бар'єр, демонструючи західну модель академічного партнерства та "права на помилку".

Нетворкінг як інструмент побудови соціального капіталу. Якщо довгострокова мобільність дозволяє повільно "обростати" зв'язками, то короткострокова націлена на їх швидке та якісне формування [5]. Соціальний капітал, за визначенням П. Бурдьє [7], є сукупністю ресурсів, пов'язаних з володінням "стійкою мережею більш-менш інституціоналізованих відносин взаємного знайомства". КАМ є ідеальним майданчиком для його акумуляції.

Спільне проживання, інтенсивне навчання та робота над проєктами в літній школі створюють надзвичайно міцні зв'язки між учасниками. Цей досвід "спільного подолання" формує довіру та взаємну підтримку [6]. Для українського студента це не просто нові друзі, а майбутня міжнародна професійна мережа, яка є основою для подальших спільних проєктів та кар'єрних можливостей. Часто такі зв'язки продовжують жити у спільних чатах та alumni-групах.

Воркшопи та літні школи зазвичай проводять провідні фахівці, відомі професори та практики з індустрії. КАМ надає унікальну можливість прямого, неформального спілкування з ними. Студент може отримати консультацію, рекомендацію щодо вступу в магістратуру/аспірантуру, запрошення на стажування або просто цінні поради. В умовах звичайного навчального процесу такий рівень доступу до експертів світового рівня майже неможливий.

Аналіз практичних кейсів та результати пілотного дослідження. Яскравим доказом інституційного визнання ефективності короткострокових форматів є впровадження так званих Змішаних Інтенсивних Програм (Blended Intensive Programmes, BIPs) у новій рамковій програмі Erasmus+ (2021-2027). Цей інструмент цілеспрямовано поєднує коротку фізичну мобільність (від 5 до 30 днів) із віртуальним навчальним компонентом.

На відміну від класичного семестрового обміну, мета BIPs – не повне занурення в іншу культуру на тривалий термін, а саме інтенсивна, сфокусована робота над конкретним проєктом чи темою у міжнародній групі. Це ідеально ілюструє тезу про "швидку інтеграцію": за короткий термін студент отримує концентрований досвід міжкультурної комунікації, вирішує практичні завдання та будує горизонтальну мережу контактів (нетворкінг), що підтверджується присудженням кредитів ECTS. Таким чином, ЄС сам визнає КАМ як пріоритетний інструмент для розвитку гнучких навичок та поглиблення співпраці між університетами.

Для перевірки висунутих тез про роль КАМ як інструменту «швидкої» інтеграції, було проведено якісний контент-аналіз оголошень та описів реальних програм підтримки,

ініційованих європейськими університетами та академічними інституціями після 2022 року. Аналіз фокусувався на двох аспектах: 1) комунікаційна стратегія (ключові меседжі, використані для залучення студентів) та 2) програмний фокус (співвідношення академічного, культурного та нетворкінг-компонентів).

Виявлено три домінантні моделі програм, що підтверджують нашу тезу.

Модель 1: Пряма інтеграція через міжкультурну комунікацію

Найяскравішим прикладом цієї моделі є проєкт «Solidarity with Ukraine – 4EU+ for Ukraine», координований Варшавським університетом та Польською національною агенцією академічних обмінів (NAWA).

Назва програми вже є сильним комунікаційним сигналом підтримки та солідарності. Мета сформульована не лише як "підтримка академічної співпраці", але й "розвиток навичок та компетенцій" та "підтримка академічної мобільності (включно з віртуальною та змішаною)".

Ключовою активністю в рамках цього проєкту стала Міжнародна літня школа «Міжкультурна комунікація в дипломатії та публічній адміністрації». Це пряме свідчення того, що організатори розглядають саме навички міжкультурної комунікації як пріоритетні для інтеграції українських студентів та молодих фахівців. Тут КАМ (літня школа) використовується як цільовий інструмент для формування конкретних комунікативних навичок, необхідних для роботи в європейському середовищі.

Модель 2: Мовна інтеграція як основа соціальної адаптації

Ця модель використовує короткострокові інтенсиви для подолання базового комунікативного бар'єру – мовного. Прикладом є програма «German Course Scholarship Awards for Ukrainian Refugees» від did deutsch-institut (Німеччина). Комунікація тут є дуже прямою та емпатійною: «Ми шоковані та засмучені війною», «Ми хочемо допомогти біженцям... та підтримати їх під час старту в Німеччині». Акцент зміщено з суто академічних переваг на безпеку та соціальну підтримку ("start in Germany").

Програма є інтенсивним мовним курсом. Це – короткострокова мобільність, сфокусована на здобутті головного інструменту міжкультурної комунікації – мови. Мета виходить за рамки академічного навчання і полягає у забезпеченні базової інтеграції в суспільство, що є передумовою для будь-якої подальшої академічної чи професійної діяльності.

Модель 3: Інституційні програми як механізм нетворкінгу

Тут ми бачимо, як наявні європейські рамки академічної мобільності були адаптовані для підтримки українців, пропонуючи нетворкінг як ключову цінність.

Програми на кшталт CEEPUS (Central European Exchange Programme for University Studies) та PROM (програма короткострокових обмінів від NAWA) комунікують через офіційні, інституційні канали. Вони пропонують "гранти" та "обміни" для студентів з країн-партнерів, до яких входить Україна.

Цінність цих програм полягає в тому, що вони дають доступ до інфраструктури. CEEPUS, наприклад, окремо фінансує участь у "літніх школах та інтенсивних курсах". Це дозволяє українським студентам долучитися до вже наявних міжнародних груп, миттєво занурюючись у багатонаціональне середовище. Тут сам формат короткострокової програми, що збирає учасників з усієї Центральної Європи, стає головним інструментом нетворкінгу та міжкультурного обміну.

Висновки з аналізу кейсів. Аналіз реальних програм доводить, що європейські інституції свідомо використовують формати короткострокової академічної мобільності (літні школи, воркшопи, мовні курси) як стратегічний інструмент. Їхня комунікація та дизайн програм чітко вказують на дві мети:

1. Пріоритет надається не глибоким академічним знанням (для яких потрібен семестр), а практичним навичкам – міжкультурній комунікації, мові, вмінню працювати в міжнародних командах.

2. Усвідомлюючи проблему ізоляції, програми активно комунікують та створюють умови для нетворкінгу (як горизонтального, "peer-to-peer", так і вертикального, з експертами).

Таким чином, практичні кейси підтверджують тезу, що КАМ діє як "бустер" для швидкої інтеграції, надаючи студентам комунікативні інструменти та соціальний капітал, необхідні для подальшого успіху в європейському освітньому просторі.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

- [1] Байрам М. Міжкультурна компетентність: концепція та розвиток. Вища освіта в Європі. 2008. № 3. С. 45–56.
- [2] Калашнікова С. А., Сбруєва А. А. Інтернаціоналізація вищої освіти України в контексті євроінтеграційних процесів: виклики та можливості. Освітологія. 2022. № 11. С. 15–28.
- [3] Кіх Б. М. Академічна мобільність як фактор інтеграції України в європейський простір вищої освіти. Вісник Львівського університету. Серія міжнародні відносини. 2019. Вип. 46. С. 112–120.
- [4] Deardorff D. K. Identification and Assessment of Intercultural Competence as a Student Outcome of Internationalization. Journal of Studies in International Education. 2006. Vol. 10(3). P. 241–266.
- [5] Murphy-Lejeune E. Student mobility and narrative in Europe: The new strangers. London : Routledge, 2003. 240 p.
- [6] Rivza B., Teichler U. The changing role of student mobility. Higher education in Europe. London : Palgrave Macmillan, 2007. P. 101–115.
- [7] Бурдье П. Форми капіталу / пер. з фр. М. Гірняк // Соціологія: теорія, методи, маркетинг. 2002. № 3. С. 60–74.
- [8] Altbach P. G., Knight J. The internationalization of higher education: Motivations and realities. Journal of studies in international education. 2007. Vol. 11(3-4). P. 290–305.

УДК 378.147:621

Буренніков Ю. А., Козлов Л., Буренніков Ю. Ю., Репінський С. В. (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна).

ІНТЕГРАТИВНИЙ ПІДХІД ДО ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ВСТУП ДО ФАХУ» СТУДЕНТАМ ПЕРШОГО КУРСУ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЯК ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД У ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ.

Анотація. У статті запропоновано інтегративний підхід до викладання дисципліни «Вступ до фаху» студентам першого курсу технічних спеціальностей як ефективний метод у підготовці бакалаврів з метою прискорення професійної адаптації студентів першого курсу машинобудівних спеціальностей основного змісту спеціальності, наприклад, «Прикладна механіка».

Наголошено, що прискорення професійної адаптації, відбувається шляхом забезпечення інтегративного підходу до викладання дисципліни «Вступ до фаху» і дисциплін фундаментальної, загально-інженерної та спеціальної підготовки. В основу новації покладено докладний розгляд теми «Технологічний процес» безпосередньо на початку першого курсу із побудовою на цій основі всього змісту викладення навчального матеріалу дисципліни. Це забезпечується зміною алгоритму викладання дисциплін «Нарисна геометрія та інженерна графіка», вища математика та «Інформаційно-комп'ютерні технології в машинобудуванні», що надає студентам можливість

інтегрувати знання з усіх названих дисциплін для покращення процесу професійної адаптації і розуміння змісту спеціальності «Прикладна механіка».

Ключові слова: інтегративний підхід, міждисциплінарна інтеграція, машинобудівні спеціальності, професійна адаптація, бакалаврат.

Abstract. The article proposes an integrative approach to teaching the discipline "Introduction to the profession" to first-year students of technical specialties as an effective method in the preparation of bachelors in order to accelerate the professional adaptation of first-year students of mechanical engineering specialties of the main content of the specialty, for example, "Applied Mechanics".

It is emphasized that the acceleration of professional adaptation occurs by ensuring an integrative approach to teaching the discipline "Introduction to the profession" and disciplines of fundamental, general engineering and special training. The innovation is based on a detailed consideration of the topic "Technological process" directly at the beginning of the first year with the construction of the entire content of the teaching material of the discipline on this basis. This is ensured by changing the teaching algorithm of the disciplines "Descriptive Geometry and Engineering Graphics", higher mathematics and "Information and Computer Technologies in Mechanical Engineering", which provides students with the opportunity to integrate knowledge from all the aforementioned disciplines to improve the process of professional adaptation and understanding of the content of the specialty "Applied Mechanics".

Keywords: integrative approach, interdisciplinary integration, mechanical engineering specialties, professional adaptation, bachelor's degree.

Постановка проблеми. Протягом трьох останніх десятиліть Україна з багатим історичним досвідом активно рухається в європейський цивілізаційний простір. У країні вибудовується нова державна соціально-економічна та політична структури, закладаються в основу розвитку суспільства загальнолюдські цінності. Війна, що розв'язана проти України, гальмує прогресивні зміни в країні. Незважаючи на ускладнення, суспільство удосконалює напрями розвитку країни. Машинобудування є однією з найважливіших галузей економіки, яка забезпечує економічне зростання і науково-технічний прогрес країни, оскільки бере участь у створенні доданої вартості шляхом виробництва машин та устаткування для усіх сфер діяльності людини.

У контексті змін перебудовується структура і зміст освіти в цілому й вищої технічної зокрема з метою її інтеграції в європейський освітній простір і досягнення відповідної якості підготовки фахівців для машинобудівної та споріднених галузей. Підвищення ефективності освітньої діяльності, наукової, методичної роботи для забезпечення якості педагогічних процесів, особливо в теперішній час, є важливою компонентою в діяльності педагогічних працівників під час підготовки інженерних кадрів.

Враховуючи не завжди достатній базовий рівень підготовки у вступників в технічні заклади вищої освіти України через пандемію, війну, інші причини, наприклад часте використання у шкільній освіті не зовсім професійно організованої online-методики, виникає потреба в удосконалюванні як методів викладання, особливо на початку підготовки бакалаврів, так і в пошуку шляхів підвищення мотивації студентів до навчання.

В Організації Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (UNESCO) відзначають важливу роль інженерних наук як двигуна інновацій, наголошують на нестачі висококваліфікованих фахівців інженерного профілю.

Одрі Азулай, Генеральна директорка UNESCO, в доповіді до Всесвітнього дня інженерії у 2021 році констатувала: «Інженерна справа є одним з ключових факторів стійкого розвитку наших суспільств і для повної реалізації його потенціалу світу необхідно більше висококваліфікованих інженерів». У розділі «Інженерна освіта для майбутнього» (UNESCO. Engineering Report «Engineering for sustainable development: delivering on the Sustainable Development Goals», 2021, р. 185) наголошується, наскільки інженерна справа має життєво важливе значення для вирішення не тільки технічних, але й найважливіших проблем сучасності, серед яких зміна клімату, урбанізація та збереження здоров'я наших

океанів та лісів, стверджується, що «інженерна освіта відіграє вирішальну роль у подоланні викликів, пов'язаних із досягненням цілей в напрямі стійкого розвитку».

Технології навчання, які впроваджуються в освітній процес і які мають сприяти швидкому та ефективному засвоєнню знань студентами (особливо на початку підготовки бакалаврів, котра потребує якісної професійної адаптації і фахової орієнтації) потребують удосконалених підходів до освітнього процесу. Зазначене певною мірою свідчить про існування деяких невирішених питань та актуалізує наукові дослідження в міждисциплінарному аспекті з використанням інтегративного підходу.

Підвищення ефективності бакалаврської підготовки в цілому треба починати з першого курсу, з самого початку навчального процесу і це може забезпечувати інтегративний підхід до викладання дисципліни «Вступ до фаху», яка є першою спеціальною дисципліною на шляху до інженерного рівня.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Проблемам інтеграції знань у різні часи присвячували свої дослідження Й. Гербарт – виокремлював основні етапи навчання [1], Ф. Дістерверг – вказував на важливість застосування інтеграційних зв'язків [2], А. Etzioni – окреслював складові інтеграції [3] та ін. Вагомим є науковий внесок у розроблення теоретико-методологічних основ інтегративного підходу при підготовці фахівців у вищій і загальноосвітній школах таких авторів, як Н. Божко – окреслила інтегративний підхід до навчання в контексті реформування системи вітчизняної освіти [4], І. Гузій – розглянула інтегративний підхід до формування змісту освіти [5], М. Іванчук – висвітила сутність інтегрованого навчання [6], І. Козловська – розглянула принципи дидактики в контексті інтегрованого навчання [7], С. Клепко – окреслив філософію освіти [8], С. Сердюк – запропонувала принципи формування та реалізації навчальних програм у вищій школі [9], Н. Тверезовська – описала теоретичні та методичні основи розробки і впровадження інноваційних технологій у навчальний процес вищої школи [10] та ін. На думку О. Лавнікова та А. Лесик «інтеграція в освіті розвиває ерудицію, логіку мислення та потенціал студентів, формує професійні та загальнокультурні компетенції, забезпечує можливість створення взаємозв'язків між навчальними дисциплінами [11], Я. Собко підкреслює, що «інтегративний підхід до змісту професійно-технічної освіти, зокрема інтеграція міждисциплінарних знань, базується на проєктуванні дидактичного процесу, гарантуванні запланованого кінцевого результату та завершеності процесу навчання» [12].

Важливим аспектом на початковому етапі навчання студентів є адаптація вчорашніх школярів до зміни умов життя і отримання знань, сприйняття фундаментальної та інженерно-технічної інформації. Науковий інтерес також викликає і поєднання інноваційних технологій навчання з професійною адаптацією студентів. «Завданням викладачів за цих умов є забезпечення оптимального адаптаційного процесу, закладання міцного фундаменту для свідомого засвоєння студентами знань».

Мета статті полягає у висвітленні сутності і шляхів інтегративного міждисциплінарного підходу у вищій технічній освіті з окресленням необхідності взаємопроникнення навчальних матеріалів фундаментальних, загально-інженерних та спеціальних дисциплін із розкриттям можливостей реалізації такого підходу у професійній адаптації в процесі навчання студентів першого курсу машинобудівних спеціальностей на прикладі викладання дисципліни «Вступ до фаху».

Виклад основного матеріалу дослідження. Сучасні соціально-політичні й економічні орієнтири суспільства створюють нові вимоги до підготовки спеціалістів машинобудівної галузі.

Реформа освіти та науки в Україні передбачає нову якість фахівців з вищою інженерною освітою. Зазначене вище вимагає оновлених підходів до навчального процесу і потребує певних змін у професійній підготовці фахівців у технічних закладах вищої освіти (далі ЗВО), наприклад, впровадження продуманого застосування міждисциплінарної інтеграції та комплексного підходу при підготовці бакалаврів: «Сучасність вимагає

переходу в інженерній освіті від акценту на академічні технічні знання до значно ширшого міжгалузевого, міждисциплінарного та комплексного підходу до вирішення проблем, який поєднує суспільний аналіз проблем з академічними технічними знаннями та рішеннями..., а інженерія потребує перетворення, щоб стати більш інноваційною та відповідальною. Студенти-інженери повинні навчитися аналізувати та вирішувати складні та надскладні проблеми. Спрямовання інженерної освіти в цьому напрямку вимагатиме модернізації освітнього керівництва та досліджень» (UNESCO Engineering Report, 2021).

Відповідно до цих потреб система вітчизняної вищої технічної освіти має забезпечити підготовку більшої кількості фахівців із належним рівнем професійної компетентності. Зазначене потребує розуміння необхідності переходу до нової філософії технічної освіти з формуванням як відповідної парадигми, так і практики викладання дисциплін на новій методологічній і технологічній основі.

У теперішній час якість підготовки фахівців у технічних ЗВО IV рівня акредитації не завжди відповідає сучасним вимогам. Причинами такого стану можуть бути неефективні або застарілі технології навчання, нескоординованість у часі або у змісті при викладанні навчальних матеріалів фундаментальних та спеціальних дисциплін тощо. Наприклад, у провідних технічних ЗВО світу ще на початку бакалаврату використовують різні методики, які наближають навчання до виробництва, ще під час опанування фундаментальних дисциплін студентів починають активно долучати до діяльності у сфері техніки та технологій, яка є головною опорою будь-якого виробництва. В результаті у студентів краще розвивається інженерне мислення, вони швидше отримують відповідні навички, здійснюється професійна адаптація. Це сприяє своєчасному (ранньому) розумінню основного змісту фаху і майбутніх інженерних задач з обраної спеціальності, закріплює та розвиває мотивацію до навчання.

На першому курсі підготовки бакалаврів зі спеціальності «Прикладна механіка», основоположною професійною дисципліною і важливим елементом освітнього процесу є дисципліна «Вступ до фаху», завдяки якій студенти ознайомлюються з обраною ними спеціальністю та алгоритмом здобуття необхідних знань і умінь для отримання відповідного фаху. Багаторічний практичний досвід викладання дисципліни «Вступ до фаху» свідчить, що вже після вступної лекції для ефективного сприйняття студентами змісту всього подальшого навчального матеріалу, теоретичний курс і практичні заняття доцільно розпочинати в полегшеному варіанті з базової теми «Технологічний процес» як алгоритму отримання будь-якого продукту (виробу) в будь-якій галузі, поступово переходячи за логікою до машинобудівного виробництва (в технічних ЗВО цю тему починають вивчати значно пізніше в інших дисциплінах). Такий підхід до фахового спрямування навчального процесу з самого початку бакалаврської підготовки дозволяє зосередити увагу студентів на основному змісті фахового конструкту спеціальності – «Технології, конструювання та використання технологічних машин», а також на логічності алгоритму опанування всіх дисциплін навчального плану – від фундаментальних, загально-інженерних та спеціальних до бакалаврської кваліфікаційної роботи включно.

Результати нашого дослідження продемонстрували, що з емпіричної точки зору інтегративний міждисциплінарний підхід і методика викладання дисциплін «Вступ до фаху» та «Нарисна геометрія та інженерна графіка» зі зміною алгоритмів викладання дисциплін як раз і надають можливість певною мірою розкрити тему «Технологічний процес механічної обробки» на початку першого курсу бакалаврської підготовки [13]. Нашою новацією є введення на початку розділу «Нарисна геометрія» матеріалів з технічним наповненням, таких як «робочий кресленик деталі», «ортогональні проекції», «січні площини», «поверхні», «перерізи» тощо, частина яких зазвичай викладалася значно пізніше в розділі «Інженерна графіка» на прикладі розгляду деталі типу «втулка» (див. рис. 1, 2), використовуючи розроблені методики комп'ютерного моделювання. Така зміна алгоритмів викладання навчальних матеріалів пов'язана з тим, що загальна середня освіта

нажаль не передбачає вивчення основ креслення, як це було раніше, тому відсутність знань цих основ у студентів першого року навчання в ЗВО не дозволяє їм якісно опанувати тему «Технологічний процес механічної обробки».

Такий інтегративний підхід до викладання обох дисциплін при розгляданні теми «Технологічний процес механічної обробки» в дисципліні «Вступ до фаху» з практичним виготовленням деталі типу «втулка» на сучасному верстаті з ЧПК в лабораторії випускової кафедри, з демонстрацією за допомогою комп'ютерних технологій на лекціях і практичних заняттях сучасного обладнання і технологій створює умови, що сприяють професійній адаптації студентів до майбутньої спеціальності на ранньому етапі навчання з орієнтацією на весь процес бакалаврської підготовки.

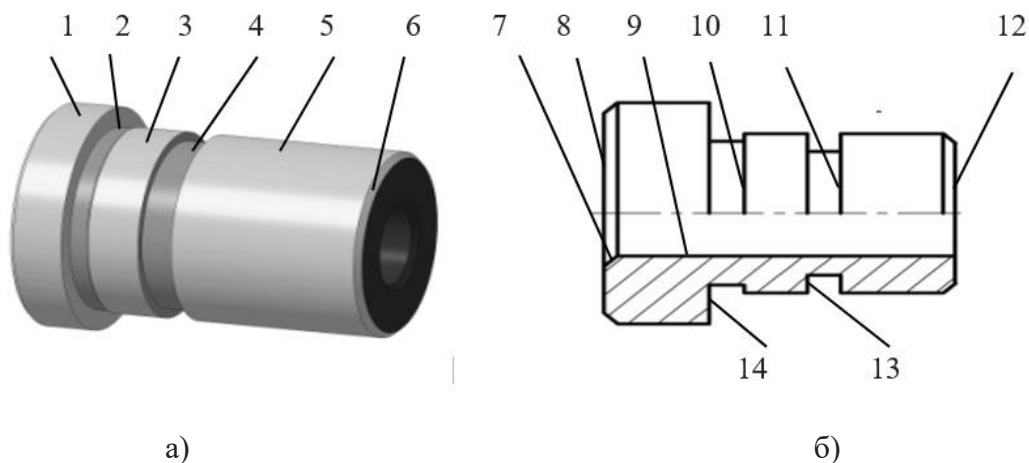


Рис. 1 — Наочне (а) та ортогональне (б) зображення деталі типу «втулка»

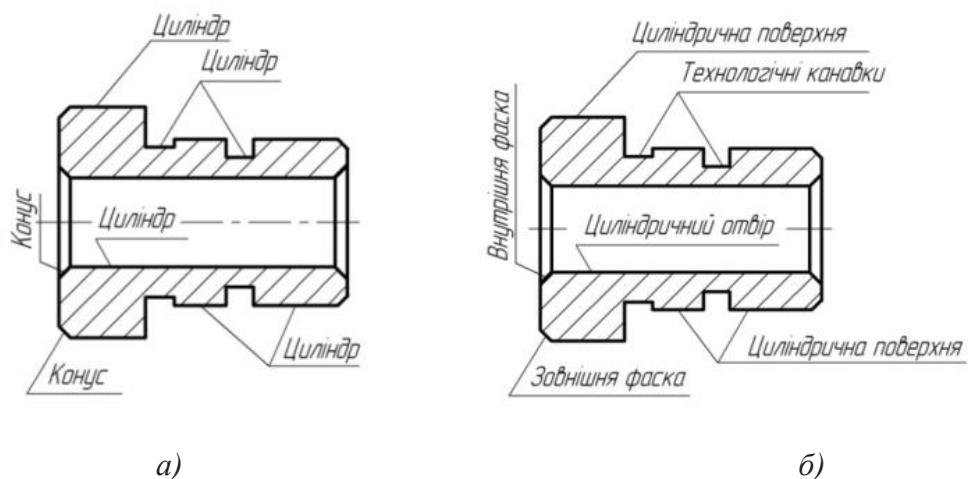


Рис. 2 — Геометричні (а) та технічні (б) назви поверхонь втулки

Паралельно з вищеназваними дисциплінами першокурсникам викладається дисципліна «Вища математика» – основа фундаментальної підготовки інженера. Вона, як правило, починається з лінійної та векторної алгебри, що не завжди сприяє наближенню математики до основного фахового конструкту – «Технології, конструювання та використання технологічних машин» спеціальності й розумінню студентами з самого початку навчання органічності поєднання сфер техніки і математики в інженерній науці та практиці і це не сприяє мотивації вивчення математики майбутніми інженерами. З метою підвищення мотивації студента-першокурсника до необхідності пізнання і в подальшому використання математичного апарату в майбутній спеціальності, що посилить його

фундаментальну підготовку, пропонуємо застосовувати інтегративний міждисциплінарний підхід у викладанні трьох дисциплін – «Вступ до фаху», «Нарисна геометрія та інженерна графіка» і «Вища математика». При цьому нами запропоновано також змінити й алгоритм викладання навчальних матеріалів з вищої математики. Зокрема, саме на початку першого курсу, на заняттях з математики ми розглядаємо деякі питання з аналітичної геометрії: «точка», «проекція точки», «пряма», «площина», «перпендикулярні площини», «поверхні», «січна площина», «перерізи», «ортогональні проекції», загальні рівняння прямої, кола тощо, що зорієнтовані на деталь типу «втулка» і які в дещо іншому ракурсі розглядались в нарисній геометрії. Це в цілому дало можливість продемонструвати, що форма деталі типу «втулка», котра стала основою для викладення в дисципліні «Вступ до фаху» базової теми «Технологічний процес механічної обробки», види поверхонь та елементів ортогональних проекцій зазначеної деталі тотожні відповідним лініям, точкам, колам, площинам і геометричним формам, які визначаються певними математичними виразами.

Так, деталь (див. рис. 1, 2) утворюється зовнішніми циліндричними 1–5 і конічними 6 (див. рис. 1 а, б) поверхнями, внутрішніми циліндричною 9 і конічною 7, поверхнями, торці 8, 12 і пояски 10, 11, 13, 14 (див. рис. 1, б) – відповідними площинами. Ці поверхні, а також лінії, кола, що утворюють ортогональні проекції і відповідають геометричним і технічним формам деталі, мають відповідні математичні вирази, які розглядаються на заняттях з математики, на заняттях з нарисної геометрії та інженерної графіки звертається увага на поверхні деталей, які визначаються відповідними рівняннями.

Наприклад, еліптичний циліндр визначається рівнянням $z, \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$, а еліптичний конус рівнянням $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0$. Внутрішня фаска 7 (див. рис. 1 (б)), 1 (див. рис. 3(в)) має геометричну форму бокової поверхні зрізаного конуса, площа якої відповідає відомій формулі $S_6 = \pi(R+r)l$, де значення величин R, r – радіуси основ, l – твірна беруться з кресленника втулки.

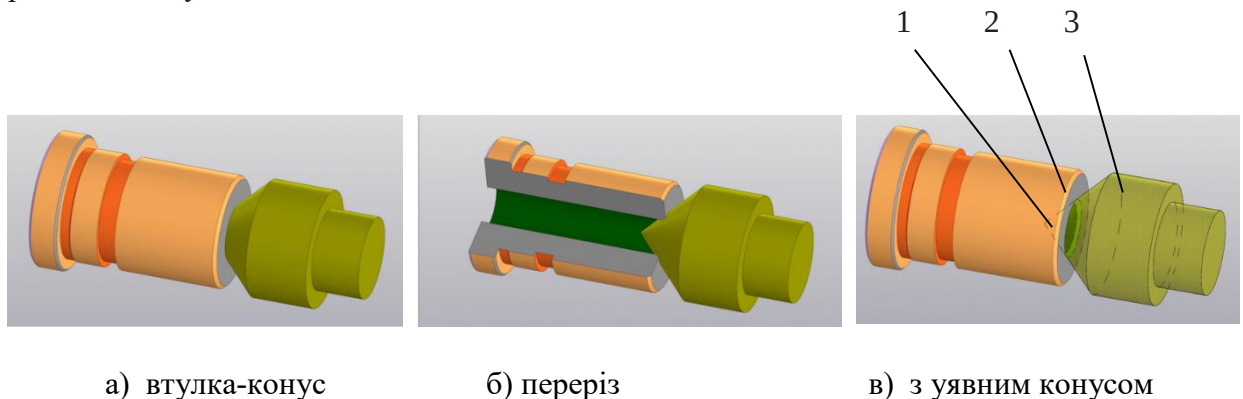


Рис. 3 — Сполучення конічних поверхонь фаски 1 отвору втулки і конічної поверхні 2 геометричної фігури 3

Якщо втулку розсікти січною площиною перпендикулярною до осі, то в перерізі буде коло, рівняння якого $(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \leq R^2$, де (x_0, y_0) – координати центру, R – радіус, а якщо неперпендикулярною до її осі, то в перерізі ми побачимо геометричні форми еліпсів (див. рис. 4 а, б), які є межами тіла втулки і отвору в ній, що відповідають формулі $\frac{(x - x_0)^2}{a^2} + \frac{(y - y_0)^2}{b^2} = 1$, де (x_0, y_0) – координати центру еліпса; a, b – його

півосі. В перерізах різних конусних поверхонь можна побачити і різні види кривих другого порядку: коло, еліпс, параболу і гіперболу.

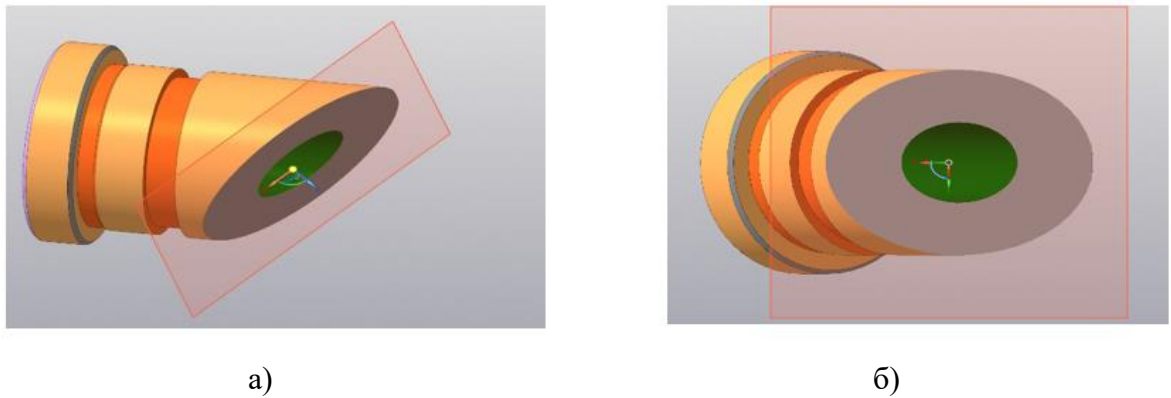


Рис. 4 — Зображення розрізу втулки січною площиною неперпендикулярною до осі

Також на першому курсі у першому семестрі викладається дисципліна «Інформаційно-комп'ютерні технології в машинобудуванні», в навчальний матеріал якої теж включаються елементи, які інтегруються з навчальним матеріалом дисципліни «Вступ до фаху». Наприклад, з точки зору машинобудівного виробництва технологічний процес є частиною виробничого процесу, що містить дії спрямовані на змінювання форми або стану предмету праці. Кінцевим результатом цих дій в машинобудуванні є виріб (об'єкт, матеріальний продукт), який визначається низкою властивостей та характеристик. Якщо провести аналогію з інформаційними технологіями, то предметом праці і кінцевим продуктом в ІТ технологіях є певна інформація що представлена у формі нематеріального об'єкту (теж продукту), що також визначається певною низкою властивостей і характеристик. Якщо кінцеві результати вважати продуктами незалежно від ознаки «матеріальність», то функціонально принципові алгоритми отримання цих продуктів мають схожі ознаки.

Реалізація технологічного процесу матеріального виробництва здійснюється за допомогою технологічних машин, агрегатів, пристроїв, інструментів тощо. Реалізація інформаційних технологій функціонально здійснюється подібно. При цьому здійснюється перетворення первинної інформації в інформативний результат нової якості.

В лабораторіях випускової кафедри на верстаті з ЧПК при виконанні практичних і лабораторних робіт, пов'язаних з технологічним процесом виготовлення втулки, яка має конструктивні елементи з геометричними формами типу «коло», «ось», «еліпс», «площини» або їх перетином, деталями типу «втулка» або «вал», металорізальними верстатами та інструментами тощо, завдяки запропонованому інтегративному міждисциплінарному підходу до викладання, студенти свідомо і підсвідомо краще розуміють і закріплюють навчальний матеріал не тільки дисципліни «Вступ до фаху» але усіх вказаних дисциплін, інтегруючи його у своєму розумі, що сприяє професійній адаптації студентів взагалі, розумінні змісту спеціальності «Прикладна механіка» і необхідності вивчення дисциплін бакалаврської підготовки.

Висновки. Відповідно до викладеного вище зауважимо, що реалізація шляхів професійної адаптації студентів технічних ВНЗ з використанням міждисциплінарного інтегративного підходу у викладанні фундаментальних, загально-інженерних і спеціальних дисциплін уже на ранніх етапах навчання сприятиме створенню підґрунтя для формування у студентів цілісного світогляду та навичок інженерно-технічної діяльності. Зазначене вище уможливило з самого початку навчання в бакалавраті

підвищити ефективність професійної адаптації студентів і забезпечити успішну подальшу фахову підготовку.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Гербарт, Й. (2006). *Перші лекції з педагогіки. Загальна педагогіка, виведена з цілей виховання. Історія зарубіжної педагогіки* / Коваленко Є.І., Белкіна Н. І.: хрестоматія. К.: Центр. навч. літ. С. 326–359.
2. Дістервег, Ф. (2006). *Посібник до освіти німецьких учителів. Історія зарубіжної педагогіки* / Коваленко Є.І., Белкіна Н. І.: хрестоматія. К.: Центр. навч. літ. С. 360–424.
3. Etzioni, A. (1965). *Political unification: a comparative study of leaders and forces*. New York: Rinehart. 346 p.
4. Божко, Н. (2018). Інтегративний підхід до навчання в контексті реформування системи освіти України. *Молодь і ринок*. № 7. С. 84–89.
5. Гузій, І. (2018). Інтегративний підхід до формування змісту професійної підготовки майбутніх фахівців інформаційної, бібліотечної та архівної справи. *Нова педагогічна думка*. № 1. С. 40–42.
6. Іванчук, М. Г. (2004). Інтегроване навчання: сутність та виховний потенціал. *Виховання особистості молодшого школяра в умовах інтегрованого підходу до навчання*. Чернівці: Рута. 360 с.
7. Козловська, І. М., Собко, Я. М. (1998). *Принципи дидактики в контексті інтегрованого навчання. Педагогіка і психологія*. № 4. С. 48–51.
8. Клепко, С. Ф. (2006). *Філософія освіти в європейському контексті*. Полтава: ПОІППО. 328 с.
9. Сердюк, С. О. (2002). *Принципи формування та реалізації навчальних програм в умовах вищої школи. Вища освіта України*. № 3. С. 84–89.
10. Тверезовська, Н. Т. (2007). *Теоретичні та методичні основи розробки і впровадження інноваційних технологій у навчальний процес вищої школи. Проблеми освіти*. № 47. С. 3–7.
11. Лавніков, О. А., Лесик, А. С. (2020). Інтегративний підхід у системі вищої освіти: поняття і особливості. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Педагогіка і психологія». Педагогічні науки*. № 1 (19). С. 195–199.
12. Собко, Я. М. (2014). *Теоретико-методичні основи впровадження інтегративних курсів у професійно-технічній освіті: навчально-методичний посібник*. Львів: Норма. 136 с.
13. Буренніков Ю., Козлов, Л., Буда, А. (2022). Реалізація інтегративного підходу в процесі навчання студентів першого курсу машинобудівних спеціальностей. *Нова педагогічна думка*. 2022. № 3 (111). С. 91-99. DOI: 10.37026/2520-6427-2022-111-3-91-99.

УДК 378.147:37.091.313

Валєєв Р.Г. (Дніпровський державний університет внутрішніх справ, м. Дніпро, Україна).

ЗАЛУЧЕННЯ СТУДЕНТІВ ДО АУТОТЕЛІЧНОЇ ПОТОКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ШЛЯХОМ СЦЕНАРНОГО ІГРОВОГО МЕТОДУ.

Анотація. У статті узагальнено досвід упровадження в освітній процес сценарного ігрового методу, який сприяє залученню здобувачів вищої освіти до аутотелічної потокової

навчальної діяльності. Описано результати експериментального навчання курсантів із застосуванням сценаріїв, заснованих на детективних моделях взаємодії, що імітують професійні ситуації. Для вимірювання ступеня залученості використано анкету EduFlow2. Встановлено, що понад половина учасників експериментальної групи досягла високих показників за шкалою «Аутотелічний досвід» і «Занурення у діяльність», що свідчить про позитивний вплив сценарного методу на формування стану потоку. Розроблено дидактичні ігрові сценарії, спрямовані на розвиток комунікативних стратегій і професійних компетентностей майбутніх поліцейських.

Ключові слова: теорія потоку; аутотелічний досвід; навчальна діяльність; ігрові дидактичні сценарії; професійна підготовка; гейміфікація освіти.

Abstract. The article summarizes the experience of introducing a scenario-based game method into the educational process, which enables higher education students to engage in autotelic flow learning activities. Experimental training of police cadets based on role-playing detective scenarios demonstrated the potential of gamified methods to increase intrinsic motivation and concentration. The EduFlow2 questionnaire was applied to measure students' flow experience. More than half of the participants reported high scores on the scales of "Autotelic experience" and "Immersion," indicating the effectiveness of the approach. The developed scenarios foster communication strategies, emotional intelligence, and professional competencies of future law enforcement officers.

Keywords: flow theory; autotelic experience; learning activity; scenario-based learning; game-based teaching; professional training; gamification.

Вступ. Сьогодення ставить перед системою освіти дедалі нові виклики. Серед них і адаптація до дистанційних умов викладання, і проведення занять в умовах бомбосховища та захисного укриття, і нівелювання стресу від небезпек воєнного часу, і конкуренція з численними чинниками, що відволікають здобувачів освіти, зокрема, онлайн-відео, кишенькові гаджети, відеоігри тощо. Підвищенню залученості здобувачів в освітній процес можуть слугувати інструменти залучення до потокової діяльності, обґрунтованої М. Чиксентмігаї як оптимального досвіду [1]. У вітчизняній освіті ця проблематика є недостатньо дослідженою, проте чимало зарубіжних фахівців останніми роками присвятили розвідки таким аспектам, як залучення здобувачів вищої освіти в контексті теорії потоку [2] застосування цієї теорії до онлайн-кураторства навчальною діяльністю студентів [3]. Окремо варто відзначити розробки дидактичних ігор і гейміфікованих освітніх середовищ [4], а також спроби створення психометричних методик, здатних виміряти рівень занурення в потік, зокрема, анкету для вимірювання потоку в освітньому процесі Eduflow [5].

Постановка проблеми. Соціальні сфери сучасного життя пронизані технологіями. Освіта також широко наповнюється технологіями. За цих умов студенти мимоволі порівнюють доступні їм технології в інших сферах, зокрема, можливості дистанційного спілкування, пошуку інформації, її обробки та зберігання, а також можливості розваг. Як правило, цифрові освітні технології програють у таких можливостях. На нашу думку, вони слабші і в контексті створення та підтримки потоку, описаного Мігаї Чиксентмігаї як оптимального досвіду.

Дещо покращити ситуацію може гейміфікація навчального процесу. Ігрові прийоми дозволяють відмовитися від справжніх об'єктів навчання. Наприклад, об'єктами навчання курсантів міліції є вміння визначати позицію мовця за вербальними та невербальними знаками, вміння визначати тактичні прийоми співрозмовника, вміння використовувати різні тактичні прийоми, як а також навички помічати вербальні та невербальні ознаки брехні. У відповідному навчанні ми можемо обмежитися механічним повторенням ознак і цілей різних стилів спілкування, а також розвитком навичок їх ідентифікації під час прослуховування записів або під час інсценування чужих розмов. Однак сценарії, в тому числі і ігрові, в даному випадку більш ефективні методи.

Методика. Під час спеціального навчального модуля ми організували навчання майбутніх поліцейських тактиці спілкування, на якій, зокрема, висвітлив Мерійн Бруйнес

[6]. Ми адаптували її навчальну ігрову методику, в якій курсанти виконують роль детективів і розслідують справу. Успішне розслідування залежить від ефективного вибору комунікаційних тактик, які підходять певним персонажам. Так, курсантам необхідно використовувати тактику симпатії (виявляти готовність до розмови та реагувати емпатично), рівності (підкреслювати спільність, називати зовнішніх ворогів), авторитету (виявляти довірливість, демонструвати досвід) тощо.

Зокрема, після реалізації трьох сценарних ігор ми використали інструмент вимірювання EduFlow2, розроблений Jean Heutte та ін., перекладений нами українською мовою таким чином:

FlowD1a «I feel I am able to meet the high demands of the situation» = «Я відчуваю, що здатний відповідати серйозним вимогам ситуації».

FlowD1b «I feel that what I do is under my control» = «Я відчуваю, що те, що я роблю, знаходиться під моїм контролем».

FlowD1c «I know what I have to do at every step of the task» = «Я знаю, що маю робити на кожному кроці завдання».

FlowD2a «Time seems to flow by in a different way than ever before» = «Здається, час тече по іншому не так, як звичайно».

FlowD2b «I feel like the time is flying very fast» = «Я відчуваю, що час летить дуже швидко».

FlowD2c «I don't notice the time passing» = «Я не помічаю, як минає час».

FlowD3a «I didn't care about what the others could think of me» «Мені було байдуже, що про мене можуть подумати інші».

FlowD3b «I don't fear the judgment of others» = «Я не боюся осуду інших».

FlowD3c «I was not worrying about what the others think about me» = «Мене не хвилювало те, що про мене думають інші».

FlowD4a «I have the feeling of living a moment of excitement» = «У мене таке відчуття, що я переживаю захоплюючий момент».

FlowD4b «This activity makes me happy» = «Ця діяльність приносить мені задоволення».

FlowD4c «When I talk about this activity, I feel a strong emotion and I want to share it» = «Коли я говорю про цю діяльність, я відчуваю сильні емоції, і я хочу поділитися»

Результати. У результаті в експериментальній групі курсантів більше половини курсантів виявили оцінки 5 – 7 балів за шкалою «Аутотелічний досвід» (цінність самої діяльності) і за двома показниками параметру «Занурення та трансформація часу». У контрольній групі жоден із курсантів за цими шкалами не виявив таких високих оцінок. Водночас, за параметрами «Когнітивний контроль» і «Втрата самоусвідомлення» відмінності не мають статистичної значущості.

Обговорення. Під час вивчення тем, пов'язаних із професійною комунікацією, нами підготовлено цикл сценаріїв, спрямованих не лише на вивчення теоретичних засад проведення опитувань, а й на напрацювання навичок опитування [7]. Акцент зроблено на використанні емоційного та соціального інтелектів, емпатичному сприйнятті співрозмовників і використанні в спілкуванні з ними різних стратегій комунікації. Саме використання у відповідному сценарії потрібної стратегії спілкування, налагодження позитивного контакту зі співрозмовником призводить до того, що він повідомляє потрібну інформацію. Безпосередньо сценарії мають детективний сюжет, у якому курсантам належить розібратися зі вчиненим злочином. Для цього частина найбільш підготовлених курсантів (як правило, іншої академічної групи) вивчають свої ролі, в яких описані «свідчення», які вони дають спочатку, а також кілька варіантів повніших і більш правдивих свідчень, а також і опис стратегій співрозмовника, що дають змогу відкритися.

Наприклад, підліток побоюється покарання батьків за куріння і заперечує, що виходив із квартири покурити, залишивши друга наодинці з викраденою річчю, або чоловік

замовчує про алібі з коханкою, або на ґрунті ненависті свідок обмовляє іншого. Однак при застосуванні потрібних стратегій спілкування ці відомості поступово з'ясовуються. Викладач (інструктор) також присутній під час реалізації сценарію і може подати умовний знак акторові щодо застосування співрозмовником правильної стратегії та переходом до повніших свідчень.

Актори розпочинають співпрацювати (або зізнаватися чи визнавати провину), коли курсант у ролі поліцейського вдало виявив співчуття, розуміння, зафіксував нелогічність свідчень, підібрав раціональну аргументацію, або використав іншу доречну стратегію. Після зміни актором тактики спілкування або після завершення сценарію, викладач організує рефлексію навчальної аудиторії з таких питань: яку тактику обрав підозрюваний з самого початку; яку позицію він зайняв; чи визначив своє ставлення до комунікації; чи змінив він позицію, ставлення, тактику; що вплинуло на таку зміну; які саме вербальні та невербальні ознаки свідчили про обрання, нівелювання, зміну позиції, ставлення, тактики.

Для ускладнення та урізноманітнення протікання ділової гри розроблені додаткові картки, про зміст яких знають лише ті, що виконують ролі підозрюваного. Ці картки вимушують змінити тактику на певну з зазначених, або навпаки, зберігати тактику протягом зазначеного часу, навіть за умов вірних дій поліцейського. Також розроблено окремі картки-завдання для поліцейського. Вони примушують його нівелювати свої позиції, ставлення, тактики, змінити їх залежно від певних умов чи протягом певного часу. Відповідно, у цьому випадку викладач організує рефлексію аудиторії з відповідних питань яку тактику обрав поліцейський з самого початку; яку позицію зайняв; чи визначив своє ставлення до підозрюваного; чи змінив він позицію, ставлення, тактику; що вплинуло на таку зміну; які саме вербальні та невербальні ознаки свідчили про обрання, нівелювання, зміну позиції, ставлення, тактики.

Такі сценарні ігри також можна ускладнювати й іншими аспектами майбутньої професійної діяльності, зокрема, необхідністю забезпечення командної роботи, диференціацією функцій поліцейських під час контакту зі сторонніми, реалізацією принципу «прикриття», страхування напарника. Також у сценарний метод можна впровадити огляд локацій («місць злочину»), фіксацію слідів, зняття відбитків, дослідження доказів, розшифровку знайдених послань, складання словесних портретів, ідентифікацію за фотографіями, вивчення службової документації (наприклад, протоколів огляду місця події, протоколів допитів), тощо. У цьому випадку ігровий сценарій перетворюється на повноцінний поліцейський квест, у якому напрацьовуються не тільки комунікативні, а й інші професійні навички.

В ідеалі, *scenario based training* потребує професійних акторів, які здатні повноцінно виражати свій емоційний стан, відношення до події та поліцейського тощо. Наші спроби замінити професійних акторів викладацьким складом, волонтерами та іншими курсантами не дають можливість природньо відобразити невербальні ознаки обману, емоційного стану.

Висновки. Таким чином, сценарний ігровий метод дозволяє залучити здобувачів освіти до навчального процесу, суттєво підвищити їхню ситуативну мотивацію та навіть організувати досвід потокової діяльності.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Чиксентмігаї, М. Потік. Психологія оптимального досвіду. К.: КСД, 2017. – 358 с.
2. Shernoff, D.J., et al. Student engagement in high school classrooms from the perspective of flow theory. *Applications of flow in human development and education: The collected works of Mihaly Csikszentmihalyi*. Dordrecht: Springer Netherlands, 2014. P. 475-494.
3. Santosa. P.I Student engagement with online tutorial: A perspective on flow theory. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)* 2015. 10.1. p. 60
4. Shernoff, D., Hamari, J., & Rowe, E.. Measuring flow in educational games and gamified learning environments. In *EdMedia+ Innovate Learning*. 2014, June. pp. 2276-2281

5. Heutte, J., Fenouillet, F., Boniwell, I., Martin-Krumm, C. & Csikszentmihalyi, M. Optimal learning experience in digital environments: theoretical concepts, measure and modelisation, Symposium "Digital Learning in 21st Century Universities: A Franco-American Perspective. Georgia Institute of Technology (Georgia Tech) Atlanta, GA. 2014
6. Bruijnes M., et al. Keeping up stories: design considerations for a police interview training game. Proceedings of the Social Believability in Games Workshop (SBG2013). Centre for Telematics and Information Technology (CTIT), 2013. – P. 14
7. Валєєв Р.Г., Герасимчук Ю.В. Тренінг комунікації поліцейського: обґрунтування методичної доцільності та приклад сценарію. Актуальні проблеми державно-правового розвитку України в контексті інтеграційних процесів : матеріали IV-ої Міжнародної науково-практичної конференції (Запоріжжя, 18 травня 2019 р.) / Редкол.: С.К. Бостан, Р.М. Макасова, Т.Є. Леоненко. – Дніпро : «ЛІРА ЛТД», 2019. – с. 306-309

УДК 004.09:378.145

Гітєс В.Б., Литвиненко М.Д. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

РОЗРОБКА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПЛАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.

Анотація. У статті проаналізовано особливості організації навчального процесу в умовах дистанційного навчання та визначено проблеми, з якими стикаються студенти під час самостійного планування навчальної діяльності. Запропоновано математичну модель системи планування навчального процесу, побудовану на основі теорії масового обслуговування. Описано програмну реалізацію системи, яка автоматизує розподіл часу між завданнями з урахуванням пріоритетів, часових обмежень і необхідності відпочинку. Наведено основні формули, алгоритми та функціональні можливості створеного програмного продукту. Система сприяє підвищенню ефективності управління навчальним навантаженням, формуванню навичок тайм-менеджменту та саморегуляції студентів.

Ключові слова: інформаційна система; планування; тайм-менеджмент; дистанційне навчання; система масового обслуговування; навчальний процес; моделювання.

Abstract. The paper analyzes the features of the educational process in the context of distance learning and identifies the main challenges students face when organizing their own study activities. A mathematical model of an educational process planning system is proposed, based on queuing theory. The software implementation automates time allocation between tasks considering priorities, daily limits, and rest intervals. The main formulas, algorithms, and functions of the system are described. The developed program improves workload management, enhances students' time-management skills, and supports self-regulated learning.

Keywords: information system; planning; time management; distance learning; queuing systems; educational process; modeling.

Вступ.

Сучасні освітні реалії, зокрема перехід на дистанційні або змішані форми навчання, поставили студентів перед новими викликами щодо організації власного навчального процесу. Одним із найбільш складних аспектів стало самостійне планування часу та контроль виконання навчальних завдань в умовах обмеженої взаємодії з викладачами, відсутності чіткого графіка занять і великої кількості джерел інформації. Це призводить до

перевантаження, порушення режиму навчання, низької мотивації та втрати якості засвоєння знань.

У таких умовах особливого значення набувають різні види математичного забезпечення, які можуть допомогти здобувачам вищої освіти структурувати власний навчальний процес, координувати виконання завдань, ефективно розподіляти навчальний час та адаптуватися до змін у розкладі чи пріоритетах. Однак для реалізації таких видів забезпечення необхідна співпраця з інформаційними системами, які дозволять врахувати індивідуальний розклад та побажання студентів, їхні навчальні плани, а також зовнішні чинники, що впливають на самонавчання.

Метою роботи: розробка системи планування робочого часу та розподілу завдань із урахуванням пріоритетів і обмежень по часу на день.

Така задача має практичну значущість, оскільки дозволяє підвищити ефективність управління завантаженням та раціонально організувати робочий процес з урахуванням часових лімітів та необхідності перерв.

В сучасних умовах автоматизація планування робочого часу стає критично важливою. Використання математичних моделей для оптимального розподілу часу між завданнями дозволяє значно зменшити простой, підвищити продуктивність праці та уникнути перевантаження. Основним викликом є розподіл робочого часу між завданнями з різними пріоритетами та обсягом роботи, а також побудова оптимального щоденного розкладу з урахуванням часових обмежень і необхідних перерв.

Для вирішення задачі розробки системи планування робочого часу та розподілу завдань із урахуванням пріоритетів і обмежень по часу на день, застосовані положення теорії масового обслуговування. Використання систем масового обслуговування (СМО) у додатках для планування дозволяє ефективно моделювати процеси обробки запитів, оптимізувати використання ресурсів та підвищувати продуктивність [1]. Сучасні системи планування повинні враховувати обмеженість ресурсів і необхідність розподілу завдань таким чином, щоб мінімізувати затримки та забезпечити рівномірне навантаження. У цьому контексті СМО є ефективним інструментом для аналізу та прогнозування роботи таких систем. Вони дозволяють математично описати поведінку системи, оцінити середній час очікування, рівень завантаженості ресурсів та інші важливі характеристики, що сприяють підвищенню ефективності планування [2].

Математична модель системи планування навчального процесу здобувачів вищої освіти.

Для аналізу розкладу на предмет перевантаженості студента була застосована формула індикації перевантаження (формула Поллачека-Кінчіна):

$$L_q = \frac{\lambda^2 \times \sigma^2 + \rho^2}{2(1-\rho)}, \quad (1)$$

де λ – середня кількість задач, що надходять за одиницю часу:

$$\lambda = \frac{n}{D_i}; \quad (2)$$

σ^2 – оцінка варіативності часу виконання задач;

ρ – відношення навантаження до продуктивності;

L_q – показує перевантаження системи – чим більше, тим більша черга задач;

n – кількість задач;

Дисперсія тривалості задач σ^2 розраховується таким чином:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i^2 - (m_o)^2, \quad (3)$$

де t_i – тривалість виконання i -ої задачі в годинах;

m_o – середній час виконання однієї задачі:

$$m_o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i. \quad (4)$$

Далі застосована формулу, яка допомагає в формуванні розкладу безпосередньо. За допомогою неї програма може здійснювати основні розрахунки:

$$M_{day} = H_{day} \times 60, \quad (5)$$

де H_{day} – кількість годин на робочий день;

M_{day} – кількість хвилин на робочий день.

Для задання перерв в розкладі використана формула:

$$B_i = \frac{H_i}{2}, \quad (6)$$

де H_i – кількість годин для завдання i ;

B_i – кількість перерв по 20 хвилин.

Ця формула використовується для визначення того, скільки треба загально (з перервами) часу для виконання поставленої задачі. В програмі це допомагає визначити майбутній часовий об'єм роботи:

$$T_i = H_i \times 60 + B_i \times 20, \quad (7)$$

де T_i – загальний час на завдання з перервами.

Наступна формула підраховує загальну кількість днів на виконання одного завдання:

$$D_i = \frac{T_i}{M_{day}}, \quad (8)$$

де D_i – кількість днів на завдання i .

Ця формула підраховує сумарну кількість днів яку треба буде витратити студенту на виконання всього розкладу:

$$D_{total} = \sum_{i=1}^n D_i, \quad (9)$$

де D_{total} – загальна кількість днів на всі завдання.

Далі, відбувається формування самого розкладу, який і буде чергою для СМО. Наступна умова визначає додавання перерви кожні 2 години:

$$W \geq 120, \quad (10)$$

де W – хвилини безперервної роботи.

Формула для підсумовування загального часу:

$$T = H \times 60 + M, \quad (11)$$

де H – кількість годин;

M – кількість хвилин;

T – загальний час у хвилинах.

Для більш точних розрахунків програми застосовується конвертація часу в секунди:

$$R = H \times 3600 + M \times 60, \quad (12)$$

де R – загальний час у секундах.

Одним із найважливіших пунктів аналітики в програмі для користувача є розрахунок його прогресії по кожному предмету окремо за такою формулою:

$$P = \frac{D_v}{T_n} \times 100\%, \quad (13)$$

де D_v – виконано хвилин;

T_n – заплановано хвилин;

P – відсоток виконання.

Далі відбувається підрахунок пройдених днів для руху і збереження прогресії за розкладом:

$$D = \sum_{i=1}^{A-1} \vartheta_i, \quad (14)$$

де A – номер активного рядка;

ϑ_i – умова наявності слова «день» в рядку.

Формула (15) відповідає за подальше конвертування одиниць часу для їх коректного обміну програмою між процедурами, а також для коректного відображення в основному вікні програми:

$$\begin{aligned} H &= \left\lfloor \frac{R}{3600} \right\rfloor, \\ M &= \left\lfloor \frac{R \bmod 3600}{60} \right\rfloor, \\ S &= R \bmod 60. \end{aligned} \quad (15)$$

Наступна формула розраховує суму часу по задачах одного предмета для розрахунку прогресії:

$$T_{total} = \sum_{i=1}^n T_i, \quad (16)$$

де T_i – час кожної задачі предмета.

Формула (17) використовується програмою для розрахунку суми виконаного часу предмета, що також потрібно для аналізу прогресії користувача:

$$T_{done} = \sum_{i=1}^n S_i \times T_i, \quad (17)$$

де S_i – умова виконання предмета (приймає значення 1 або 0).

Реалізація інформаційної системи для планування навчального процесу здобувачів вищої освіти.

Розроблена інформаційна система є автономним додатком, що не потребує зовнішніх ресурсів для роботи. Основним призначенням є автоматизація планування навчального процесу здобувачів вищої освіти.

Програмна система реалізує такі функції:

- формування розкладу з необмеженою кількістю навчальних завдань та годин на кожне;
- сортування і створення черги завдань за пріоритетами, визначеними користувачем;
- попередній перегляд і динамічне редагування розкладу до моменту затвердження;
- розрахунок часу, необхідного для виконання всіх завдань, із урахуванням перерв;
- введення користувачем кількості робочих годин на день для формування персонального графіка;
- індикатор перевантаження, який сигналізує про надмірне навантаження;
- створення нового розкладу після завершення попереднього;
- таймер, який контролює робочі інтервали й перерви та інформує про їх початок і завершення;
- індикація прогресу користувача у вигляді кольорового підсвічування виконаних пунктів;
- дострокове завершення завдання, якщо воно виконане раніше розрахованого часу;
- підрахунок пройдених робочих днів і відображення залишку;
- автоматичний розрахунок відсоткової прогресії виконання завдань;
- швидкий перехід на навчальні ресурси за вказаними посиланнями;

- адаптивні режими для людей з дислексією та дальтонізмом, які змінюють шрифт і кольорову схему інтерфейсу;
- можливість збереження розкладу, прогресу й налаштувань у файл та їх подальшого завантаження;
- автоматичне збереження даних при виході та завантаження їх під час запуску програми;
- підказки на елементах інтерфейсу для полегшення орієнтації користувача.

Система поєднує простоту використання, гнучкість налаштувань і інклюзивність інтерфейсу, що робить її зручною для широкого кола студентів.

Після запуску додатка користувача зустрічає головне робоче вікно програми (рис. 1). На цьому етапі доступні базові функції та адаптивні режими.

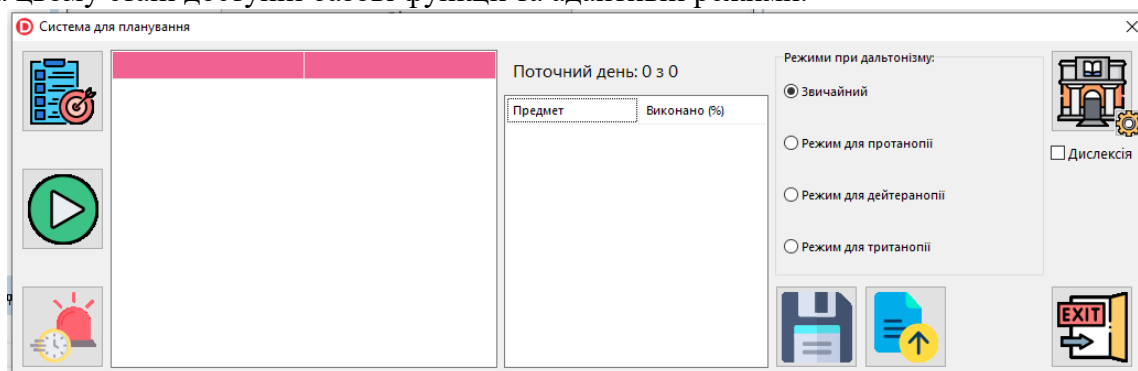


Рис. 1 – Робоче вікно додатка при старті

У розділі налаштувань (рис. 2) користувач може додавати предмети, визначати їхні пріоритети, кількість годин і формувати повний розклад. Передбачено валідацію введених даних, що запобігає створенню неповних записів.

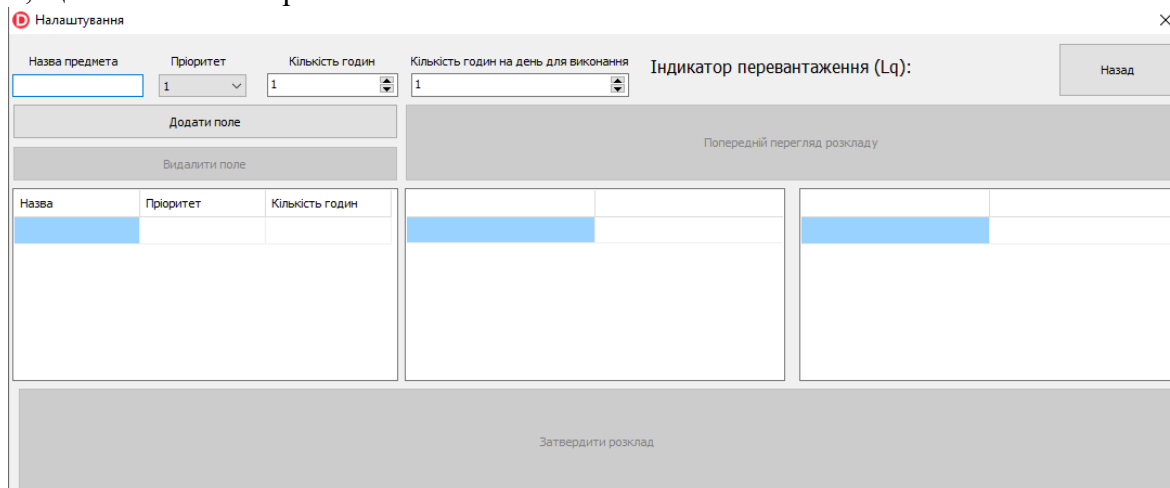


Рис. 2 – Вікно налаштувань програми

Після формування розкладу виконується попередній перегляд (рис. 3), у якому відображаються кількість днів для виконання завдань, індикатор перевантаження, а також черга завдань.

Налаштування

Назва предмета: Пріоритет: Кількість годин: Кількість годин на день для виконання: Індикатор перевантаження (Lq): 6,77

Додати поле

Видалити поле

Затвердити розклад

Попередній перегляд розкладу

Назва	Пріоритет	Кількість годин
Математика	1	15
Фізика	3	24
Історія	5	30

Назва	Час виконання (днів)
Математика	2,89
Фізика	4,67
Історія	5,83
Всього	14

Завдання	Тривалість
День 1	
Математика	2 год
Перерва	20 хв
Фізика	2 год
Перерва	20 хв
Історія	1 год

Рис. 3 – Попередній перегляд розкладу

Після затвердження розкладу відкривається основне робоче вікно (рис. 4), що містить таймер, індикатори прогресу та кнопки керування процесом навчання.

Система для планування

Поточний день: 1 з 14

Завдання	Тривалість
День 1	
Математика	2 год
Перерва	20 хв
Фізика	2 год
Перерва	20 хв
Історія	1 год
День 2	
Математика	2 год
Перерва	20 хв
Фізика	2 год
Перерва	20 хв

Предмет	Виконано (%)
Математика	0,0%
Фізика	0,0%
Історія	0,0%

Режими при дальтонізмі:

- ☒ Звичайний
- ☐ Режим для протанопії
- ☐ Режим для дейтеранопії
- ☐ Режим для тританопії

Дислексія ☐

EXIT

Рис. 4 – Готове до роботи вікно програми

Під час роботи програма автоматично змінює кольорові індикатори: зеленим позначається виконане завдання, червоним – активне, жовтим – наступне. Індикатор прогресу відображає відсоток виконаних робіт (рис. 5).

Система для планування

Поточний день: 4 з 14

Завдання	Виконано
День 3	
Математика	Виконано
Перерва	Виконано
Фізика	Виконано
Перерва	Виконано
Історія	Виконано
День 4	
Математика	Виконано
Перерва	00:19:50
Фізика	2 год
Перерва	20 хв
Історія	1 год

Предмет	Виконано (%)
Математика	53,3%
Фізика	25,0%
Історія	18,2%

Режими при дальтонізмі:

- ☒ Звичайний
- ☐ Режим для протанопії
- ☐ Режим для дейтеранопії
- ☐ Режим для тританопії

Дислексія ☐

EXIT

Рис. 5 – Відображення прогресу користувача

Система забезпечує можливість збереження результатів, завантаження розкладу, а також відкриття навчального ресурсу за заданим посиланням (рис. 6).

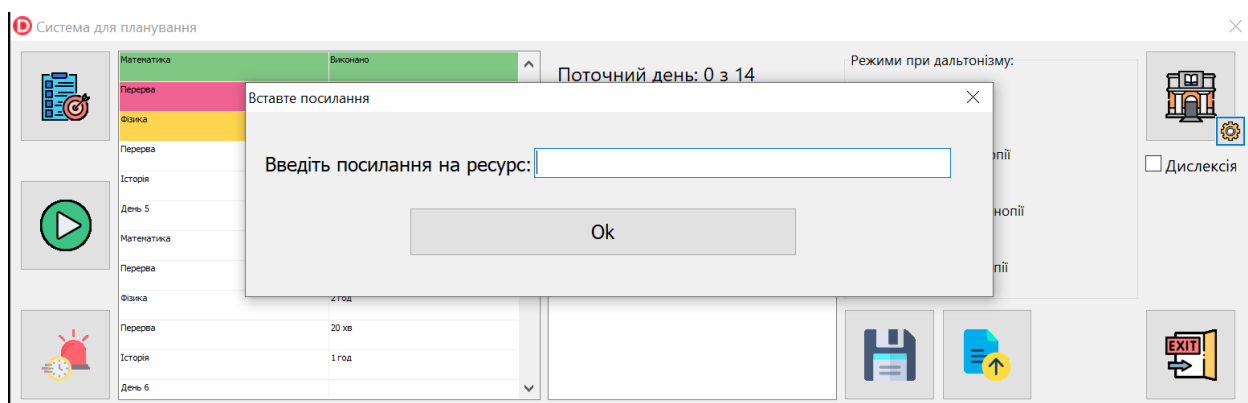


Рис. 6 – Вікно для введення посилання на навчальний ресурс

Висновки.

Використання розробленої інформаційної системи для планування навчального процесу дозволяє ефективно розподіляти навчальне навантаження студентів під час дистанційного навчання, контролювати час виконання завдань та підтримувати баланс між роботою й відпочинком. Вона поєднує простоту використання, невисокі вимоги до обчислювальних ресурсів комп'ютера та швидкість виконання операцій.

В основу системи закладено математичну модель та концепцію системи масового обслуговування (СМО), що дозволяє моделювати черги завдань, оцінювати й оптимізувати час виконання роботи студентів та уникати перевантаження. Крім того, система забезпечує гнучкість налаштувань, адаптивні режими для людей з дислексією та дальтонізмом, а також можливість динамічного редагування розкладу, що підвищує ефективність навчання та автономність студента.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Кузнецов, В. В. Теорія масового обслуговування : навч. посібник / В. В. Кузнецов. – Київ : Видавничий дім «Києво-Могилянська академія», 2017. – 312 с. – ISBN 978-966-518-791-5. – С. 101–135.
2. Павлов, А. А. Математичні моделі і методи оптимізації : підручник / А. А. Павлов. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2015. – 280 с. – ISBN 978-617-7283-12-7. – С. 58–92.

УДК 620.18:004.9

Григоренко Я.С., Дмитрієв Д.О. (Херсонський національний технічний університет, м. Херсон, Україна).

СМАРТИЗАЦІЯ ПІДГОТОВКИ І ПОСТОБРОБКИ 3D-ДРУКУ МЕТАЛЕВИХ СПЛАВІВ.

Анотація. У роботі розглянуто смартизацію етапів підготовки та постобробки виробів адитивного виробництва з металевих сплавів з метою підвищення відтворюваності якості та скорочення технологічного циклу. Запропонований підхід поєднує автоматизований аналіз властивостей порошку (комп'ютерний зір, ML-класифікація фракцій), моделювання процесу за

допомогою цифрових двійників, а також роботизовані операції шліфування/полірування з контролем шорсткості в замкненому контурі керування. Такі рішення реалізують принципи «Індустрії 4.0» та спрямовані на створення замкненого інформаційного контуру для самонавчального вдосконалення процесу.

Ключові слова: адитивне виробництво, металеві сплави, смартизація, цифровий двійник, комп'ютерний зір, машинне навчання, неруйнівний контроль, роботизоване полірування, контроль шорсткості, забезпечення якості.

Abstract. The paper discusses the smartization of pre-processing and post-processing stages in metal additive manufacturing aimed at improving quality reproducibility and reducing the production cycle time. The proposed approach combines automated powder characterization (computer vision and ML-based fraction classification), process modeling through digital twins, and robotic grinding/polishing operations with closed-loop roughness control. Such solutions implement the principles of Industry 4.0 and are focused on creating a closed information loop for self-learning optimization of the process.

Keywords: additive manufacturing, metal alloys, smartization, digital twin, computer vision, machine learning, non-destructive testing, robotic polishing, surface roughness control, quality assurance.

Вступ. У технологіях пошарового утворення металевих виробів точність, надійність і стабільність характеристик значною мірою залежать не лише від параметрів процесу друку, а й від якості підготовки та постобробки. Ці етапи формують мікроструктуру, впливають на залишкові напруження, пористість, твердість і шорсткість поверхні. У сучасних умовах розвитку адитивного виробництва актуальним завданням стає смартизація підготовчих і завершальних процедур із застосуванням інтелектуальних технологій для підвищення якості готових виробів та забезпечення відтворюваності результатів.

Основні положення. Етап підготовки охоплює перевірку властивостей порошку, підбір параметрів нанесення шару, калібрування траєкторії лазера і моделювання теплових процесів. Якість вихідного порошку безпосередньо впливає на стабільність процесу плавлення. Важливими є морфологія частинок, гранулометричний розподіл, вологість і ступінь оксидування. Для автоматизованого аналізу застосовуються системи комп'ютерного зору — ImageJ, OpenCV, NEXSYS GSAT, які дозволяють оцінювати форму та розмір зерен, визначати відсоток агломератів, що погіршують рівномірність розподілу шару. Алгоритми штучного інтелекту аналізують статистичні вибірки мікрофотографій порошку та класифікують фракції за придатністю до друку. У роботах [1, 2] показано, що впровадження автоматизованого контролю порошку знижує кількість пор у готових деталях на 15–25 % порівняно з ручною оцінкою.

Додатковим аспектом смартизації підготовки є створення цифрових двійників процесу друку. Моделі, побудовані у середовищах Simufact Additive чи ANSYS AM, дають змогу прогнозувати теплові поля, усадку та деформації. На основі цих даних система оптимізує параметри лазера — потужність, швидкість, крок перекриття траєкторій — для запобігання утворенню внутрішніх напружень. Таким чином, інтелектуальні алгоритми ще на етапі планування знижують ймовірність дефектів, що проявляються після друку або під час термообробки.

Після завершення процесу побудови виробу відбувається серія постпроцедур, мета яких — усунути технологічні дефекти та забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики. Найважливішими з них є термообробка, гаряче ізостатичне пресування (HIP), механічна фінішна обробка та контроль якості. Смартизація постобробки полягає у використанні сенсорних систем і аналітики даних для автоматичного керування режимами обробки. Наприклад, температурні датчики та камери інфрачервоного спектру фіксують профіль нагріву виробу в печі, а програма коригує параметри у реальному часі для запобігання перегріву чи недогріву. Такий підхід, за даними досліджень [3], дозволяє скоротити тривалість циклу термообробки на 18 % і підвищити щільність структури металу на 2–3 %.

Важливою складовою смарт-постобробки є роботизовані системи механічного полірування та шліфування. Використання машинного зору дає змогу автоматично оцінювати шорсткість поверхні та регулювати зусилля контакту інструмента. Роботизовані комплекси KUKA LBR iiwa та Fanuc CRX забезпечують стабільне значення параметра Ra менше ніж 3 мкм без участі оператора. Додатково використовуються методи неруйнівного контролю (ультразвуковий, лазерний, рентгенівський), дані з яких обробляються алгоритмами машинного навчання для виявлення внутрішніх дефектів і формування цифрового паспорта виробу [4].



Рис. 1 — Роботизована система полірування після 3D-друку (KUKA LBR iiwa).

Смартизація підготовки та постобробки утворює замкнений контур, у якому інформація про параметри порошку, процес друку й результати термообробки передається до єдиної бази даних. Система аналізує накопичені дані та формує рекомендації для наступних циклів друку. Таким чином, виробництво набуває властивостей самонавчальної системи: кожен виріб, пройшовши повний цикл «підготовка — друк — постобробка», підвищує точність прогнозів і зменшує ризик повторення дефектів. Такий підхід відповідає концепції «Індустрії 4.0» і забезпечує перехід до автоматизованого управління якістю металевих виробів.

Висновки. Отже, смартизація підготовчих і завершальних етапів 3D-друку дозволяє істотно підвищити рівень контролю якості, скоротити тривалість технологічного циклу та зменшити кількість відмов. Використання цифрових двійників, сенсорних систем і алгоритмів машинного навчання перетворює традиційне виробництво на інтелектуальну систему, де контроль якості відбувається безперервно, а параметри процесу автоматично адаптуються під задані критерії. Це створює основу для подальшого розвитку інтелектуальних технологій визначення характеристик якості металевих виробів у процесах пошарового утворення.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Yeshiwas T. A., Tiruneh A. B., Sisay M. A. A review article on the assessment of additive manufacturing // *Journal of Materials Science: Materials in Engineering*. – 2025. – Vol. 7, No. 1. – P.

306. – URL: <https://jmsg.springeropen.com/articles/10.1186/s40712-025-00306-8> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Gao B. A review of research progress in selective laser melting (SLM) // *Metals*. – 2022. – Vol. 12, No. 1. – Article 9861605. – URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9861605/> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Ben Amor S., Brissaud D., Rivette M. Digital twin implementation in additive manufacturing: a comprehensive review // *Processes*. – 2024. – Vol. 12, No. 6. – P. 1062. – URL: <https://www.mdpi.com/2227-9717/12/6/1062> (дата звернення: 23.10.2025).
4. Hashmi A. W., Mali H. S., Meena A., Puerta A. P. V., Kunkel M. E. Surface characteristics improvement methods for metal additively manufactured parts: a review // *Materials and Manufacturing Processes*. – 2022. – Vol. 37, No. 8. – P. 917–934. – URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/2374068X.2022.2077535> (дата звернення: 25.10.2025).

УДК 378.147:519.85

Грудкіна Н.С. (ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», м. Запоріжжя, Україна).

ДО ПИТАННЯ СТИМУЛЮВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ПІД ЧАС ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН.

Анотація. Дослідження присвячене актуальній навчально-методичній задачі удосконалення змісту та наповнення математичних дисциплін для забезпечення ефективного формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти. Обґрунтовано, що вирішенню цієї проблеми сприяє розширення кола задач з вираженою дослідницькою складовою, зокрема професійно спрямованих. У роботі підкреслюється, що розробка таких завдань у процесі вивчення освітніх компонентів з математичною складовою сприятиме виробленню навичок формалізації проблеми, вибору методів розв'язання та глибокого аналізу отриманих рішень на сучасному професійному рівні. Особливу увагу приділено використанню систем комп'ютерної математики як потужного інструменту, що дозволяє не тільки спростити розрахунки, але й автоматизувати розв'язання формалізованих задач. Наведено приклади задач з дослідницькою складовою, що використовуються під час викладання математичних освітніх компонентів в ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». Такий підхід сприяє набуттю здобувачами цінного науково-дослідницького досвіду та формує фундамент для вирішення складних професійних завдань.

Ключові слова: дослідницька компетентність, інформаційно-комунікаційні технології, системи комп'ютерної математики, дослідницькі задачі.

Abstract. The research is dedicated to the topical instructional and methodological problem of improving the content and substance of mathematical disciplines to ensure the effective development of research competence among higher education students. It is substantiated that expanding the range of tasks with a distinct research component, particularly professionally-oriented ones, contributes to solving this problem. The paper emphasizes that developing such tasks during the study of educational components with mathematical content will foster skills in problem formalization, selection of solution methods, and in-depth analysis of the obtained solutions at a contemporary professional level. Special attention is given to the use of computer mathematics systems as a powerful tool that not only simplifies calculations but also automates the solution of formalized problems. Examples of tasks with a research component, used in teaching mathematical educational components at «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC»,

METINVEST HOLDING LLC, are provided. This approach helps students gain valuable research experience and builds a foundation for solving complex professional challenges.

Keywords: *research competence, information and communication technologies, computer mathematics systems, research tasks.*

Вступ. Сучасний ринок праці висуває кардинально нові вимоги до випускників технічних закладів вищої освіти (ЗВО), бо потребує фахівців, здатних не просто виконувати задачі за відомим алгоритмом, але й самостійно ідентифікувати проблеми, проводити аналіз нетипових ситуацій та пропонувати обґрунтовані інноваційні рішення. Ці вимоги виводять на перший план необхідність цілеспрямованого формування дослідницької компетентності здобувачів освіти. Фундаментом для розвитку цієї компетентності у майбутніх інженерів є математична підготовка. Однак, традиційне викладання математичних дисциплін зазвичай зосереджене на репродуктивному засвоєнні стандартних методів та алгоритмів, що не повною мірою сприяє розвитку навичок самостійного наукового пошуку. Виникає гостра навчально-методична проблема, яка полягає в удосконаленні змісту, методів та організаційних форм викладання математичних освітніх компонентів для їх спрямування на ефективне стимулювання дослідницької діяльності.

Метою даної роботи є обґрунтування методичного підходу до формування дослідницьких навичок здобувачів через інтеграцію у процес вивчення математичних освітніх компонент професійно спрямованих задач з дослідницькою складовою, що розв'язуються із залученням систем комп'ютерної математики. Методологічну основу дослідження складає аналіз та узагальнення провідних педагогічних практик, спрямованих на активізацію дослідницької діяльності, та розробка власного підходу на їх основі. Аналіз досліджень останніх років дозволяє виділити декілька ключових прийомів, що довели свою ефективність при викладанні фізико-математичних дисциплін у вищій школі [1-4]:

- проблемно-орієнтоване навчання, яке будується не навколо викладення готових знань, а навколо постановки та розв'язання комплексної проблеми, де роль викладача зміщується від «лектора» до «фасилітатора»;
- метод проєктів, який передбачає поглиблену індивідуальну або групову роботу здобувачів над навчальним проєктом (дослідженням) протягом тривалого часу та сприяє розвитку навичок планування, пошуку інформації, командної роботи та презентації результатів;
- метод «кейс-стаді», де здобувачам освіти пропонується для аналізу реальна або змодельована ситуація (кейс) з професійної сфери, що містить у собі певну проблему з побудовою завдання з аналізу ситуації, виявлення суперечностей та пропозицій варіантів рішень;
- залучення до науково-дослідної роботи в рамках наукових гуртків, участі у конкурсах-проєктах, підготовка тез на конференції, написання наукових статей під керівництвом викладача, тощо.

Результати. На основі узагальнення цих прийомів, пропонується для впровадження під час викладання математичних освітніх компонент комплексна методика, що поєднує два ключові компоненти, адаптовані до викладання математики в технічному ЗВО:

- впровадження професійно спрямованих задач з дослідницькою складовою, які на відміну від стандартних навчальних вправ характеризуються відкритістю (не мають єдиного правильного шляху розв'язання або однозначної відповіді), контекстуальністю (задачі відповідають реальним або професійним ситуаціям/проблемам металургії, логістики, матеріалознавства, тощо) та багатоетапністю (розв'язання вимагає проходження етапів, притаманних дослідженню від формалізації проблеми, вибору адекватних методів, реалізація розв'язання до глибокого аналізу і професійної інтерпретації отриманих рішень);
- використання систем комп'ютерної математики (СКМ) у вигляді сучасного програмного забезпечення (Maple, MATLAB, Mathcad, Python з відповідними

бібліотеками), яке може розглядатися не як допоміжний, а як стрижневий інструмент дослідження, що дозволяє змістити фокус з рутинних обчислень на концептуальні аспекти [2, 5].

Широка інтеграція СКМ та інших допоміжних програмних засобів дозволяють розв'язувати задачі реальної обчислювальної складності, які неможливо опрацювати «на папері», сприяють автоматизації розв'язання формалізованих задач та візуалізації даних та фактично створюють середовище для проведення обчислювальних експериментів, де здобувачі освіти можуть досліджувати стійкість моделі, аналізувати вплив зміни вхідних параметрів на результат, виконуючи аналіз «що, якщо...». Запропонований методичний підхід апробується під час викладання математичних освітніх компонент в ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА». Реалізація відбувається через розробку та впровадження комплексних завдань, що видаються здобувачам для самостійної або групової роботи.

Приклад 1. Провести розрахунок надійності основної системи, що складається з i елементів, ймовірності безвідмовної роботи яких в певних часових межах дорівнюють p_i . Проаналізувати надійність удосконаленої системи із додатковим введенням елементу $(i+1)$ з ймовірністю безвідмовної роботи p_{i+1} . **Зауваження.** Використовуючи можливості СКМ Maple, пропонується розробити модулі автоматизованого розрахунку надійності основної та удосконалених систем. Запропонувати розширити умови задачі за рахунок введення дослідницької складової [2].

Первинні результати впровадження свідчать про підвищення мотивації здобувачів, оскільки вони бачать прямий зв'язок між абстрактним математичним апаратом та майбутніми професійними задачами. При цьому відзначається розвиток навичок формалізації, критичного аналізу, вміння обґрунтовувати прийняті рішення та використання сучасних СКМ.

Обговорення. Наведена методика є фактично реалізацією та поєднанням елементів проблемного навчання та методу кейсів, адаптованих до специфіки математичних дисциплін у технічному ЗВО. На відміну від класичного «чистого» проблемного навчання, запропонований підхід є більш структурованим, де проблема (задача) чітко формулюється викладачем в рамках конкретної теми курсу, а шляхи її розв'язання та глибина аналізу залишаються відкритими для дослідницького пошуку здобувачів освіти. Ключова перевага інтеграції СКМ полягає в тому, що вона знімає обчислювальні бар'єри, які раніше робили неможливим розгляд реалістичних професійних кейсів в аудиторії. Це, в свою чергу, дозволяє здобувачам освіти пройти повний цикл дослідження: від формалізації нечітко поставленої професійної задачі до глибокого аналізу отриманих за допомогою СКМ рішень та їх інтерпретації у фаховому контексті. Саме цей цикл і формує фундамент дослідницької компетентності.

Висновки. Інтеграція в математичні дисципліни професійно спрямованих задач з дослідницькою складовою, підкріплена використанням сучасних систем комп'ютерної математики, є ефективним шляхом модернізації математичної підготовки у технічному ЗВО. Такий підхід, що є практичною реалізацією принципів проблемного та проєктного навчання, дозволяє змістити акценти з репродуктивного засвоєння знань на їх творче застосування. Здобувачі набувають цінного науково-дослідницького досвіду безпосередньо в процесі вивчення фундаментальних дисциплін. Це формує у них не лише набір розрізнених навичок (формалізація, аналіз, обчислення), але й цілісну дослідницьку компетентність та міцний фундамент для успішного вирішення складних професійних завдань у майбутній інженерній чи науковій діяльності.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Бороzeneць Н.С. Формування дослідницької компетентності бакалаврів з аграрних наук засобами професійно спрямованих завдань з вищої математики. Гуманізація навчально-виховного процесу. Харків: ТОВ «Видавництво НТМТ», 2018. №3 (89). С. 41-58.

2. Грудкіна, Н. С., Костіков, О. А., & Ровенська, О. Г. (2024). До питання формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти в процесі розв'язання задач з теорії ймовірності. URL: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13891974>.
3. Ічанська Н.В., Лозицький Д.Ю. «Використання математичного апарату та ІКТ для розв'язання прикладних задач». Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Математика і інформатика». т. 43. вип. 2, Жовтень 2023. С. 119-129. doi:10.24144/2616-7700.2023.43(2).
4. Організація дослідницької діяльності з математичного аналізу : монографія / О.Г. Ровенська – Краматорськ : ДДМА, 2021. 153 с.
5. Parlar M. Model Development with Maple in PhD-Level Management Science Courses: A Personal Account. Oper. Res. Forum 4, 17 (2023). doi:10.1007/s43069-023-00202-x.

УДК 159.944.4:378.147:004.9

Грудкіна Н.С., Рагуліна Н.В. (ТОВ «Технічний університет «Метінвест Політехніка», м. Запоріжжя, Україна).

ПРОФІЛАКТИКА ПРОФЕСІЙНОГО ВИГОРАННЯ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ В УМОВАХ МІШАНОГО ТА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.

Анотація. У статті проаналізовано проблему професійного вигорання науково-педагогічних працівників закладів вищої освіти в умовах вимушеного та планового переходу до мішаних або дистанційних форм навчання. Зумовлена глобальними кризовими викликами трансформація освітнього процесу суттєво вплинула на інтенсифікацію робочого навантаження, посилила технострес та призвела до розмиття меж між робочим та особистим часом. Метою статті є теоретичне обґрунтування та розробка комплексної моделі профілактики професійного вигорання у цифровому освітньому середовищі. Критичний аналіз результатів систематичних оглядів та перехресних досліджень дозволив обґрунтувати багаторівневу модель профілактики, що враховує як індивідуальні, так і організаційні чинники. Визначено ключові стресогени, специфічні для дистанційного (технострес та педагогічна невизначеність) та мішаного (подвійне навантаження та когнітивний дисонанс) форматів роботи. Доведено, що профілактика має бути багаторівневою та включати організаційний, соціально-психологічний та індивідуальний компоненти. Реалізація ефективної профілактики вигорання повинна забезпечуватися не лише завдяки індивідуальним зусиль працівника, але й вимагає системних змін на рівні адміністрації закладу, зокрема впровадження політик цифрового добробуту (digital well-being), чіткого нормування навантаження та надання якісної психологічної підтримки.

Ключові слова: професійне вигорання, науково-педагогічні працівники, дистанційне навчання, мішане навчання, профілактика, технострес, психічне здоров'я.

Abstract. The article analyzes the problem of professional burnout among research and teaching staff at higher education institutions amid the forced and planned transition to blended or distance learning formats. The transformation of the educational process, driven by global crisis challenges, has significantly impacted the intensification of the workload, increased technostress, and led to the blurring of boundaries between work and personal time. The purpose of the article is the theoretical substantiation and development of a comprehensive model for the prevention of professional burnout in the digital educational environment. A critical analysis of the results from systematic reviews and cross-sectional studies has allowed for the substantiation of a multi-level prevention model that considers both individual and organizational factors. Key stressors specific to distance (technostress and pedagogical uncertainty) and blended (dual workload and cognitive dissonance) work formats have been identified. It is proven that prevention must be multi-level and include organizational, socio-psychological, and individual

components. The implementation of effective burnout prevention must be ensured not only through the individual efforts of the employee but also requires systemic changes at the institutional administration level, particularly the implementation of digital well-being policies, clear workload normalization, and the provision of quality psychological support.

Keywords: *professional burnout, research and teaching staff, distance learning, blended learning, prevention, technostress, mental health.*

Вступ. Перехід до мішаних та дистанційних форм навчання, прискорений кризовими трансформаціями [4], став новою реальністю для вищої освіти. Ця трансформація висунула безпрецедентні вимоги до науково-педагогічних працівників (НПП). Окрім традиційних обов'язків, викладачі зіткнулися з необхідністю швидкого опанування нових цифрових інструментів та адаптації методики викладання [1].

Це призвело до появи специфічних стресорів, як технострес, розмиття меж «робота-дім», інтенсифікація праці та соціальна ізоляція. Вплив цих факторів пов'язаний з тиском використання технологій, нестабільністю платформ, ненормованим робочим графіком та неможливістю «відключитися», ефектом «подвійної роботи» у вигляді одночасної підтримки очної та дистанційної аудиторії та зменшення «живого» спілкування з колегами та здобувачами освіти. Ці фактори створюють умови для розвитку синдрому професійного вигорання, що визначається як стан виснаження [3]. Проблема полягає в тому, що вигорання НПП негативно впливає не лише на їхнє здоров'я, але й на якість освіти та загальну продуктивність закладу вищої освіти ЗВО [7].

Метою статті є на основі теоретичного аналізу виявити специфічні чинники вигорання НПП в умовах мішаного/дистанційного навчання та запропонувати комплексну модель його профілактики. Дане дослідження має теоретико-аналітичний характер та зосереджено на аналізі, синтезі та систематизації вже існуючого наукового знання. Було проаналізовано публікації вчених останніх років, присвячені проблематиці професійного здоров'я НПП, що дозволило ідентифікувати специфічні стресори, притаманні саме дистанційній та мішаній формам навчання, а також виокремити психологічні чинники та прояви самого синдрому вигорання [1-3]. Метод порівняльного аналізу використовувався для порівняння чинників вигорання, системний підхід став методологічною основою для розробки моделі профілактики, а синтез та узагальнення використано для інтеграції даних. Особлива увага приділялася узагальненню результатів міжнародних систематичних оглядів, які дозволяють оцінити доведену ефективність різних профілактичних інтервенцій (на противагу простому їх переліку) [6]. Також аналіз перехресних досліджень був необхідний для обґрунтування актуальності теми через прямий зв'язок вигорання з «об'єктивними показниками, такими як втрата продуктивності та плинність кадрів» [7].

Таким чином, описана методологія дозволила не просто описати проблему, а й виявити її багатовимірну структуру та обґрунтувати комплексну, науково доказову модель профілактики, що враховує як індивідуальні стратегії, так і необхідність системних організаційних змін в умовах кризових трансформацій [4-7].

Результати. Аналіз наукової літератури та практичних звітів дозволяє стверджувати, що вигорання НПП в умовах дистанційного та мішаного навчання є системним, багатовимірним феноменом. Воно виходить за рамки звичайної втоми та проявляється у трьох класичних вимірах: емоційному виснаженні, деперсоналізації та редукції професійних досягнень [3, 7]. Емоційне виснаження в умовах дистанційної роботи набуває нових форм. Це не лише втома від тривалої роботи за комп'ютером, але й специфічна «Zoom-втома», що виникає через надмірне когнітивне навантаження при спробі зчитувати невербальні сигнали здобувачів освіти та колег через екран. Проведені Овсянніковою В. дослідження підкреслюють, що «викладачі описують стан «постійної увімкненості», коли навіть після завершення робочого дня вони відчують нездатність емоційно «відключитися» від робочих завдань та цифрового середовища» [1].

Деперсоналізація, тобто розвиток цинічного, байдужого або навіть негативного ставлення до здобувачів освіти та колег, є захисним механізмом у відповідь на виснаження. В умовах мішаного навчання цей чинник посилюється. Як зазначають дослідники, «викладач, що змушений одночасно керувати «живою» аудиторією та здобувачами освіти в онлайн, неминуче стикається з «подвійним навантаженням» [2]. Це часто призводить до фрустрації та відчуття, що він не може приділити належної уваги жодній з груп, що й провокує емоційну відстороненість (деперсоналізацію) як від здобувачів освіти, так і від самого педагогічного процесу» [2]. Редукція професійних досягнень виявляється у знеціненні власної праці, бо викладачі починають сумніватися у якості свого онлайн-викладання та ефективності засвоєння матеріалу здобувачами освіти. Цьому сприяє відсутність чітких критеріїв оцінки ефективності дистанційної праці з боку адміністрації. Як підкреслюється в роботі Amer SAAM та колективу «організації, які не адаптували свої системи оцінки та винагороди до нових умов праці, створюють середовище, де вигорання пов'язане не лише з перевантаженням, але й з відчуттям «невидимості» та знецінення докладених зусиль» [7]. Відсутність адекватного зворотного зв'язку та визнання посилює відчуття власної неефективності. Кризові трансформації та розмиття меж «робота-дім» виступають каталізаторами цих процесів. Таким чином, результати багатьох досліджень підтверджують, що вигорання НПП – це не індивідуальна проблема, а прямий наслідок системних організаційних, технологічних та психологічних чинників [1, 3-6].

Обговорення. Отримані результати диктують необхідність переходу від реактивних (лікування наслідків) до проактивних та комплексних стратегій профілактики [3]. Спираючись на аналіз джерел та досвід українських ЗВО, ефективна модель превенції має бути багаторівневою та має: організаційний рівень, що є найбільш значущим рівнем, оскільки він усуває першопричини проблеми, соціально-психологічний рівень, який спрямований на боротьбу з ізоляцією та посилення колективної стійкості, та індивідуальний рівень, який включає навички саморегуляції і має все одно бути підкріплений організаційними змінами [2, 3, 6, 7]. Хоча загальнонаціональна практика в Україні ще формується, окремі ЗВО (наприклад, Київська школа економіки та Український католицький університет) активно впроваджують культуру поваги до особистого часу, рекомендуючи не надсилати робочі листи після 19:00 та у вихідні, що є прямою профілактикою виснаження. Також до цього рівня відноситься створення Центрів психологічної підтримки для здобувачів освіти та НПП як системної відповіді на кризові виклики [4]. Наприклад, Центр психологічної служби КНУ імені Тараса Шевченка та Психологічна служба Львівської політехніки проводять конфіденційні консультації для викладачів, а також тематичні вебінари та тренінги, присвячені стресостійкості та профілактиці вигорання, що є прямою реалізацією «організаційної підтримки, спрямованої на зниження стигматизації та надання доступної допомоги» [6]. При цьому адекватне нормування праці забезпечується переглядом норм навантаження, який би враховував високі часові витрати на розробку онлайн-курсів [2]. На соціально-психологічному рівні можуть бути створені групи взаємної підтримки «Peer Support» для обміну досвідом. В Університеті Грінченка, у ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА» та на багатьох педагогічних факультетах практикуються педагогічні інтерв'ю та групи взаємопідтримки, де учасники обговорюють складні кейси (наприклад, низька залученість здобувачів освіти в онлайн), діляться вдалими методичними знахідками та отримують емоційну підтримку, що допомагає «знизити відчуття ізоляції та редукувати професійну невпевненість» [2]. Прикладом впровадження супервізійних груп є впровадження практики супервізії для кураторів та викладачів, які працюють зі здобувачами освіти, що мають ознаки психологічної травми (особливо в умовах воєнного стану), у Національному університеті «Києво-Могилянська академія». Індивідуальний рівень включає підвищення обізнаності та опанування конкретними навичками боротьби з професійним вигоранням на тренінгах та вебінарах, розвиток навичок «work-life balance».

Більшість українських ЗВО регулярно пропонують викладачам короткострокові курси та вебінари з тем: «Тайм-менеджмент в умовах дистанційної роботи», «Техніки майндфулнес для зниження стресу», «Цифрова гігієна», тощо, що відповідає тезі про «важливість навчання індивідуальним навичкам саморегуляції» [3]. Також робиться акцент на практичні дії, які «формують чіткий буфер між роботою та особистим життям: фізичне виокремлення робочого місця вдома, ритуали «завершення» робочого дня (наприклад, вимкнення робочого ноутбука), дотримання інформаційної дієти».

Це підтверджує, що ефективна профілактика вигорання НПП в українських університетах - це спільна відповідальність, що вимагає системних інституційних політик, підтримки з боку колег та розвитку навичок самодопомоги [1-6].

Висновки. Мішане та дистанційне навчання є невід'ємною частиною сучасної вищої освіти, але вони несуть значні ризики для психічного здоров'я та професійної реалізації науково-педагогічних працівників. Синдром професійного вигорання в цих умовах набуває нової специфіки, посиленої техностресом, розмиттям життєвих кордонів та методичними викликами мішаного формату. Проведене дослідження дозволяє зробити висновок, що профілактика вигорання має бути проактивною, системною та багаторівневою. Вона вимагає спільних зусиль з боку адміністрації ЗВО (створення здорового цифрового середовища, перегляд норм навантаження), колективу (створення культури підтримки) та самого викладача (розвиток навичок саморегуляції). Ігнорування організаційного рівня та перекладання відповідальності виключно на НПП є неефективною та хибною стратегією.

Перспективи подальших досліджень полягають у проведенні емпіричного вимірювання рівнів вигорання НПП в українських ЗВО в умовах воєнного стану та апробації запропонованої комплексної моделі профілактики з оцінкою її ефективності.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Овсяннікова В. *Професійні особливості емоційного вигорання викладача вищого навчального закладу. Педагогічні науки: теорія та практика. 2023. №2. С. 133-138. вилучено із <https://journalsofznu.zp.ua/index.php/pedagogics/article/view/3582>*
2. Бондарчук О. *Особливості підтримки психологічного благополуччя учасників освітнього процесу у цифровому освітньому середовищі в умовах воєнного стану. Професійний розвиток в умовах цифровізації суспільства: сучасні тренди: матеріали III науково-практичної конференції / наук. ред. О.М. Спірін, О.А. Остряньська. Київ – Житомир : НАПН. 2022. С. 67-69. URL: http://umo.edu.ua/images/content/nauk_diyalnist/nauk_zahod/konferencii/2022/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8_%D1%81%D0%B0%D0%B9%D1%82_7_4_23.pdf.*
3. Романець Л.М., Томчук М.І. *Емоційне вигорання педагогів: психологічні чинники, прояви та напрями профілактики. Психологічні засади збереження ментального здоров'я учасників освітнього процесу : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., м. Вінниця, 25-26 вересня 2025 р. С. 438-445. URL: <https://docs.academia.vn.ua/handle/123456789/2248>.*
4. Мельник О. В. *Професійне вигорання учасників освітнього процесу в умовах кризових трансформацій. Освіта та розвиток. 2022. № 3 (62). С. 33-40.*
5. Петринич О. Г., Коваль Л. М. *Тайм-менеджмент як чинник профілактики професійного вигорання співробітників. Суспільні трансформації і безпека: людина, держава, соціум : матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції (04 січня 2024 р.). Львів : Львівський інститут ПрАТ «ВНЗ «МАУП», 2024. 257 с. С. 67-70. URL: <https://lpnu.ua/sites/default/files/2023/pages/22139/zbirnyk-maup-04012024.pdf>.*
6. Cao B, Hassan NC, Omar MK. *Interventions to Reduce Burnout Among University Lecturers: A Systematic Literature Review. Behav Sci (Basel). 2025 May 10;15(5):649. doi: 10.3390/bs15050649.*
7. Amer SAAM, Elotla SF, Ameen AE, Shah J, Fouad AM. *Occupational Burnout and Productivity Loss: A Cross-Sectional Study Among Academic University Staff. Front Public Health. 2022 Apr 25;10:861674. doi: 10.3389/fpubh.2022.861674.*

УДК 37.015.3:373.5:004.9

Данко А.Ю. (Інститут педагогіки НАПН України, м. Київ, Україна).

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ЕФЕКТИВНОЇ ДОПРОФІЛЬНОЇ ПІДГОТОВКИ УЧНІВ ГІМНАЗІЙ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.

Анотація. Стаття розкриває психолого-педагогічні умови ефективної допрофільної підготовки учнів гімназій в умовах дистанційного навчання. Проаналізовано чинники, які впливають на формування мотивації, емоційного благополуччя та саморегуляції здобувачів освіти. Наголошено на важливості педагогіки партнерства, емоційної підтримки та використання цифрових платформ (Google Classroom, Teams, «На урок») для забезпечення якісної комунікації між учасниками освітнього процесу. Визначено умови, що сприяють підвищенню ефективності допрофільної підготовки: створення безпечного середовища, розвиток освітнього партнерства, індивідуалізація профорієнтаційної роботи. Зроблено висновок, що ефективна допрофільна підготовка в дистанційному форматі можлива лише за умови гармонійного поєднання психологічної підтримки, педагогічної гнучкості та цифрової компетентності вчителя.

Ключові слова: допрофільна підготовка; дистанційне навчання; гімназія; психолого-педагогічні умови; педагогіка партнерства; емоційне благополуччя; цифровізація освіти.

Abstract. The article reveals the psychological and pedagogical conditions for effective pre-profile training of gymnasium students in a distance learning environment. It analyzes the factors influencing motivation, emotional well-being, and self-regulation of learners. The research emphasizes the importance of partnership pedagogy, emotional support, and the use of digital platforms (Google Classroom, Teams, “Na Urok”) to ensure high-quality communication in education. The conditions enhancing pre-profile training efficiency include a safe educational environment, partnership development, and individualized career guidance. It concludes that effective pre-profile training in distance learning is achieved through a balanced combination of psychological support, pedagogical flexibility, and digital competence of teachers.

Keywords: pre-profile training; distance learning; gymnasium; psychological and pedagogical conditions; partnership pedagogy; emotional well-being; digitalization of education.

Вступ. Сучасна українська освіта переживає глибокі трансформаційні процеси, пов'язані з цифровізацією, зміною освітньої парадигми та умовами воєнного часу. Особливої актуальності набуває питання допрофільної підготовки здобувачів освіти у гімназіях, адже саме вона формує підґрунтя для свідомого вибору профілю навчання та майбутньої професії. В умовах дистанційного формату навчання постає потреба в пошуку ефективних психолого-педагогічних умов, що забезпечать якість освітнього процесу й розвиток емоційного благополуччя учнів.

Постановка проблеми. Війна та перехід до дистанційної освіти зумовили нові виклики для освітнього середовища гімназій. Учні стикаються зі зниженням мотивації, підвищеною тривожністю, браком соціальної взаємодії. Це впливає на ефективність допрофільної підготовки та процес професійного самовизначення. Необхідним є виявлення умов, за яких допрофільна освіта залишатиметься дієвим засобом формування освітніх компетентностей і розвитку особистості навіть у дистанційному форматі.

Аналіз останніх досліджень. Проблему організації допрофільної підготовки розглядали О. Топузов, С. Трубачева, Л. Липова, Ю. Люлькова, О. Онаць, А. Данко та ін. Питання цифровізації та дистанційного навчання досліджували В. Биков, В. Кремень, О. Висоцька, Д. Белл, М. Кастельс. Проте поєднання психолого-педагогічних аспектів допрофільної освіти та дистанційного формату в умовах воєнного стану залишається малодослідженим.

Основна частина. Допрофільна підготовка є першим етапом формування професійного самовизначення учнів. У гімназіях вона має ґрунтуватися на принципах педагогіки партнерства, особистісно орієнтованого підходу та психологічної підтримки здобувачів освіти. У дистанційному форматі особливо важливо забезпечити емоційний комфорт, мотивацію до пізнання та розвиток саморегуляції учнів. Психолого-педагогічними умовами ефективної організації допрофільної підготовки є: [1] створення безпечного освітнього середовища; [2] системна підтримка емоційного стану учнів; [3] реалізація освітнього партнерства між педагогами, батьками та учнями; [4] впровадження інноваційних цифрових платформ (Google Classroom, Teams, «На урок») для взаємодії та профорієнтаційної роботи.

Результати проведених досліджень у гімназіях засвідчили, що учні проявляють найвищий інтерес до сфер, пов'язаних із творчістю, інформаційними технологіями та міжособистісною взаємодією. Отже, важливо враховувати індивідуальні інтереси та психологічні особливості школярів під час добору допрофільних курсів та проведення профорієнтаційної діагностики (методики А. Клімова, Дж. Голланда тощо).

Висновки. Ефективна допрофільна підготовка в умовах дистанційного навчання можлива за умови комплексного врахування психологічних, педагогічних і організаційних факторів. Вона сприяє формуванню в учнів позитивної мотивації до навчання, самопізнання та готовності до свідомого вибору майбутньої професії. Розвиток освітнього партнерства між усіма суб'єктами навчального процесу є основою стійкої системи допрофільної освіти в умовах цифрової трансформації.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Кремень, В. (2010). Профільне навчання: шлях до ефективної реалізації. *Освіта України*, 3–4.
2. Липова, Л. (2008). Теорія і практика здійснення профільного навчання в середній загальноосвітній школі. *Директор школи, ліцею, гімназії*, 5, 32–37.
3. Онаць, О. М., & Данко, А. Ю. (2022). Психологічні аспекти педагогіки партнерської взаємодії в закладах освіти. *Проблеми сучасного підручника*, 9, 172–184.
4. Топузов, О. М. (2021). *Освітнє партнерство в системі загальної середньої освіти: теорія і методологія*. Київ: Педагогічна думка.
5. Трубачева, С. Е. (2010). *Шляхи профільного самовизначення учнів в основній школі. Профільне навчання: Нормативно-правові й теоретико-методичні засади (с. 153–159)*. Тернопіль: Мандрівець.

УДК 378:174

Доброносова Ю.Д. (Національний транспортний університет, м. Київ, Україна).

ФІЛОСОФСЬКІ ПІДХОДИ ДО РОЗУМІННЯ ПРАКТИК ФОРМУВАННЯ АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.

Анотація. Автор звертає увагу на необхідність додання інструментальних підходів у розумінні практик формування академічної доброчесності здобувачів вищої освіти та пропонує розгляд філософських методологічних опор у розумінні академічної доброчесності в контексті підвищення якості української університетської освіти. Здійснено аналітичний огляд основних підходів сучасної філософії освіти та етики до проблематики академічної культури, окреслено евристичний потенціал парадигми інтеракції, етики обов'язку, аретологічної етики та консеквенціалізму. Обґрунтовано важливість формування техноморальних чеснот у цифровому

освітньому середовищі. Зроблено висновок про необхідність розгляду академічної доброчесності як цінності конкретного культурного середовища університету, що сприяє формуванню стійких етичних практик і розвитку академічної культури як засад якісної освіти.

Ключові слова: академічна доброчесність, парадигма інтеракції, якість освіти, етика чеснот, академічна культура.

Abstract. The author draws attention to the need to overcome instrumental approaches in understanding the practices of forming academic integrity among students of higher education and proposes to consider philosophical methodological foundations in understanding academic integrity in the context of improving the quality of Ukrainian university education. The study analyzes the main approaches of modern philosophy of education and ethics to the problem of academic culture, highlighting the heuristic potential of the interaction paradigm, virtue ethics, deontological ethics, and consequentialism. The importance of forming technomoral virtues in the digital educational environment is substantiated. Academic integrity is interpreted as a value of the university's cultural environment, which ensures the stability of ethical practices and promotes the development of academic culture as a foundation for quality education.

Keywords: academic integrity, interaction paradigm, quality of education, virtue ethics, academic culture.

Вступ. Сьогодні формування високого рівня академічної доброчесності здобувачів освіти належить до важливих завдань українських закладів вищої освіти, оскільки без цього годі уявити реалізацію їх місії та цілей з підвищення якості університетської освіти. Практики та ініціативи, пов'язані з їх реалізацією, засвідчують, що обмеження інструментальними підходами та контролем за виконанням окремих норм академічної етики навіть за умов ухвалення кодексів корпоративної етики і формального звітування щодо розвитку корпоративної університетської культури недостатньо. З огляду на це актуальним стає осмислення основоположних засад розуміння стратегій підвищення рівня академічної доброчесності всіх учасників освітнього процесу та освітньої комунікації.

Постановка проблеми. Зростання кількості наукових публікацій, пов'язаних із теоретичними та прикладними аспектами розвитку культури академічної доброчесності в Україні, засвідчує прагнення українських науковців осмислити як сутність етичної складової сучасної академічної культури, так і приклади практичного втілення ініціатив з формування відповідних вмінь і навичок, пов'язаних із освітньою та науковою діяльністю учасників освітнього процесу [1; 2; 9; 13; 17]. Водночас у працях українських дослідників з'являються ідеї щодо обмежень існуючих практик [14;] та цінні думки щодо врахування підходів філософії та етики у конституюванні сучасних засад академічної доброчесності [10; 15], і наше дослідження є частиною саме цього річиза розмислу та продовжує міркування, представлені раніше [4]. Метою нашого розгляду є виявлення філософських методологічних опор, які дозволяють поглибити розуміння практик роботи з формування високого рівня академічної доброчесності здобувачів освіти в контексті підвищення якості української університетської освіти. Її реалізація потребуватиме звернення до методологічних підходів філософії освіти та етики.

Обговорення. Український філософ Сергій Пролєєв [12, с. 16], розглядаючи специфіку теоретичного дискурсу щодо природи соціальних явищ, зауважує, що нині осмисленню сучасного соціуму релевантна не парадигма дії чи парадигма комунікації, а парадигма інтеракції, основою якої є розуміння того, що взаємодії конституюють дійсність життя людини та фіксують фактичність її існування. Вона є синтезом двох попередніх і дозволяє подолати їх смислову однобічність. На думку дослідника взаємодії можуть бути контраверсійними та спільнодіями, проте в обох випадках у них важливі диспозиції та події. Продовжуючи міркування Сергія Пролєєва, можна акцентувати на подієвому характері інтеракцій у сфері освіти і науки, тому проблематика академічної доброчесності може бути розглянута з перспективи парадигми інтеракції, котра дозволяє охарактеризувати кожного учасника освітнього процесу, освітньої і наукової комунікації як такого, який реалізує свій

потенціал саме у взаємодії. Евристична сила ключового поняття цієї парадигми стає виразною у мережевому соціумі, і варто погодитися з Сергієм Пролеєвим [12, с. 26], що російсько-українська війна є війною парадигми миру і права проти парадигми насильства і війни та засвідчує фіаско двох попередніх теоретичних парадигм розуміння соціуму. Цінним у парадигмі інтеракції є те, що вона дозволяє охарактеризувати сучасний світ як світ взаємодії між культурами, в якому дедалі частіше йдеться про взаємоузгоджені утримання, на котрих базується формат стосунків, здатний прокласти шлях до співіснування в горизонті розмаїття. На евристичний потенціал цієї парадигми в розумінні практик з підвищення рівня академічної доброчесності не лише здобувачів освіти, але й всіх учасників освітнього процесу, вказують принципові характеристики самого концепту взаємодії, окреслені Сергієм Пролеєвим [12, с. 56 – 64]: у взаємодії всі учасники виступають не просто як Дієвці, а долають вихідну асиметрію Дієвця та Іншого, тобто всі учасники одночасно є і Дієвцями, й Іншими, причому кожен не є сталою величиною. Отже, тут йдеться про примат взаємодії над учасниками, а основою діалогу виступає воля до самопереверження. Така перспектива розуміння взаємодій в освітньому процесі, важливою складовою якого у закладах вищої освіти виступає наукова діяльність і наукова комунікація, дозволяє поглибити розуміння академічної доброчесності й академічної культури та вийти за рамки її інструментального трактування на основі спрощеного розуміння обов'язку або акцентування на наслідках конкретних недоброчесних дій.

Незайве акцентувати, що від початку повномасштабного вторгнення російської армії в Україну 24 лютого 2022 року, можна спостерігати активізацію етичного розмислу в українському філософському дискурсі. На це вказує зростання кількості праць, присвячених осмисленню питань розвитку етичного знання та спроби українських дослідників поєднати теоретичні і прикладні спрямування, тож поруч із працями, в яких представлено філософську етичну проблематику у сучасних перспективах [3; 16] з'являються методологічно цінні для оновлення розуміння академічної доброчесності дослідження, автори яких виявляють потенціал різних напрямів сучасної етики. Наприклад, Ірина Маслікова, реактуалізуючи проблематику морального обов'язку з Кантівської перспективи акцентує, що нині важливо з'ясувати, як можна обґрунтувати та приписати ідеальні моральні принципи для неідеальних суб'єктів, що діють в неідеальному світі [7, с. 4], і хоча вона міркує про це в контексті осмислення моральної проблематики допомоги іншим, її висновки можуть бути цінними в пізнанні засад академічної доброчесності. По суті дослідниці йдеться про зв'язки між різними напрямками етики, зокрема, між деонтологічною етикою, етикою чеснот та консеквенціалізмом. Вона наголошує, що сучасні модифікації деонтологічної етики можуть постати за рахунок введення в їх систему вчинків «таких дій, які є вираженням «над належного» або «виняткового» і які слід заохочувати та схвалювати завдяки надзвичайним чеснотам та надзвичайним зусиллям волі агентів, навіть якщо вони не можуть бути обґрунтованими як морально обов'язкові» [7, с. 7]. З такої перспективи виняткові вчинки, пов'язані, з обстоюванням цінностей, наприклад, академічної чесності і справедливості, можуть вкладатися в логіку деонтологічного обґрунтування обов'язків, адже у кантівській перспективі присутня орієнтація на вдосконалення власного життя дієвця. Ірина Маслікова звертає увагу на зв'язки між аргументацією в сучасній консеквенціалістській етиці та логікою кантівського «широкого» обов'язку, що передбачає запобігання поганим речам без істотних втрат агента та його самопожертви, і «дозволяє дієво реалізовувати обов'язок допомоги, дотримуючись вимог справедливості, хоча залишається проблема визначення рівня базових потреб людини, який варіюється залежно від соціокультурних, економічних та політичних чинників» [8, с. 42]. Такі міркування виводять нас на розуміння того, що основою розуміння академічної доброчесності в сучасному світі, розглянутому з перспективи парадигми взаємодій, не може бути лише одне з річищ етики, тому нині ми маємо враховувати переваги і етики обов'язку, і аретологічної етики, і консеквенціалізму та враховувати їх аргументації у

плануванні роботи з формування належного рівня академічної доброчесності здобувачів вищої освіти. Водночас з огляду на те, що в умовах тривалої російсько-української війни, на перший план виходять проблематика ціннісної самореалізації особистості та пошук нею джерел внутрішньої етичної стійкості, на нашу думку, особливо цінним в університетській освіті може стати потенціал аретологічної етики, ренесанс якої можна спостерігати і в світі.

Характерною особливістю етики чеснот є те, що її прибічники вбачають «джерело і підставу моралі в самій моральній особистості, в її особливих якостях, володіння якими дозволяє охарактеризувати таку особистість як доброчесну» [19, с. 17]. Аретологічна етика, реактуалізована у другій половині XX століття в працях Гертруди Елізабет Енскомб (англ. Gertrude Elizabeth Margaret Anscombe), Пітера Гича (англ. Peter Thomas Geach), Філіппи Фут (англ. Philippa Ruth Foot) та Аласдера Макінтайра ([англ. Alasdair Chalmers MacIntyre](#)), виводить на перший план усвідомлення того, що *кожна чеснота передбачає відповідний тип мислення*, а її основою виступає практична мудрість, яка не лише вказує на розуміння певної нормативності, але й зумовлює дії в ситуаціях, розпізнаних як етично вкорінені. Нам видається цінним у практиках формування академічної чесності здобувачів освіти акцент, який робить Аласдер Макінтайр у праці «Після чесноти» (англ. *After Virtue: a Study in Moral Theory*), називаючи чесноти набутими людськими якостями, які є *результатом розвитку цінностей конкретного культурного середовища*, адже академічна культура конкретного університету передбачає існування такого середовища, в якому відбуваються взаємодії між різними учасниками освітнього процесу.

Трансформації етики чеснот у цифровій культурі засвідчує обґрунтування сучасними дослідниками появи особливого різновиду техноморальних чеснот, частина з яких має безпосередній стосунок і до академічної етики. Мар'яна Дроботенко [5], спираючись на праці зарубіжних науковців, наголошує, що їх формування має стати ключовим завданням освіти XXI століття, та виділяє серед таких чеснот *цифрову обачність, цифрову відповідальність, технологічну поміркованість, справедливість у цифровому середовищі, кібер-співчуття та цифрову чесність*. На нашу думку, більшість із перелічених чеснот мають зв'язки з вимогами академічної доброчесності, тому їх врахування може поглибити її розуміння у практиках формування відповідного розуміння і набору вмінь у всіх учасників освітнього процесу в закладах вищої освіти. Особливо важливо, що в сучасному мережевому соціумі змінюється і роль педагогів, котрі стають фасилітаторами етичної взаємодії, критичного осмислення цифрових викликів і розвитку техноморальних чеснот [5, с. 178]. Переваги подібного підходу стають виразними, якщо його розглядати з перспективи парадигми інтеракцій, і в ньому ми можемо реалізувати модель діяльності закладу вищої освіти, котра сприятиме утвердженню в ньому академічної доброчесності, що «забезпечує формування якісного академічного персоналу й контингенту студентів та орієнтується на створення умов для максимально можливого розвитку особистісного потенціалу всіх суб'єктів цієї діяльності» [14, с. 20]. Недарма, міркуючи про стійкість українських університетів перед викликами воєнного часу, Світлана Широка [18, с. 120] звертає увагу на потенціал теорії гуманоміки американської економістки Дейдрі Маклоскі, суттю якої є прагнення подолати редуccionізм неокласичної економіки шляхом інтеграції етичних і культурних вимірів до економічного аналізу та увиразненні чеснот чесності, відповідальності, співчуття та підприємливості як чинників суспільного добробуту. З перспективи гуманоміки академічна доброчесність є ключовою моральною чеснотою, яка сприяє не лише розвитку етичної культури університету, але й його інституційній стійкості. Для нас цінним є те, що в реактуалізованих в українському контексті ідеях американської дослідниці виразний зв'язок із парадигмою інтеракцій, адже Дейдрі Маклоскі наголошує, що формування етичної культури відбувається не тільки в діяльності інституційних структур, але й в щоденних практиках, особистісних рішеннях і виборах та в міжособистісних стосунках, відтак етична поведінка формується в щоденних взаємодіях, причому в умовах війни культура чеснот, діалог,

академічна доброчесність і моральне лідерство є «не лише показниками якості, а умовами виживання університету в умовах глобальної невизначеності» [18, с. 122].

Сьогодні ініціативи, пов'язані з розвитком корпоративної академічної культури університетів, мають передбачати релевантну сучасності динамічну ціннісну основу, тому в формулюванні засад їх стратегій і тактик важко обійтися без методології аксіології. Щоденне життя закладів вищої освіти в рамках тривалої російсько-української війни є ще й існуванням в ситуації межовості [6], в якій з одного боку ми стикаємося з проявами ідентифікаційної невизначеності сучасного українського суспільства, а з іншого можемо спостерігати нові якісні характеристики різних виявів ідентичнісних характеристик. У таких граничних умовах увиразнюється зв'язок між ціннісностями та ідентичністю, тому актуалізація питань академічної доброчесності передбачає ще й актуалізацію проблематики горизонту майбутнього, який українські заклади вищої освіти мають враховувати в плануванні своєї роботи з формування академічної культури на стратегічному рівні, адже покликанням університетів є вибудовування перспектив розвитку, а «у відмові нинішнього університету від цього ключового покликання виявляє себе особливий елемент глобального знецінення цінностей – втрата освітою своєї автентичної цінності» [11, с. 11-12]. Саме тому формальне ухвалення кодексів академічної доброчесності закладів вищої освіти чи введення процедур з перевірки наукових праць здобувачів освіти видається нам скоріше роботою у вузькому прагматичному річизні, натомість в стратегічному плані роботи на майбутнє ефективним може бути введення проблематики академічної доброчесності у зміст різних обов'язкових навчальних дисциплін та пропозиції вибіркового дисциплін, присвячених різним аксіологічним та етичним аспектам сучасної наукової комунікації, а також проведення регулярних наукових семінарів, круглих столів, дискусій і зустрічей з провідними науковцями відповідних галузей підготовки і освітньо-професійних програм. До заходів з обговорення проблематики розвитку академічної культури та планування конкретних практик можуть бути залучені всі учасники освітнього процесу та стейкхолдери, що забезпечить активізацію взаємодії між ними.

Висновки. Продуктивне осмислення засад розуміння стратегій підвищення рівня академічної доброчесності всіх учасників освітнього процесу та освітньої комунікації в закладах вищої освіти України може відбутися за умов активного діалогу між представниками різних гуманітарних наук. Огляд присвячених теоретичним та прикладним аспектам розвитку академічної культури праць українських науковців засвічує, що методологічний потенціал сучасної філософії та етики недостатньо враховується в тактиках та ініціативах з підвищення рівня академічної доброчесності всіх учасників освітнього процесу. Розгляд проблематики академічної культури з перспективи парадигми інтеракції відкриває новий горизонт її розуміння та уможливорює вихід за рамки її інструментального трактування. Поєднання смислового потенціалу етики обов'язку, аретологічної етики і консеквенціалізму має стати основою розуміння академічної доброчесності в сучасній українській освіті і науці та сприятиме розвитку цінностей академічної культури як цінностей конкретних культурних середовищ українських університетів, що може стати предметом наших майбутніх досліджень.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. *Академічна доброчесність: виклики сучасності. Збірник наукових есе учасників наукового стажування. Варшава: Польсько-українська фундація «Інститут Міжнародної Академічної та Наукової Співпраці», Духовна Академія Університету Кардинала Стефана Вишинського, Фундація ADD, 2022. 259 с.*
2. *Бойченко М. Інституційні засади академічної доброчесності: філософська та правова концептуалізація. Філософія освіти. 2019. № 1 (24). С. 97–114.*

3. Дишкант Т. М., Тарароєв Я. В. Дослідження війни з урахуванням її сучасної трансформації з позиції етичної рефлексії. *Актуальні проблеми філософії та соціології*. 2023. №42. С. 21–26. DOI: <https://doi.org/10.32782/apfs.v042.2023.4>
4. Доброносова Ю.Д. Етика чеснот як концептуальна основа розуміння академічної доброчесності. *Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні рішення в сучасній науці, освіті та практиці»*. Київ: НТУ, 2024. С. 50–52. URL: https://drive.google.com/file/d/1RPtJUmNlwejhWs7_kXMzXI3yoyP9pFq/view
5. Дроботенко М. Доброчесність в епоху цифрової освіти: формування техноморальних чеснот. *Humanities Studies*. 2025. Вип. 23 (100). С. 175 – 180. DOI: <https://doi.org/10.32782/hst-2025-23-100-18>
6. Киридон А. М., Косяк С. М. Російсько-українська війна як ситуація межовості: увиразнення ідентичності. *Вісник гуманітарних наук*. 2025. № 8. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15687118>
7. Маслікова І. Моральний обов'язок допомоги іншим з Кантівської перспективи. *Частина I. Теоретичний ландшафт дослідження. Українські культурологічні студії*. 2024. № 2 (15). С. 4–8. DOI: [https://doi.org/10.17721/UCS.2024.2\(15\).01](https://doi.org/10.17721/UCS.2024.2(15).01)
8. Маслікова І. Моральний обов'язок допомоги іншим з Кантівської перспективи. *Частина II. Практичні проблеми реалізації. Українські культурологічні студії*. 2025. № 1 (16). С. 37–43. DOI: [https://doi.org/10.17721/UCS.2025.1\(16\).05](https://doi.org/10.17721/UCS.2025.1(16).05)
9. Покотило К.М., Силкіна С. О. Академічна культура та доброчесність в освітньому процесі в умовах воєнних реалій (на прикладі архітектурного факультету Київського національного університету будівництва та архітектури. *Слобожанський науковий вісник. Серія: Філологія*. 2023. Вип. 3. С. 144–149.
10. Пономаренко О. В. Аретологічна етика в стратегіях академічної доброчесності. *Освітній дискурс. Збірник наукових праць*. 2023. № 46 (10 – 11). С. 67–75. DOI: [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.46\(10-11\)-7](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.46(10-11)-7)
11. Пролеєв С., Шамрай В. Обстоювання цінностей як місія освіти в контексті війни. *Філософія освіти*. 2024. № 30 (2). С. 8–27. DOI: <https://doi.org/10.31874/2309-1606-2024-30-2-1>
12. Пролеєв С. В., Бистрицький Є. К., Зимовець Р. В., Кобець Р. В. *Інший та чужість у глобальному світі: колективна монографія*. Київ: Інститут філософії НАН України, 2024. 372 с.
13. Рогожа М. М. Академічна доброчесність: відображення в етичному кодексі університетської спільноти КНУТШ. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Трансформаційні процеси соціальної культури в Україні», 22 – 23 березня 2022 року*. Київ: КНУКіМ, 2022. С. 283–286.
14. Рябченко В. Корпоративна академічна нечесність як проблема соціальної відповідальності університету. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 2 (67). С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.28925/1609-8595.2021.2.2>
15. Савранська Н. О. Засади академічної доброчесності в контексті категоричного імператива І. Канта. *Етико-естетична традиція у вітчизняній культурі. Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів, молодих науковців та науково-педагогічних працівників, 25 листопада 2021 року*. Київ: Видавництво НПУ імені М. П. Драгоманова, 2021. С. 16 – 18.
16. Толстов І., Москвін Я. Етика в контексті миру та війни. *Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Філософія. Філософські перипетії»*. 2023. Вип. 69. С. 15– 20. DOI: <https://doi.org/10.26565/2226-0994-2023-69-2>
17. Харківська А. А. Імплементация принципів академічної доброчесності: етика сучасного освітянина. *Перспективи та інновації науки. Серія: Педагогіка. Психологія. Медицина*. 2023. № 11 (29). С. 400–408.
18. Широка С. Етика довіри та доброчесності: гуманоміка Дейрдре Маклоскі як ресурс стійкості для університета. *Пропілеї права та безпеки*. 2025. №6-7. С. 120-122. DOI: <https://doi.org/10.32620/pls.2025.67.34>
19. Шрамко Я. Аналітична нормативна етика і тенденції її розвитку, в: *Актуальні проблеми духовності: Збірник наукових праць*. Вип. 23. Кривий Ріг: КДПУ, 2022. С. 9–31.

УДК 001.89:001.92

Ісаншина Г.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна)

НОРМАТИВНО-ПРАВОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІДКРИТОЇ НАУКИ: ГЛОБАЛЬНІ ТА НАЦІОНАЛЬНІ ВИМОГИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ

Анотація. У сучасному глобалізованому світі Відкрита наука (Open Science) стала ключовою парадигмою, спрямованою на підвищення прозорості, доступності та ефективності наукових досліджень. Робота присвячена аналізу нормативно-правового та рекомендаційного поля, яке формує вимоги до впровадження Відкритої науки як на міжнародному, так і на національному рівнях. Зроблено висновок, що ефективна імплементація цих нормативів є не лише обов'язковою умовою міжнародної співпраці, але й стратегічною метою для посилення наукової доброчесності, суспільної довіри та інноваційного потенціалу країни.

Ключові слова: Відкрита наука, Відкритий доступ, Дослідницькі дані, FAIR-принципи, Рекомендація ЮНЕСКО, Гугл Академія, Національний план.

Abstract. In today's globalized world, Open Science has become a key paradigm aimed at increasing the transparency, accessibility and efficiency of scientific research. The work is devoted to the analysis of the regulatory and recommendatory field that forms the requirements for the implementation of Open Science both at the international and national levels. It is concluded that the effective implementation of these standards is not only a prerequisite for international cooperation, but also a strategic goal for strengthening scientific integrity, public trust and the country's innovation potential.

Keywords: Open science, Open Access, Research data, FAIR principles, UNESCO Recommendation, Google Scholar, National plan.

Вступ. Відкрита наука (Open Science) – відповідно до Рекомендації ЮНЕСКО щодо відкритої науки 2021 р., це поєднання різноманітних принципів, правил і засобів, спрямованих на те, щоб наукові знання, викладені різними мовами, були загальнодоступними та придатними для повторного використання, відтворення і перевірки з метою розширення співпраці й обміну інформацією на благо науки і суспільства, а також для трансформації процесів створення, оцінювання і поширення наукових знань для усього суспільства й поза межами наукової спільноти. Це не просто доступ, це – культура спільного використання знань і ресурсів.

Постановка проблеми. Упровадження Відкритої науки регулюється цілою низкою нормативних, рекомендаційних та декларативних документів як на міжнародному, так і на національному рівні. Ці документи визначають обов'язкові вимоги та найкращі практики для дослідників, наукових установ і державних органів. В даний час Україна знаходиться на шляху до впровадження Відкритої науки. Метою даної роботи є дослідження необхідних шляхів до впровадження Відкритої науки у відповідності до вимог європейського та міжнародного рівнів.

Методика. Методологічну основу дослідження становили вивчення новітніх теоретичних розробок, аналіз національного законодавства, міжнародних і європейських нормативних документів, узагальнення кращих практик українських університетів.

Результати. Основні нормативні документи та вимоги до Відкритої науки на трьох взаємопов'язаних рівнях: міжнародному, європейському (як орієнтир для України) та національному (українському), представлені у таблиці 1.

Таблиця 1 - Вимоги до Відкритої науки формуються на трьох взаємопов'язаних рівнях: міжнародному, європейському (як орієнтир для України) та національному (українському)

Рівень	Документ та основне призначення
1	2
Міжнародний	Рекомендація ЮНЕСКО щодо Відкритої науки (UNESCO Recommendation on Open Science, 2021) закликає країни забезпечити відкритий доступ до наукових публікацій, відкриті дослідницькі дані (відповідно до принципів FAIR – принципи, які забезпечують відшукуваність (Findable), доступність (Accessible), сумісність (Interoperable) та повторне використання (Reusable) дослідницьких даних), відкрите програмне забезпечення/апаратне забезпечення та відкриту інфраструктуру. Перший міжнародний нормативно-правовий інструмент (хоча й не обов'язковий юридично, але обов'язковий для звітування державами-членами), який встановлює спільне визначення, спільні цінності (якість, цілісність, справедливість, рівність) та принципи (прозорість, відтворюваність, співпраця) Відкритої науки.
Європейський	Директива ЄС 2019/1024 про відкриті дані та повторне використання інформації державного сектору (Open Data Directive) визначає правила використання даних, створених державним сектором (включаючи наукові дані, отримані за державне фінансування). Регламент (ЄС) № 1290/2013 та № 2021/695 (щодо програми «Горизонт Європа») встановлює обов'язкові вимоги щодо Відкритого доступу до публікацій та Планів управління даними (Data Management Plans – DMP) для всіх досліджень, що фінансуються в межах цих програм. Декларації, що визначають практики: - Будапештська (2002), Берлінська (2003) та Бетездська (2003) декларації – перші документи, що сформуливали концепцію Відкритого доступу (Open Access) до наукових публікацій; - Сан-Франциська декларація про оцінку досліджень (DORA, 2012) та Лейденський маніфест (2015) – закликають до відповідального оцінювання досліджень, відходячи від єдиного критерію імпакт-фактора журналу та заохочуючи відкриті наукові практики.
Національний	Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження національного плану щодо відкритої науки» (2022) [1]. Стратегічний документ, який визначає основні завдання та етапи реалізації принципів Відкритої науки в Україні на період до 2030 року. Є ключовою національною нормативною основою. Закон України «Про наукову і науково-технічну діяльність» [2]. Закон безпосередньо не регулює всі аспекти Відкритої науки, але він є основою для науково-технічної діяльності. Наразі (станом на 2025 рік) обговорюється внесення змін до нього та інших законів (зокрема, «Про інформацію», «Про авторське право»), які б чітко закріпили принципи Відкритої науки на законодавчому рівні. Накази та Положення Міністерства освіти і науки України (МОН), Національної академії наук (НАН) та профільних академій. Встановлення конкретних вимог для підвідомчих установ, наприклад: Положення про відкриту науку в НАН України (2024) [3]. Концепція розвитку відкритої науки в НАПН України (2024–2030) [4]. Наказ МОН «Про оприлюднення дисертацій та відгуків офіційних опонентів» (2015) – один із перших кроків до відкритості.

Обговорення. В Україні існує розгалужена мережа інституційних репозитаріїв (електронних архівів) на базі закладів вищої освіти та наукових установ, а також розвиваються національні та спеціалізовані наукові платформи.

Одним із найпотужніших світових агрегаторів та інструментів видимості наукових результатів, зокрема тих, що розміщені у відкритому доступі є Google Scholar. Google Scholar — це вільно доступна пошукова система і бібліометрична база даних, яка індексує повний текст наукових публікацій (статей, дисертацій, звітів, препринтів) з різних джерел. Його ключова роль у контексті Відкритої науки:

- агрегація відкритого доступу (Open Access) - Google Scholar активно індексує контент, розміщений в інституційних репозитаріях (таких як українські архіви на базі DSpace) та відкритих журналах (наприклад, на платформі OJS). Це робить наукові результати, опубліковані відповідно до принципів Відкритої науки, легко відшукуваними для мільйонів користувачів;

- підвищення видимості та цитованості - розміщення публікацій у відкритому доступі (наприклад, у репозитарії свого університету) та їхня подальша індексація в Google Scholar різко підвищує їхню видимість у світовому науковому просторі. Чим вища видимість, тим вища ймовірність цитування, що є ключовим показником впливу в науці;

- фактор «Відшукуваності» (Findability) - Google Scholar де-факто реалізує принцип F (Findable) із концепції FAIR-даних. Це перша і часто основна точка входу для дослідників з усього світу для пошуку конкретної статті або дисертації.

Хоча Google Scholar не є частиною офіційної державної чи європейської інфраструктури, його роль є критичною:

- технічна індексація репозитаріїв - Google Scholar розробив рекомендації щодо форматування бібліографічних метаданих на сайтах (використання спеціальних тегів), щоб його пошукові роботи могли коректно ідентифікувати науковий контент у репозитаріях. Успішна індексація є прямою вигодою для українських інституційних репозитаріїв;

- альтернативна наукометрія - Google Scholar надає науковцям індивідуальні профілі (Google Scholar ID) та відкрити систему підрахунку цитувань та індексу h-індексу. Це доповнює дані комерційних баз (Scopus, Web of Science) і є частиною ширшого підходу до оцінки наукової діяльності в рамках Відкритої науки.

Отже, Google Scholar є глобальним каталізатором для практик Відкритої науки, перетворюючи локальні зусилля (розміщення в репозитарії) на світову доступність.

Нормативно-правова база Відкритої науки є багатогранною і динамічною. Вона охоплює глобальні етичні та практичні рекомендації (ЮНЕСКО), обов'язкові вимоги для співпраці (ЄС, «Горизонт Європа») та національні стратегічні плани (Національний план щодо відкритої науки в Україні).

Основні вимоги, що визначаються цими документами, включають:

- відкритий доступ (Open Access) - публікації мають бути доступні для всіх безкоштовно, як правило, під відкритими ліцензіями (CC BY);

- відкриті дослідницькі дані (Open Data) - дані, що підтверджують результати досліджень, повинні бути максимально відкритими, керованими та придатними для повторного використання, відповідно до принципів FAIR;

- прозорість оцінювання - необхідність переходу до більш якісних та інклюзивних систем оцінювання науковців та установ, які заохочують відкриті наукові практики (DORA, Лейденський маніфест).

Висновки. Успішна імплементація цих вимог є ключем до інтеграції української науки у світовий науковий простір та підвищення її ефективності та суспільної довіри.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про затвердження національного плану щодо відкритої науки» від 08 жовтня 2022 р. № 892-р. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro->

[zatverdzhennia-natsionalnoho-planu-shchodo-vidkrytoi-nauky-892-081022](#) (Дата звернення 15.10.2025)

2. Про наукову і науково-технічну діяльність Закон України від 26.11.2015 № 848-VIII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/848-19#Text> (Дата звернення 15.10.2025)
3. Положення про відкриту науку в НАН України. URL: <https://openscience.nas.gov.ua/storage/editor/files/240612-350.pdf> (Дата звернення 15.10.2025)
4. Концепція реалізації європейських принципів відкритої науки в НАН України на 2024 – 2030 роки, затверджено. постановою Президії НАН України від 29.11.2023 № 400. URL: <https://openscience.nas.gov.ua/storage/editor/files/koncepciya-realizaciyi-jevropeiskix-principiv-vidkritoyi-nauki-v-nan-ukrayini-na-2024-2030-roki.pdf> (Дата звернення 15.10.2025)
5. Концепція розвитку відкритої науки в науковій організації / І. Драч, О. Петроє, О. Бородієнко. Київ: Інститут вищої освіти НАПН України, 2024. 16 с. DOI: <https://doi.org/10.31874/978-617-7486-53-3-2024>. URL: https://ihed.org.ua/wp-content/uploads/2025/03/Kontseptsiya-rozvytku-VN-v-NO_IVO-2024-16p.pdf (Дата звернення 15.10.2025)

УДК 378.147.31

Кабацький О.В., Хорошайло В.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

ФОРМУВАННЯ ВІЗУАЛЬНОГО СПРИЙНЯТТЯ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ І ЇХ ФУНКЦІОНУВАННЯ У ЗДОБУВАЧІВ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ВИЩОЇ ШКОЛИ.

Анотація. Робота стосується вирішення проблеми формування у здобувачів ґрунтовного уявлення про конструктивні особливості типових деталей, що розглядаються у програмі курсу «Інженерна графіка», та їх функціонування у складі відповідних за призначенням виробів в умовах дистанційного навчання. Вирішення даної проблеми потребує низки наскрізних вдосколень у методиці викладання дисципліни. В якості інструменту, що може допомогти у розв'язанні вказаної проблеми можуть бути використані сучасні ІТ-технології. Зокрема, для більш досконалого уявлення про принцип роботи складальної одиниці, місце та функції в ній окремих деталей здобувачі здійснюють розгляд віртуальної моделі складальної одиниці із використанням доповненої реальності (AR).

Ключові слова: підготовка, вдосконалення, типові деталі, візуальне сприйняття, засоби навчання, ІТ-технології, додаток доповненої реальності.

Abstract. The work concerns the solution of the problem of forming in applicants a thorough understanding of the design features of typical parts considered in the program of the course "Engineering Graphics", and their functioning as part of the appropriate products in terms of distance learning. Solving this problem requires a number of end-to-end improvements in the methodology of teaching the discipline. Modern IT technologies can be used as a tool that can help in solving the specified problem. In particular, for a more complete understanding of the principle of operation of the assembly unit, the place and functions of individual parts in it, applicants consider a virtual model of the assembly unit using augmented reality (AR).

Keywords: preparation, improvement, typical details, visual perception, teaching aids, IT-technologies, augmented reality application.

Однією з основних задач при підготовці технічних спеціалістів у закладах вищої освіти є надання здобувачам досконалої підготовки, зокрема, у різних аспектах створення та розуміння технічних креслеників та інших видів конструкторської документації. Разом

із цим, при розробці методики навчання слід також зважати на проблему формування у здобувачів заснованого на візуальному сприйнятті ґрунтовного уявлення про конструктивні особливості типових деталей, що розглядаються у програмі курсу та їх функціонування у складі відповідних за призначенням виробів. Особливі проблеми такого формування створюються необхідністю переходу через складну обстановку переважно на дистанційну систему навчання.

Основною метою висвітлюваної роботи було вирішення проблеми формування у здобувачів ґрунтовного уявлення про конструктивні особливості типових деталей, що розглядаються у програмі курсу «Інженерна графіка», та їх функціонування у складі відповідних за призначенням виробів.

Практика викладання свідчить, що для успішного засвоєння студентами графічних дисциплін об'єктивний зміст матеріалу, що викладається, повинен відповідати таким чинникам, як наочність та доступність [1, 2]. Це забезпечується використанням в процесі навчання наочних навчальних посібників: плакатів, моделей, деталей, різних виробів, креслеників та ін. Особливе значення це має на початку навчання, коли студенти засвоюють елементарні прийоми створення й оперування із образами геометричних об'єктів; потім методика повинна забезпечити перебудову прийомів таким чином, щоб студент створював образи без додаткової опори, подумки, діяльністю уяви [1, 3].

Вирішення поставленої у роботі проблеми потребує низки наскрізних вдосконалень у методиці викладання дисципліни «Інженерна графіка». На різних етапах набуття знань про типові деталі потребується особливу увагу приділяти наступним напрямкам:

- Підкріплене візуальним супроводженням обґрунтування особливостей утворення зображень на кресленнику (кількості, розташування на них деталі та ін.) та принципів нанесення розмірів за наявними конструктивними елементами деталі та їх формою і пов'язаною із цим обраною технологією виготовлення подібних деталей.

- Формування у здобувачів стійкого асоційованого зв'язку у їх сприйнятті між функціями, що виконують відповідні типові деталі та особливостями їх конструкції.

- Особливу увагу слід приділяти візуалізації відображення розглянутих тривимірних елементів на ортогональних проєкціях кресленнику. Для цього з метою підвищення рівня просторового мислення надається ілюстрування розв'язання за допомогою тривимірних побудов. Вказане поєднання дозволяє акцентувати увагу студентів на просторових співвідношеннях у формі конструктивних елементів та їх розташуванні на деталі й видимості на відповідних зображеннях, [4, 5].

- Для закріплення наданих про деталь знань дуже потрібним є надання візуалізованого уявлення про функціонування розглянутої типової деталі у складі відповідних виробів.

В якості інструменту, що може допомогти у розв'язанні вказаної проблеми можуть бути використані сучасні ІТ-технології. Для більш досконалого уявлення про принцип роботи складальної одиниці, місце та функції в ній окремих деталей здобувачам рекомендується самостійно розглянути віртуальну модель наданої складальної одиниці із використанням додатку доповненої реальності (AR) *AR for Engineering Graphics* [6]. Вказаний додаток інсталується на смартфон або планшет із системами OS Android або iOS.

При роботі додатку із складальними креслениками індивідуальних завдань, у які вставлене зображення, потрібне для активації програми, з'являється можливість здійснювати наступне: відтворити наданий вузол у тривимірному вигляді в цілому, згенерувати його перерізи, імітувати роботу вузла за його призначенням, знайти серед деталей вузла кожен деталь відповідно до специфікації, відстежити послідовність складання та розкладання вузла (див. рис. 1).

Висновок. Відмічена вище комплексна організація курсу суттєво поглиблює інформацію яку отримують здобувачі про конструктивні особливості окремих деталей,

закріплює теоретичні відомості про утворення видів з'єднань деталей у складі виробів, а також дає уявлення про склад та функціонування поширених у виробництві пристроїв. Відмічене поглиблення слід вважати дуже корисним при подальшому засвоєнні спеціальних дисциплін за відповідними спеціальностями.

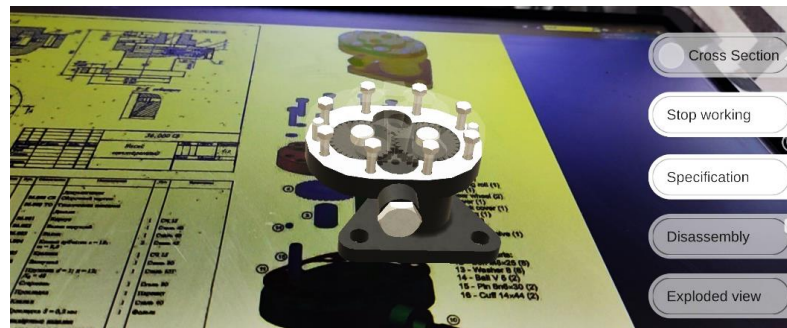


Рис. 1 – Візуалізація роботи виробу – індивідуального завдання з деталювання – із використанням AR-додатку.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Юсупова М.Ф. Методика відбору задач з нарисної геометрії для розвитку просторової уяви. *Молодь і ринок*. 2011. №1.(72). С. 24-27.
2. Гевко І., Бочар І. Діагностика показників розвитку просторового мислення. *Наукові записки. Серія: Педагогіка*. 2007. №8. С. 206-212.
3. Сметанкін, С. О. Чепок Р. В. Формування просторового мислення студентів як одне із завдань викладача з дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка». *Інноваційні технології у виробництві та підготовці фахівців технологічної, професійної освіти та сфери обслуговування*. Херсон : Вид-во «Айлант», 2015. С. 186-190.
4. Кабацький О.В. Хорошайло В.В., Красовський С.С., Загребельний С.Л. Застосування наочних засобів при вивченні дисципліни «Нарисна геометрія» студентами технічних спеціальностей. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки»*. 2021. № 2. С. 214-219.
5. Кабацький О.В., Хорошайло В.В. Комп'ютерні технології у забезпеченні якісної графічної підготовки студентів технічних спеціальностей. *Вища технічна освіта XXI століття: виклики, проблеми, перспективи: колективна монографія. За заг. ред. Л.К. Лусак, В.А. Григор'євої*. Харків : ТОВ «ПромАрт», 2022. Вип. 1. С. 267-275.
6. Vitalii Ivanov, Ivan Pavlenko, Artem Evtuhov et al. *Augmented Reality for Engineering Graphics*. Springer : 2024. 89 p.

УДК 378:621.9:37.091.33-057.875.

Калініченко В. В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна)

СПЕЦИФІКА ТА ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗМІСТУ ОСВІТНІХ ПРОГРАМ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРА З МАШИНОБУДУВАННЯ ЗА СПЕЦІАЛІЗАЦІЄЮ «ВЕРСТАТИ ТА ІНСТРУМЕНТИ»

Анотація. У статті проведено аналіз змісту бакалаврських освітніх програм українських закладів вищої освіти зі спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» – зокрема, за спеціалізацією G11.01 «Верстати та інструменти». Визначено основні риси структури програм, їхні сильні сторони та проблемні моменти, що впливають на ефективність формування компетентностей майбутніх інженерів-машинобудівників. Досліджено зміст освітніх компонент, співвідношення фундаментальної та професійно-орієнтованої підготовки, роль практик і можливості дуальної форми освіти. Розроблено напрями вдосконалення змісту освітніх програм, що передбачають оптимізацію структури обов'язкових компонент, інтеграцію загальнотехнічних та комп'ютерних дисциплін із професійно спрямованими курсами, а також розширення практико-орієнтованого навчання. Запропоновані рішення спрямовані на підвищення відповідності освітніх програм сучасним вимогам машинобудівної галузі та ринку праці, а також на посилення прикладного характеру бакалаврської підготовки у сфері машинобудування.

Ключові слова: вища освіта у машинобудуванні, бакалаврський рівень, освітня програма, компетентності, результати навчання, освітні компоненти, практична підготовка, дуальна освіта.

Abstract. The article analyzes the content of bachelor's educational programs in mechanical engineering implemented by higher education institutions of Ukraine within the specialty G11 "Mechanical Engineering (by specializations)" and specifically the G11.01 "Machine Tools and Instruments" specialization. It defines the key structural features, strengths, and weaknesses of these programs in terms of ensuring effective competence formation of future engineers. The research examines the content of educational components, the balance between fundamental and professional training, the role of practical training and dual education opportunities. The study proposes directions for improving the content of educational programs, including the optimization of mandatory components, integration of general technical and computer disciplines with specialized courses, and expansion of practice-oriented learning. The recommended approaches are aimed at increasing the relevance of educational programs to the current needs of the mechanical engineering industry and labor market and strengthening the applied focus of bachelor's training in mechanical engineering.

Keywords: higher education in mechanical engineering, bachelor's level, educational program, competencies, learning outcomes, educational components, practical training, dual education.

Вступ. Одним із ключових чинників забезпечення якості вищої освіти є науково-методичний рівень розробки закладами вищої освіти (ЗВО) освітніх програм підготовки фахівців. У передмові Президента НАПН України В. Г. Кременя до [1] зазначається, що адекватне конструювання освітніх програм у вищій школі надасть можливість реально запровадити принципи студентоцентризму до освітнього процесу, розвинути культуру академічної автономії і творчості ЗВО як запоруку їхнього стійкого саморозвитку, досягти гнучкості та оперативності в реагуванні на потреби здобувачів та користувачів вищої освіти, сприяти запровадженню в освітню теорію та практику сучасних понять, концепцій, принципів і підходів. У якості загального методологічного принципу проектування власних освітніх програм ЗВО України використовують компетентнісний підхід до освітнього процесу [1, 2], що передбачає набуття здобувачами освіти наведеного у програмі комплексу компетентностей, які в подальшому мають стати основою їхньої професійної та

особистісної самореалізації. Методичні підходи до створення освітніх програм вищої освіти на базі компетентнісного підходу та принципів студентоцентризму опрацьовувались учасниками Міжнародного проєкту Tuning Educational Structures in Europe (TUNING), за результатами якого були сформульовані узагальнені рекомендації [1], що знайшли широке використання у практиці розробки ЗВО України власних освітніх програм. До змісту освітніх програм вищої освіти висуваються серйозні вимоги. Він має враховувати новітні досягнення науки та технологій, сучасні тенденції розвитку спеціальності та ринку праці, галузевий та регіональний контексти, запити стейкхолдерів освітнього процесу, досвід вітчизняних та зарубіжних університетів. Відтак, процес удосконалення змісту освітніх програм є фактично постійним і має враховувати всі аспекти трансформаційних змін у сфері вищої освіти.

Постановка проблеми. Важливим аспектом трансформації вищої освіти України є реформування мережі її спеціальностей відповідно до сучасних тенденцій розвитку ринку праці та галузевої структури Міжнародної стандартної класифікації освіти. Нині чинна редакція переліку галузей знань та спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої та фахової передвищої освіти, запроваджена Постановою Кабінету Міністрів України від 30.08. 2024 р. № 1021 з метою забезпечення кращої відповідності спеціальностей вищої та фахової передвищої освіти України деталізованим галузям Міжнародної стандартної класифікації освіти ISCED-F 2013. Підготовка фахівців до вирішення широкого кола різнопланових завдань проєктно-конструкторської, виробничо-технологічної, організаційно-управлінської, науково-дослідної та інноваційної діяльності у сфері машинобудівного виробництва різних галузей з 2025 року здійснюється ЗВО України у межах освітніх програм спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)». Наказом Міністерства освіти і науки (МОН) України від 19.11. 2024 р. № 1625 встановлено відповідність цієї спеціальності спеціальностям 133 «Галузеве машинобудування», 135 «Суднобудування», 142 «Енергетичне машинобудування», 275 «Транспортні технології (за видами)» з попередньої редакції переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти. Запровадження окремих спеціалізацій у межах спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» зумовлено складною галузевою структурою машинобудівного комплексу України. Зміст професійної (і в дечому – загальної) підготовки фахівців кожної машинобудівної галузі має свою виразну специфіку і для різних галузей може суттєво відрізнятися. Відповідно, Наказом МОН України від 18.02. 2025 р. № 296 у межах спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» було запроваджено 5 спеціалізацій: G11.01 «Верстати та інструменти»; G11.02 «Двигуни та енергетичні установки»; G11.03 «Технологічні машини та обладнання»; G11.04 «Суднобудування»; G11.05 «Транспортні засоби». Зміст розроблюваних ЗВО України освітніх програм з машинобудування має якнайкращим чином враховувати специфіку відповідних спеціалізацій та мати щільну прив'язку до галузевої проблематики. Узагальнення та аналіз досвіду ЗВО з розробки освітніх програм для вищеперерахованих спеціалізацій, безперечно, будуть становити інтерес як для дослідників сфери вищої інженерної освіти України, так і для фахівців-практиків, що здійснюють розробку освітніх програм. Зокрема, предметом дослідження у даній статті є специфіка змісту освітніх програм підготовки бакалавра з машинобудування за профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти». Аналіз цієї специфіки має стати підґрунтям для визначення потенційно перспективних напрямів вдосконалення змісту програм.

Методика. Проведене у роботі дослідження передбачало аналіз змісту освітніх програм першого (бакалаврського) рівня вищої освіти (РВО) спеціальності G11 «Машинобудування» за спеціалізацією G11.01 «Верстати та інструменти», розроблених та затверджених ЗВО України для здобувачів освіти 2025 року вступу. Усього аналізувалось 8 бакалаврських освітніх програм; розглядалися як тексти програм, так і додаткова

інформація, розміщена у відкритому доступі на офіційних вебсайтах ЗВО. Аналіз стосувався наступних складових змісту освітніх програм: компетентності; програмні результати навчання (ПРН); освітні компоненти; практики та можливості здобуття освіти за дуальною формою. Під час аналізу визначались сильні сторони та проблемні моменти освітніх програм. За результатами проведеного аналізу формулювалися потенційно перспективні напрями вдосконалення змісту освітніх програм.

Результати. За даними [3], станом на кінець жовтня 2025 р. підготовку бакалаврів спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» за освітньо-професійними програмами (ОПП) спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти» здійснюють 8 ЗВО України. Нижче у алфавітному порядку наведено перелік цих ЗВО з указанням електронної адреси офіційного вебсайту та назви відповідної ОПП:

- Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара / ДНУ ім. Олеся Гончара (<https://www.dnu.dp.ua>): ОПП «Галузеве машинобудування»;
- Донбаська державна машинобудівна академія / ДДМА (<http://www.dgma.donetsk.ua>): ОПП «Мехатронні системи, інструменти та технології»;
- Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» / НТУ «ХПІ» (<https://www.kpi.kharkov.ua/ukr/>): ОПП «Металорізальні верстати, інструменти та контрольно-вимірювальне обладнання»;
- Державний університет (ДУ) «Житомирська політехніка» (<https://ztu.edu.ua>): ОПП «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні»;
- Національний університет (НУ) «Запорізька політехніка» (<https://zp.edu.ua>): ОПП «Металорізальні верстати та системи»;
- Національний університет (НУ) «Чернігівська політехніка» (<https://stu.cn.ua>): ОПП «Галузеве машинобудування»;
- Сумський державний університет / СумДУ (<https://sumdu.edu.ua/uk/>): ОПП «Металорізальні верстати та системи»;
- Східноукраїнський національний університет ім. Володимира Даля / СНУ ім. Володимира Даля (<https://snu.edu.ua>): ОПП «Машинобудування. Верстати та інструменти».

Серед ЗВО, що здійснюють підготовку бакалаврів з машинобудування за профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти», зазначимо: 1 класичний університет, що мав цей статус до 1991 р.; 2 класичні університети, що сформувались у 90-ті роки ХХ ст. на базі технічних вищих навчальних закладів зі значним досвідом підготовки фахівців з машинобудування; 4 політехнічні університети; 1 машинобудівна академія. Усі ЗВО мають багаторічний досвід підготовки інженерно-технічних кадрів та визнані наукові школи у галузі механічної обробки та верстатостроительного виробництва. Випускові кафедри, що здійснюють підготовку бакалаврів за вищеперерахованими ОПП, користуються авторитетом у науковому та професійному середовищі, підтримують тісні зв'язки з провідними машинобудівними підприємствами України.

За відсутності затвердженого Стандарту вищої освіти України (СВОУ) першого (бакалаврського) РВО за новою спеціальністю G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» розробники усіх проаналізованих ОПП керувалися переліком компетентностей та результатів навчання, передбачених СВОУ першого (бакалаврського) РВО спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», затвердженим Наказом МОН України від 16.06. 2020 р. № 806. Разом з тим, необхідність врахування сучасних тенденцій розвитку машинобудування та верстатостроительного виробництва, запитів та побажань стейкхолдерів зумовила введення робочими групами з розробки ОПП додаткових фахових (спеціальних) компетентностей, що відображають специфіку та конкурентні

переваги програми, підвищують професійні здатності випускника, його шанси на успішне працевлаштування та подальше кар'єрне зростання. Серед розглянутих програм тільки ОПП «Галузеве машинобудування» НУ «Чернігівська політехніка» не містила додаткових фахових компетентностей. Розробники всіх інших ОПП передбачили введення додаткових фахових компетентностей, пов'язаних передусім зі здатністю вирішувати різнопланові завдання проєктування деталей та вузлів верстатного обладнання (в тому числі з використанням сучасних програмних засобів), експлуатації та обслуговування верстатних комплексів (в тому числі з числовим програмним керуванням). Серед додаткових фахових (спеціальних) компетентностей, що вдало демонструють специфіку та конкурентні переваги окремих ОПП, виділимо компетентності, пов'язані із:

- здатністю застосовувати комп'ютерні методи та програми для модернізації верстатного та іншого обладнання машинобудівних виробництв (ОПП «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні» ДУ «Житомирська політехніка»);
- здатністю використовувати можливості мехатронних пристроїв верстатних комплексів у процесах механічної обробки деталей (ОПП «Мехатронні системи, інструменти та технології» ДДМА);
- здатністю використовувати знання теоретичних основ технології верстатобудування в умовах виробництва (ОПП «Металорізальні верстати та системи» СумДУ);
- здатністю забезпечувати взаємозамінність деталей обладнання галузевого машинобудування при проєктуванні, призначати методи та засоби контролю для деталей та вузлів різного рівня складності (ОПП «Металорізальні верстати та системи» НУ «Запорізька політехніка»);
- здатністю здійснення техніко-економічної оцінки ефективності використання нових технологій і технічних засобів (ОПП «Галузеве машинобудування» ДНУ ім. Олеса Гончара);
- здатністю перевіряти технічний стан та залишковий ресурс технологічного обладнання (ОПП «Машинобудування. Верстати та інструменти» СНУ ім. Володимира Даля);

Як і у випадку фахових компетентностей, запропоновані розробниками ОПП формулювання ПРН здебільшого відображають очікування щодо теоретичних знань та практичних вмінь, які міг би продемонструвати випускник програми при вирішенні завдань реалізації процесів механічної обробки деталей, проєктування та раціональної експлуатації верстатноінструментальних систем. Серед додаткових ПРН, введених розробниками проаналізованих ОПП, у якості найбільш показових з точки зору специфіки змісту програми, можна виділити ПРН, пов'язані із:

- вмінням теоретично обґрунтовувати та створювати нові, а також модернізувати існуючі конструкції машин, зокрема верстатного обладнання, на основі загальних принципів конструювання та методів розрахунків (ОПП «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні» ДУ «Житомирська політехніка»);
- вмінням готувати комп'ютерні моделі машин та обладнання для комп'ютерних розрахунків, використовувати САЕ-системи для імітаційного дослідження машинобудівних конструкцій (ОПП «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні» ДУ «Житомирська політехніка»);

- знанням основних принципів роботи мехатронних пристроїв верстатних комплексів, умінням використовувати ці знання при вирішенні практичних завдань (ОПП «Мехатронні системи, інструменти та технології» ДДМА);
- знанням основних принципів монтажу, експлуатації та ремонту металорізальних верстатів та систем в умовах промислового виробництва (ОПП «Металорізальні верстати та системи» СумДУ);
- вмінням виконувати порівняльний аналіз показників працездатності виявлених аналогів об'єктів проектно-конструкторських розробок (ОПП «Машинобудування. Верстати та інструменти» СНУ ім. Володимира Даля).

Блок обов'язкових освітніх компонент проаналізованих ОПП в основному містить традиційні фундаментальні, соціально-гуманітарні та загальнотехнічні дисципліни, що забезпечують формування комплексу загальних та фахових компетентностей, передбачених СВОУ першого (бакалаврського) РВО для спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». Загальний обсяг цих дисциплін у деяких програмах наближається до регламентованої припустимої межі обсягу обов'язкових освітніх компонент бакалаврських ОПП (180 кредитів ЄКТС), що не дає можливості ввести до складу обов'язкових компонент програми значну кількість дисциплін, безпосередньо пов'язаних із профілем спеціалізації та фокусом ОПП, відображеним, в тому числі, у її назві. Як правило, розробники ОПП обмежуються введенням до блоку обов'язкових освітніх компонент програми лише незначної кількості дисциплін, пов'язаних із вивченням теорії різання, різального інструменту, верстатного обладнання машинобудівного виробництва. Серед інших професійно-орієнтованих дисциплін, безпосередньо пов'язаних із профілем спеціалізації та фокусом ОПП, у складі блоків обов'язкових освітніх компонент проаналізованих програм своє місце знайшли, зокрема, такі:

- у ОПП «Галузеве машинобудування» НУ «Чернігівська політехніка»: «Розрахунок та конструювання верстатів та верстатних комплексів»; «Динаміка верстатів»;
- у ОПП «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні» ДУ «Житомирська політехніка»: «САМ-системи та програмування верстатів з ЧПУ»; «САЕ в задачах механіки»; «Модернізація обладнання машинобудівних виробництв»;
- у ОПП «Металорізальні верстати та системи» НУ «Запорізька політехніка»: «Системи програмного керування верстатами», «Програмне забезпечення механічної обробки в технологічних системах»;
- у ОПП «Мехатронні системи, інструменти та технології» ДДМА: «Системи керування та мехатронні пристрої верстатних комплексів»;
- у ОПП «Металорізальні верстати та системи» СумДУ: «Технологія верстатобудування»; «Програмування обробки на верстатах з ЧПУ»; «Верстатні пристрої: проектування та експлуатація»; «Автоматичне керування верстатами, процесами та системами».

Окремо слід відзначити акцент ОПП «Металорізальні верстати, інструменти та контрольно-вимірювальне обладнання» НТУ «ХПІ» на використання комп'ютерно-інтегрованих технологій (в тому числі субтрактивних та адитивних) і сучасних контрольно-вимірювальних засобів у професійній діяльності за профілем спеціалізації.

Цікавим є наповнення переліку обов'язкових освітніх компонент ОПП «Галузеве машинобудування» ДНУ ім. Олеса Гончара. Розробникам програми вдалося ввести до цього переліку одразу 9 дисциплін, безпосередньо пов'язаних з профілем спеціалізації та фокусом ОПП. Це, зокрема, дисципліни «Теорія різання», «Металообробне обладнання»,

«Різальний інструмент та інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва», «Обладнання машинобудівного виробництва», «Проектування технологічних пристроїв», «Основи автоматизованого керування металорізальним обладнанням», «Комп'ютерні системи автоматизованого проектування виробів», «Інженерний аналіз конструкцій у системах автоматизованого проектування», «Інноваційні технології у галузі». Втім, це єдиний приклад з усього масиву розглянутих ОПП.

Відтак, формування знань, вмінь та практичних навичок за профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти» великою мірою забезпечуватиметься під час вивчення професійно-орієнтованих дисциплін вільного вибору студента. Це можна відзначити як слабку сторону практично всіх проаналізованих освітніх програм.

Практична підготовка здобувачів бакалаврського ступеня за розглянутими ОПП забезпечується циклом практик. Найбільша їхня кількість (по 4 практики) передбачена у ОПП «Комп'ютерний інжиніринг в машинобудуванні» ДУ «Житомирська політехніка» та ОПП «Мехатронні системи, інструменти та технології» ДДМА. У ОПП «Галузеве машинобудування» ДНУ ім. Олеса Гончара, ОПП «Металорізальні верстати та системи» НУ «Запорізька політехніка» та ОПП «Галузеве машинобудування» НУ «Чернігівська політехніка» передбачено по 3 практики; у решті ОПП – по 2 практики. Серед проаналізованих бакалаврських освітніх програм дуальна форма навчання передбачена тільки у ОПП «Металорізальні верстати та системи» НУ «Запорізька політехніка».

Проведене дослідження змісту бакалаврських ОПП дозволило визначити їхні сильні сторони та проблемні моменти.

Сильні сторони змісту проаналізованих ОПП:

- ґрунтовна фундаментальна та загальнотехнічна підготовка здобувачів освіти зі значним обсягом кредитів ЄКТС, що відводиться на відповідні дисципліни;
- наявність у складі блоків обов'язкових освітніх компонент програм ключових професійно-орієнтованих дисциплін за профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти»;
- наявність дисциплін, що формують у здобувача освіти здатність вирішувати різнопланові питання конструкторсько-технологічної підготовки виробництва з використанням сучасних засобів автоматизованого проектування та комп'ютерного моделювання;
- добра практична підготовка здобувачів освіти, що забезпечується циклом практик та тісними зв'язками випускових кафедр з промисловими підприємствами.

Проблемні моменти змісту проаналізованих ОПП:

- недостатні кількість та сумарний обсяг (у кредитах ЄКТС) професійно-орієнтованих дисциплін за профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти», представлених у блоках обов'язкових освітніх компонент розглянутих програм;
- відсутність можливості навчання за дуальною формою здобуття освіти у переважній більшості проаналізованих ОПП.

Обговорення. За результатами аналізу ОПП підготовки бакалавра спеціальності G11 «Машинобудування (за спеціалізаціями)» за профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти» 2025 року були визначені потенційно перспективні напрями вдосконалення змісту цих програм:

- оптимізація структури блоків обов'язкових освітніх компонент ОПП з метою збільшення питомої ваги професійно-орієнтованих дисциплін, безпосередньо пов'язаних з профілем спеціалізації G11.01 «Верстати та інструменти»;

- інтеграція (за можливості) змісту дисциплін загальнотехнічної і комп'ютерної підготовки та професійно-орієнтованих дисциплін зі створенням нових інтегрованих курсів, тісно пов'язаних з профілем спеціалізації та фокусом ОПП;
- започаткування навчання за дуальною формою здобуття освіти за тими з проаналізованих ОПП, за якими вона ще не здійснюється.

Висновки. У статті на основі аналізу змісту розроблених ЗВО України освітніх програм підготовки бакалавра з машинобудування за спеціалізацією G11.01 «Верстати та інструменти» були виділені сильні сторони та проблемні моменти цих програм. За результатами аналізу сформульовано потенційно перспективні напрями вдосконалення змісту освітніх програм, спрямовані на збільшення питомої ваги професійно-орієнтованих дисциплін, безпосередньо пов'язаних з профілем спеціалізації, у блоках обов'язкових освітніх компонент програм, інтеграцію змісту дисциплін загальнотехнічної і комп'ютерної підготовки та професійно-орієнтованих дисциплін, впровадження навчання за дуальною формою здобуття освіти за відповідними ОПП.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Розроблення освітніх програм. Методичні рекомендації / Авт.: В. М. Захарченко, В. І. Луговий, Ю. М. Рашкевич, Ж. В. Таланова / За ред. В. Г. Кременя. – К. : ДП «НВЦ «Пріоритети», 2014. – 120 с. – ISBN 978-966-2432-08-4.
2. Луговий, В. І. Становлення системи основних понять і категорій компетентнісного підходу в умовах парадигмальних змін в освіті / В. І. Луговий, О. М. Слюсаренко, Ж. В. Таланова // Компетентнісний підхід в освіті: теоретичні засади і практика реалізації : матеріали методол. семінару 3 квіт. 2014 р., м. Київ: [у 2 ч.]. Ч 1. / Нац. акад. пед. наук України; [редкол. : В. Г. Кремень (голова), В. І. Луговий (заст. голови), О. І. Ляшенко (заст. голови) та ін.]. – К. : Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2014. – С. 5–18.
3. Реєстр суб'єктів освітньої діяльності / [Електронний ресурс]. URL: <https://registry.edbo.gov.ua/search/> (дата звернення – 28.10. 2025 р.).

УДК 378.147:004.9

Ковалевський С. В. (Донбаська державна машинобудівна академія, кафедра інноваційних технологій і управління, м. Краматорськ — Тернопіль, Україна)

ІНТЕРАКТИВНА ЦИФРОВА НАУКОВО-НАВЧАЛЬНО-ДОСЛІДНА ПЛАТФОРМА ЯК ІНСТРУМЕНТ ЦИФРОВОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ

Анотація. У статті представлено концепцію створення та впровадження інтерактивної цифрової науково-навчально-дослідної платформи (ННД-платформи) як інструменту цифрової трансформації інженерної освіти. Показано, що інтерактивні середовища, розроблені для підготовки магістрів інженерних спеціальностей, підвищують якість навчально-дослідницької діяльності, сприяють академічній доброчесності та формують цифрову наукову культуру. Система поєднує сім віртуальних лабораторій, що відтворюють повний цикл дослідження — від формулювання гіпотези до звітування та верифікації результатів. Проаналізовано методологічні засади розробки платформи, освітній контекст, результати її експериментального впровадження. Зазначено, що використання системи підвищує швидкість виконання досліджень на 30–40 %, а також покращує якість наукових робіт і мотивує студентів до участі у конференціях. Розглянуто перспективи розвитку, зокрема інтеграцію з національними

репозитаріями, використання ШІ для автоматичного аналізу звітів і створення міжнародних партнерських лабораторій.

Ключові слова: цифрова освіта, інженерна педагогіка, інтерактивна платформа, віртуальні лабораторії, академічна доброчесність, TRIZ-педагогіка, дослідницьке навчання, штучний інтелект.

Abstract. The article presents the concept of creating and implementing an interactive digital research-and-learning platform (RLP) as a tool for the digital transformation of engineering education. It demonstrates that interactive environments designed for training master's students in engineering disciplines enhance research quality, ensure academic integrity, and foster digital scientific culture. The developed system combines seven virtual laboratories that simulate the entire research cycle—from hypothesis formulation to reporting and validation. The methodological foundations, educational context, and experimental results of implementation. The platform increased research performance by 30–40 %, improved the quality of academic works, and motivated students to participate in scientific events. Future directions include integration with national open-data repositories, the use of AI for automated report analysis, and the creation of international joint laboratories.

Keywords: digital education, engineering pedagogy, interactive platform, virtual laboratories, academic integrity, TRIZ pedagogy, research-based learning, artificial intelligence.

Вступ

Сучасна освіта перебуває у стані глибокої трансформації, зумовленої глобальною цифровізацією, воєнними викликами та потребою забезпечення безперервності освітнього процесу. Для інженерних спеціальностей, де важливими є експеримент, моделювання та практика, дистанційний формат створює нові проблеми й можливості.

В умовах обмеженого доступу до матеріальної лабораторної бази, університети мають забезпечити реальну можливість здійснення дослідницької діяльності у віртуальному середовищі. Одним із таких інноваційних рішень є інтерактивна цифрова ННД-платформа — гібридне середовище, що поєднує наукові, навчальні та дослідницькі інструменти.

1. Концепція та структура ННД-платформи

Інтерактивна цифрова ННД-платформа — це інтегрована система, що дозволяє магістрантам та аспірантам проводити дослідження в рамках семи віртуальних лабораторій:

- ІКС-Lab — інтелектуальні керуючі системи;
- ІТС-Lab — інноватика технологічних систем;
- САПР-ТП-Lab — системи автоматизованого проектування технологічних процесів;
- ОСТМП-Lab — основи сучасних теорій моделювання процесів;
- ТФНП-Lab — технології функціональних і нано-покриттів;
- ДТСВ-Lab — діагностика технологічних систем і виробів;
- НДП-Lab — науково-дослідна практика магістрантів.

Кожна лабораторія моделює повний цикл дослідження:

- постановка мети, задачі, гіпотези;
- розробка моделі або методики;
- експериментальне або віртуальне дослідження;
- аналіз і верифікація результатів;
- підсумковий звіт з аналітичною довідкою та рецензією.

2. Методологічні засади розробки

Методологія ННД-платформи базується на принципах системного підходу, розкритих у працях українських наукових шкіл технічної творчості. Застосовано ідеї з дисциплін циклу підготовки магістрів: *Інтелектуальні керуючі системи, САПР технологічних процесів, Основи сучасних теорій моделювання процесів*.

Ключовими елементами платформи є:

- Дослідницький журнал (Research Journal), який фіксує всі етапи дослідження у форматі JSON/DOCX/PDF;
- Модуль верифікації (автоматична рецензія, думка опонента, лог запису дій);
- Інтерактивний сценарій дослідження, що структурує процес навчання згідно з вимогами академічної доброчесності.

3. Освітній контекст і цифрова педагогіка

Використання ННД-платформи забезпечує:

- адаптацію освітнього процесу до умов віддаленого навчання;
- інтеграцію засобів цифрової інженерії (CAD, CAM, CAE);
- індивідуалізацію досліджень магістрантів;
- розвиток навичок академічного письма, наукового мислення, саморефлексії.

Платформа відповідає стандартам третього рівня освіти (освітньо-науковий рівень) і підтримує принцип «навчання через дослідження» (*research-based learning*).

Середовище дозволяє реалізувати елементи TRIZ-педагогіки (теорії розв'язання винахідницьких завдань), що сприяє розвитку творчого мислення та навичок проектної діяльності.

4. Практичне впровадження

Експериментальне тестування системи показало, що:

- студенти, які використовували ННД-платформу, на 30–40 % швидше виконували дослідницькі етапи;
- якість оформлення магістерських робіт (відповідність ДСТУ 8302:2015 і ДСТУ 3008-95) суттєво підвищилася;
- зросла мотивація до участі в наукових конференціях і конкурсах.

5. Науково-освітній ефект

Впровадження інтерактивної платформи створює:

- цифрову екосистему НДР, де фіксуються усі наукові дії студента;
- єдиний стандарт звітності, який мінімізує ризики плагіату;
- віртуальні лабораторії, що моделюють процеси дослідження, включно з діагностикою, моделюванням та аналітикою.

Платформа також підтримує академічну мобільність: користувачі можуть проводити дослідження, перебуваючи за межами України, з дотриманням принципів академічної доброчесності.

6. Перспективи розвитку

Подальший розвиток ННД-платформи передбачає:

- інтеграцію з національними репозитаріями відкритих даних;
- впровадження штучного інтелекту для автоматичного аналізу звітів;
- створення міжнародних партнерських лабораторій (спільні дослідження студентів України, Польщі, Чехії).

Заплановано відкриття освітнього модуля “AI-driven Research Companion”, який виконуватиме роль віртуального наукового керівника.

Висновки

Інтерактивна цифрова ННД-платформа є дієвим інструментом формування нової парадигми інженерної освіти. Її архітектура забезпечує не лише виконання навчально-дослідницьких завдань, але й виховання наукової культури, відповідальності, системного мислення.

Цифрова трансформація освіти не повинна обмежуватись цифровізацією контенту — вона має охоплювати саму логіку наукового пізнання. Саме тому інтерактивні платформи такого типу відкривають шлях до створення *віртуальних університетів майбутнього*, де навчання, дослідження і творчість є єдиним процесом.

УДК 004.8:378.147:62-52

Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна), **Білостечний В.О.** (Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна).

НОВІ МОЖЛИВОСТІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ У ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ: ІНТЕРАКТИВНИЙ АСИСТЕНТ ІТС ОКРЗ.

Анотація. У статті розглянуто створення та апробацію Інтерактивного асистента ІТС ОКРЗ — інтелектуальної системи нового покоління, призначеної для підтримки освітньо-дослідної діяльності у технічних університетах. Описано архітектуру асистента, яка включає освітній, науково-дослідний та інноваційно-виробничий рівні, що взаємодіють із лабораторіями ICS-Lab та ITS-Lab. Визначено методологічні засади проєкту, засновані на концепції цифрового близнюка навчального процесу, який аналізується алгоритмами машинного навчання та адаптивними моделями fuzzy-логіки. Показано, що ІТС ОКРЗ сприяє формуванню дослідницьких і аналітичних компетенцій, зокрема у сфері цифрових двійників і нейроінтерфейсів. Результати впровадження свідчать про підвищення якості аналітичних робіт, самостійності здобувачів освіти та мотивації до наукових досліджень. Проєкт розглядається як основа створення національної AI-платформи технічної освіти.

Ключові слова: штучний інтелект, цифровий близнюк, інтелектуальні системи керування, освіта 4.0, fuzzy-логіка, машинне навчання, інтерактивний асистент, ІТС ОКРЗ.

Abstract. The paper presents the development and testing of the Interactive Assistant ITS OKR3 – a next-generation intelligent system designed to support educational and research activities in technical universities. The architecture of the assistant comprises three interconnected levels: educational, research, and industrial, which operate in integration with the ICS-Lab and ITS-Lab digital laboratories. The methodological framework is based on the digital twin concept of the learning process, analyzed and optimized through machine learning algorithms and fuzzy logic models. ITS OKR3 enhances analytical and research competencies, particularly in digital twin technologies and neuro-interfaces. Implementation results demonstrate increased quality of analytical work, students' autonomy, and motivation for scientific exploration. The project serves as a foundation for establishing a national AI platform for engineering education.

Keywords: artificial intelligence, digital twin, intelligent control systems, Education 4.0, fuzzy logic, machine learning, interactive assistant, ITS OKR3.

1. Вступ

Сучасна вища технічна освіта перебуває на етапі глибокої трансформації, що пов'язана з переходом до *освіти, підсиленої штучним інтелектом (AI-powered education)*. В умовах стрімкого розвитку моделей ШІ (від GPT-3 до GPT-5) змінюється не лише структура навчального контенту, а й сама природа освітньої взаємодії. У відповідь на ці виклики в межах освітньо-наукової програми «Інтелектуальні технологічні системи (ІТС)» було створено Інтерактивного асистента ІТС ОКРЗІ, який

поєднує функції цифрового тьютора, лабораторного консультанта, аналітика знань і наукового супроводу дослідницьких проєктів аспірантів.

2. Концепція і структура Інтерактивного асистента ІТС ОКРЗІ

ІТС ОКРЗІ — це не просто чат-бот, а складна інтерактивна система, побудована на принципах *інтелектуальної підтримки прийняття рішень* у навчально-дослідному середовищі.

Його архітектура включає три взаємопов'язані рівні:

1. Освітній (training level) — модуль підготовки магістрів і аспірантів через сценарії лабораторних робіт, інтерактивні консультації та симуляції.
2. Науково-дослідний (research level) — аналітична оболонка для формування гіпотез, оцінки достовірності результатів і підготовки публікацій.
3. Інноваційно-виробничий (industrial level) — зв'язок з цифровими двійниками технологічних процесів, CAD/CAE-системами та інтелектуальними контролерами (ICS-Lab, ITS-Lab).

Асистент функціонує як «*цифровий координатор*» між студентом, викладачем і лабораторним обладнанням, забезпечуючи наскрізну інтеграцію знань — від формування завдання до наукової статті чи патентної заявки.

3. Методологічна основа проєкту

Розробка ІТС ОКРЗІ базується на концепції *цифрового близнюка навчального процесу*, де кожна освітня діяльність відображається у вигляді даних, що аналізуються та оптимізуються алгоритмами машинного навчання. Застосовується гібридна архітектура ІІІ:

- семантична модель знань (онтологія дисципліни «Інтелектуальні керуючі системи»);
- неймережевий модуль GPT-типу, адаптований під український академічний контент;
- аналітичний блок на основі принципів fuzzy-логіки, який інтерпретує відповіді користувачів і формує персоналізовані траєкторії навчання.

Така інтеграція дозволяє здійснювати *динамічне формування знань* — коли система не просто перевіряє правильність відповідей, а пояснює логіку рішень, вказує на альтернативні підходи й підтримує дослідницьке мислення.

4. Розвиток компетенцій і наукових навичок

Асистент ІТС ОКРЗІ спрямований на розвиток когнітивно-дослідницьких компетенцій студентів, серед яких:

- здатність проєктувати інтелектуальні системи керування;
- вміння застосовувати методи моделювання й оптимізації;
- навички інтерпретації результатів експериментів;
- компетентність у сфері цифрових двійників технологічних процесів.

Використання асистента під час виконання лабораторних і проєктних завдань показало істотне підвищення якості аналітичних робіт (у середньому на 25–30 %) та рівня самостійності здобувачів освіти.

5. Практична реалізація та інтеграція з ІКС-Lab і ІТС-Lab

ІТС ОКРЗІ впроваджено у цифрову лабораторію ICS-Lab (Intelligent Control Systems Laboratory) та ITS-Lab (Innovative Technological Systems Laboratory), які функціонують як ядро експериментальної платформи ДДМА–ВНТУ.

Асистент підтримує роботу з CAD-пакетами (SolidWorks, ANSYS, Fusion 360), математичними середовищами (MATLAB, Python) та цифровими симуляторами.

Він здатен аналізувати результати розрахунків, формувати звіти за ДСТУ, а також проводити «діалоги-опонування» — інтерактивні сесії з експертною оцінкою рішень студента.

У процесі апробації було проведено понад 150 інтерактивних занять у гібридному форматі (аудиторія + ІІІ), що дало змогу зменшити час підготовки звітів удвічі й одночасно підвищити рівень аналітичності пояснювальних записок.

6. Взаємодія «Людина – ІІІ – Цифровий двійник»

Ключова особливість ІТС ОКРЗІ полягає у поєднанні когнітивної діяльності людини з інтелектуальними інтерфейсами системи.

Завдяки моделі тристоронньої взаємодії відбувається:

- персоналізація освітнього процесу, коли асистент адаптує складність матеріалу до поточного рівня здобувача;
- синхронізація з цифровими двійниками лабораторних об'єктів (гідроприводи, маніпулятори, системи охолодження);
- створення динамічного профілю компетентностей для кожного студента.

Таким чином, ІТС ОКРЗІ формує *мета-рівень навчання*, де студент не лише отримує знання, а й розуміє, як саме він навчається — через рефлексію й аналіз взаємодії з системою.

7. Результати впровадження та подальші напрями розвитку

За результатами експериментального впровадження визначено такі ключові ефекти:

- підвищення мотивації студентів і аспірантів;
- скорочення часу на підготовку проєктних звітів;
- підвищення частки самостійно розроблених моделей і алгоритмів у роботах здобувачів;
- розширення міжкафедральної кооперації.

Подальший розвиток передбачає створення відкритої мережевої екосистеми ІТС ОКРЗІ 2.0, що об'єднає декілька освітніх платформ, лабораторій і підприємств-партнерів (QuartSoft, ІІІІІ НАН України, ВНТУ, ДДМА).

8. Висновки

1. Інтерактивний асистент ІТС ОКРЗІ є ефективним інструментом цифрової трансформації освітнього процесу у галузі прикладної механіки та автоматизації.
2. Його використання забезпечує формування дослідницьких, аналітичних і проєктних компетенцій відповідно до стандартів ЄКТС і вимог індустрії 4.0.
3. Розроблена архітектура дозволяє інтегрувати елементи машинного навчання, цифрових двійників і нейро-інтерфейсів у навчальний процес.
4. ІТС ОКРЗІ виступає базовим елементом для створення майбутньої *AI-платформи технічної освіти*, що поєднає університети, наукові установи та бізнес-партнерів.

УДК 004.8:378.1

Ковалевський С.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна), **Володченко Ю.М.** (ІТ-компанія QuartSoft, Україна).

НОВИЙ ЕТАП РОЗВИТКУ АКАДЕМІЇ ДОСЛІДНИКІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ (АДШІ): ОСВІТНЬО-ДОСЛІДНИЦЬКА ЕКОСИСТЕМА МАЙБУТНЬОГО.

Анотація. У статті розглянуто концепцію розвитку Академії дослідників штучного інтелекту (АДШІ) як освітньо-наукового проєкту нового типу, спрямованого на формування дослідницьких компетентностей молоді у сфері штучного інтелекту. Проаналізовано три рівні підготовки — «Юні дослідники», «Молоді науковці» та «Future AI Innovators», що забезпечують безперервну траєкторію зростання від базових знань до наукової творчості. Розкрито методологію діяльності АДШІ, засновану на принципі «learning by creating» і використанні інтерактивних форматів вебінарів («AI Detective», «Лабораторія ідей», «Hackathon Light»). Показано, що філософія проєкту спрямована на перехід від користування ШІ до дослідницького осмислення його меж та можливостей. Окремлено екосистему взаємодії між учасниками, установами-партнерами (QuartSoft, ДДМА, ІППШ НАН України,) та GPT-інструментами. Підкреслено соціальну значущість АДШІ як платформи розвитку критичного мислення, самостійності й етичної культури у цифрову епоху.

Ключові слова: Академія дослідників ШІ, освіта 4.0, дослідницькі компетентності, штучний інтелект, GPT, критичне мислення, інтерактивне навчання, екосистема.

Abstract. The paper presents the development concept of the Academy of Artificial Intelligence Researchers (AAIR) as an innovative educational and research project aimed at fostering research competences among youth in the field of artificial intelligence. Three levels of training are defined – “Junior Researchers,” “Young Scientists,” and “Future AI Innovators,” which form a continuous learning trajectory from basic knowledge to scientific creativity. The methodology is based on the “learning by creating” principle and interactive webinar formats (“AI Detective,” “Idea Lab,” “Hackathon Light”). The pedagogical philosophy emphasizes the shift from using AI as a tool to understanding its limitations and possibilities through critical inquiry. The article outlines the AAIR ecosystem connecting students, educators, partner institutions (QuartSoft, DSEA, Institute for Problems of Artificial Intelligence of NAS of Ukraine,) and GPT-based platforms. The project is shown as a socially significant model for cultivating critical thinking, autonomy, and ethical awareness in the digital age.

Keywords: Academy of AI Researchers, Education 4.0, research competences, artificial intelligence, GPT, critical thinking, interactive learning, ecosystem.

1. Вступ

Академія дослідників штучного інтелекту (АДШІ) виникла як спільна ініціатива викладачів ДДМА, ІППШ НАН України за підтримки ІТ-компанії QuartSoft, щоб створити нову модель науково-освітнього простору, де штучний інтелект не є метою, а стає інструментом формування особистості дослідника.

Уперше ідея була озвучена у 2024 р. під час серії вебінарів для шкільної молоді Донеччини, які проводилися в умовах війни, дистанційності та вимушеної міграції. З того моменту АДШІ почала еволюціонувати з ініціативи у повноцінну навчально-дослідницьку платформу, здатну об'єднувати учнів, студентів, викладачів і ШІ-технології в єдину мережу інтелектуального зростання.

2. Концепція та структура Академії

АДШІ розвиває три рівні підготовки, що відповідають віковим і когнітивним особливостям учасників:

1. «Юні дослідники» (12–14 років) — перший рівень, орієнтований на формування інтересу до ІІІ через ігрові форми, історії та творчі завдання.
2. «Молоді науковці» (15–17 років) — другий рівень, де відбувається перехід до аналітичного мислення, розробки моделей, програм і міні-досліджень.
3. «Future AI Innovators» (18+, коледжі) — третій рівень, який передбачає створення повноцінних інженерних рішень, симуляцій і наукових статей.

Кожен рівень є частиною інтегрованого навчального циклу, де вебінари, лабораторії, конкурси та конференції пов'язані в єдиний ланцюг становлення дослідника. Згідно з «Інтегрованим планом вебінарів АДШІ на 2025–2026 н.р.», усі заняття синхронізовані між рівнями, що створює ефект вертикальної єдності — від першого «знайомства через ІІІ» до захисту власної наукової роботи.

3. Методологія діяльності АДШІ

Кожен вебінар АДШІ — це не лекція, а інтерактивна дослідницька подія, під час якої учасники самостійно створюють ідеї, перевіряють гіпотези, працюють у групах і з ІІІ як співрозмовником, а не «вчителем».

Зокрема:

- заняття «AI Detective» навчає критично перевіряти знання ІІІ та бачити його межі;
- «Лабораторія ідей» формує середовище спільного мислення через «аукціон тем»;
- «Промпти у дії» і «Промпт-інжиніринг» перетворюють запитання на дослідницький інструмент;
- «Code Challenge» і «Перша модель» закладають основи програмування та машинного навчання;
- «Hackathon Light» та «Проміжний захист» готують учасників до наукових конференцій, таких як «Молода наука – 2026».

Усі матеріали побудовані за принципом “learning by creating” — учасник пізнає світ ІІІ не спостерігаючи, а творячи.

4. Педагогічна філософія: від користувача до дослідника

В основі філософії АДШІ лежить ідея становлення мислячої особистості через ІІІ, сформульована її засновником як принцип: «АДШІ повинна вирощувати не користувачів, а дослідників».

Цей підхід передбачає, що кожен учасник проходить п'ять стадій розвитку: Спостерігач → Учень смислу → Конструктор гіпотез → Інженер істини → Дослідник буття. На кожному етапі змінюється не лише рівень знань, а й тип мислення — від простого запиту до рефлексії над власними ідеями.

АДШІ тим самим стає лабораторією інтелектуальної еволюції, де ІІІ виконує роль інструмента, партнера й дзеркала мислення. У цьому полягає її новаторство: технологія повертає учня до самого себе.

5. Екосистема АДШІ та зовнішній вплив

Проект виходить за межі освітнього середовища, формуючи систему соціального впливу, спрямовану на залучення молоді Донеччини та всієї України, включно з тими, хто вимушено залишив свої домівки.

Система включає:

- мережу онлайн-вебінарів і консультацій,
- механізми залучення через соціальні медіа (Telegram, Facebook, Instagram),

- партнерські осередки у школах та коледжах,
- конкурси, хакатони, пітчі та наукові сесії.

Як зазначено у хроніці розвитку АДШІ, це не просто інформаційна кампанія, а “система зовнішнього впливу”, яка вже діє, залучаючи перших слухачів через попередні вебінари та новий комунікаційний пакет «Перший виклик АДШІ».

6. Роль цифрових інструментів і GPT-екосистеми

АДШІ активно інтегрує сучасні ШІ-інструменти — від ChatGPT, Teachable Machine, Canva Magic Media до платформ симуляцій (ANSYS, Onshape). Учасники не просто знайомляться з ними, а вчаться обирати, аналізувати й критично використовувати їх. Створено концепцію «інвентаризації ШІ-інструментів для дослідників» — таблицю, де кожен інструмент оцінюється за функцією, рівнем дослідника, етичними ризиками й потенціалом розвитку. Це дозволяє учням поступово входити в професійну культуру роботи з технологіями, розуміючи, що етика використання важливіша за швидкість результату.

7. Інституційна співпраця і перспективи

АДШІ спирається на потужну мережу партнерів:

- Донбаська державна машинобудівна академія (науково-методичне керівництво, технічні лабораторії);
- Інститут проблем штучного інтелекту НАН України (науковий супровід, дослідження ШІ);
- QuartSoft (технологічна підтримка, IT-менторство).

Подальший розвиток передбачає:

1. створення інтерактивної ННД-платформи АДШІ, інтегрованої з GPT-асистентами;
2. формування мережі “AI-лабораторій” у школах і коледжах;
3. вихід на міжнародні освітні проєкти (UNESCO, Intel AI for Youth, AI for Good Foundation).

8. Висновки

АДШІ сьогодні — це не лише освітній експеримент, а новий тип інтелектуального простору, у якому ШІ стає каталізатором людського мислення. Завдяки структурованим рівням навчання, інтерактивним форматам і методології критичного використання технологій Академія створює умови для народження покоління українських дослідників ШІ, здатних не просто користуватись моделями, а створювати власні.

Цей рух — доказ того, що навіть у часи невизначеності й війни освіта може залишатися простором творчості, гідності та майбутнього.

УДК 004.8:004.942:378.147

Ковалевський С.В., Лісничий М., Надіч П. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ PROMPTCAD META DESIGNER ТА ІНТЕРАКТИВНОЇ ЦИФРОВОЇ ННД-ПЛАТФОРМИ CAD/CAM/CAE НА БАЗІ ШІ ДЛЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ОСВІТИ.

Анотація. У тезах представлено результати розроблення PromptCAD Designer — надбудови над традиційними CAD/CAM/CAE-середовищами, що інтегрує генеративні моделі штучного інтелекту з адаптивними навчальними сценаріями. Система трансформує текстові специфікації та технічні умови у послідовність структурованих підказок, які керують побудовою параметричних моделей, CAM-стратегій і CAE-валідацій. Запропонована архітектура включає семантичний парсер вимог, генератор підказок для CAD API, модуль підбору відкритих навчальних ресурсів (OER), агент аналізу помилок і блок валідації якості геометрії. Інтерактивна навчально-науково-дослідна (ННД) платформа забезпечує персоналізоване навчання, автоматичне оцінювання та зворотний зв'язок у реальному часі, що відповідає принципам проєктно-орієнтованого (PBL) навчання. Показано освітні та технологічні ефекти впровадження: зростання мотивації студентів, скорочення часу на опанування CAD-інструментів, підвищення якості моделей та формування етичних підходів до використання ШІ. Розробка сприяє синергії інженерної педагогіки й цифрових технологій, підсилюючи компетентності індустрії 4.0.

Ключові слова: штучний інтелект, CAD/CAM/CAE, інженерна освіта, генеративні моделі, PromptCAD, цифрова платформа, OER, PBL, етичне використання ШІ.

Abstract. The paper presents the development of PromptCAD Designer — an add-on to traditional CAD/CAM/CAE environments integrating generative AI models with adaptive learning scenarios. The system converts textual specifications and technical requirements into structured prompt chains guiding the creation of parametric models, CAM strategies, and CAE validations. The proposed architecture includes a semantic requirement parser, a CAD API prompt generator, an OER recommendation agent, an error-diagnosis module, and a geometry-quality validation block. The interactive educational and research (ER) platform provides personalized learning, automated assessment, and real-time feedback aligned with project-based learning (PBL) and open educational resources (OER). The implementation resulted in higher student engagement, reduced time for mastering CAD tools, improved model quality, and established ethical use of AI in engineering education. The approach bridges AI-assisted design and modern pedagogy, strengthening competencies essential for Industry 4.0.

Keywords: artificial intelligence, CAD/CAM/CAE, engineering education, generative AI, PromptCAD, digital platform, OER, PBL, AI ethics.

Сучасний стан інженерної освіти характеризується динамікою інструментів CAD/CAM/CAE та швидкою інтеграцією моделей штучного інтелекту, що потребує нових педагогічних рішень для персоналізації навчання, автоматизації рутинних операцій і підвищення якості практичної підготовки студентів-інженерів. У відповідь на ці виклики розроблено концепцію PromptCAD Meta Designer і інтерактивної цифрової ННД-платформи, що поєднують генеративні та класичні ІІ-компоненти для підтримки повного навчального циклу: від постановки завдання до верифікації результатів за галузевими стандартами моделювання. Підхід спирається на OER/PBL-дидактику, адаптивні траєкторії навчання та зворотний зв'язок у реальному часі, що підвищує залученість та автономність студентів.

PromptCAD Meta Designer визначається як надбудова над традиційним CAD-оточенням, яка перетворює навчальні та виробничі наміри у ланцюги підказок: від текстових специфікацій і техумов до параметричного ескізу, твердотільної моделі, CAM-стратегій та CAE-валідації з використанням бібліотек патернів і доменної онтології деталей

та операцій. Архітектура включає модулі: а) семантичний парсер вимог; б) генератор шаблонів підказок для CAD API; в) агент підбору навчальних OER і контент-мікротьютор; г) модуль діагностики помилок і рекомендацій; д) контур валідації якості моделі за топологією та геометрією для введення у САМ/САЕ. Завдяки цьому студенти отримують покрокові інструкції і пояснення, а система акумулює фідбек для безперервного поліпшення навчальних сценаріїв.

Інтерактивна цифрова ННД-платформа (навчально-науково-дослідна) інтегрує репозиторій задач і кейсів, середовище лабораторних робіт, журналування експериментів та інструменти формування оцінювання із цифровими рубриками. Платформа підтримує персоналізацію контенту та складності завдань на основі профілю студента і даних про попередні дії, поєднуючи траєкторії для різних версій CAD/CAM ПЗ та ОС, що особливо важливо при швидкому оновленні інструментів. Політики впровадження П в закладах вищої освіти розглядаються як організаційний каркас для етичного використання, прозорості та інклюзивності, що вбудовано у дизайн платформи через шари прав доступу, журналування та маркування П-втручань.

Ключовим елементом є генеративні підказки, які перетворюють натурально-мовні вимоги в структуровані команди для CAD-API та САМ-постпроцесорів, із перевіркою на відповідність стандартам якості моделі: цілісність топології, коректність UV/текстурування для візуалізацій, відсутність паразитних ребер і самоперетинів. З урахуванням обмежень нинішніх П-генераторів 3D-моделей, у платформі реалізовано багатокрокову валідацію з перевіркою петель ребер, якості розгортки і геометричних допусків перед подальшим використанням у САМ і аналізі міцності. Це дозволяє уникати перенесення артефактів у виробничі траси та гарантує коректність сіток для САЕ-розрахунків навчальних задач.

Дидактична інтеграція базується на комбінації проєктно-орієнтованого навчання (PBL) та OER: студенти працюють у командах над «розумними» продуктами, використовуючи керовані відкриті ресурси за запитом, а також створюють нові мікро-OER, що проходять якісну експертну перевірку. На етапі постановки завдання викладачі формують чіткі критерії, щоб мінімізувати хибні уявлення та забезпечити самостійну роботу студентів без постійного супроводу. Платформа забезпечує формувальне оцінювання, аналітику прогресу, попередження про ризики та інструменти перегляду рішень із коментарями, що підвищує прозорість і мотивацію.

З погляду освітньої політики та відповідності регуляціям, платформа враховує класи ризиків П-систем у контексті освіти (обмежений/високий), додаючи механізми прозорості й контролю для чат-ботів та адаптивних модулів, що використовуються при оцінюванні та зворотному зв'язку. Передбачено аудит навчальних рішень і фіксацію джерел, щоб узгодити академічну доброчесність із активним використанням П, у тому числі маркування ролі П у створенні проміжних матеріалів. Впровадження супроводжується інституційними політиками, що регламентують права доступу, валідацію даних і захист приватності в навчальних журналах.

Технологічно PromptCAD Meta Designer реалізовано як набір агентів: семантичний агент завдання, агент CAD-ескізування, САМ-агент траєкторій, САЕ-агент сіток і навантажень, а також агент якості моделі з правилами перевірки і метриками (self-check). Агенти взаємодіють через оркестратор, що керує ланцюгами підказок, кешує проміжні артефакти та забезпечує повторюваність навчальних експериментів, що критично для лабораторних робіт з різних тем і ПЗ. Для реального часу передбачено чат-інтерфейс з контекстом про версію софту, ОС та рівень підготовки, який діагностує типові помилки та генерує покрокові інструкції з візуальними підказками.

Змістове наповнення ННД-платформи охоплює типові навчальні кейси: параметричні деталі, складальні одиниці, генерація траєкторій для 2.5D/3D обробки, постпроцесинг і перевірка G-коду, а також базові САЕ-аналізи статички і власних форм. Для кожного кейсу система підбирає OER-матеріали, приклади моделей і банки помилок,

формуючи індивідуальні дорожні карти навчання та контрольні точки з автоматизованою перевіркою. Це підсилює розвиток самостійності, критичного мислення та цифрової грамотності майбутніх інженерів, відповідаючи вимогам сучасної промисловості.

Експериментальні результати впровадження у навчальному процесі вказують на зростання залученості студентів, скорочення часу на опанування інструментів та покращення якості проєктних артефактів за рахунок адаптивних маршрутів і оперативного зворотного зв'язку. Особливо ефективним став контур валідації якості моделі для відсікання неякісних ІІ-генерованих геометрій перед САМ/САЕ, що мінімізує похибки в подальших розрахунках та виробничих симуляціях. Системні обмеження залишаються у частині складних вільноформних поверхонь і узгодження параметричності, що окреслює напрям подальших досліджень.

Педагогічні ефекти включають підвищення мотивації та саморегуляції, а також формування компетентностей роботи з ІІ як інструментом, а не заміною інженерного мислення. Водночас важливими є прозорість, оцінка достовірності та контроль за використанням ІІ у критичних етапах—оцінюванні, атестації та моделюванні, що враховано в інституційних політиках і регламентах платформи. Запропонована архітектура забезпечує масштабованість між курсами та дисциплінами, підтримуючи різні траєкторії і рівні ризику використання ІІ у вищій освіті.

Висновки підкреслюють, що поєднання PromptCAD Meta Designer та ННД-платформи дозволяє зменшити розрив між швидкою еволюцією САД/САМ/САЕ-інструментів і навчальними програмами через персоналізацію, автоматизацію та вбудовану валідацію якості. Комбінація OER і PBL надає практикоорієнтованості з керованим навантаженням викладача та гнучкою підтримкою студентів, тоді як політики і контрольні механізми забезпечують етичність, інклюзивність і відповідність стандартам. Подальші розробки мають бути спрямовані на покращення сумісності ІІ-генерованих 3D-моделей з параметричними САД-процесами та розширення бібліотек перевірок для виробничих сценаріїв.

УДК 004.896:004.4'42:378.147

Ковалевський С.В., Мельник С.В., Сорока М.О. (Донбаська державна інженерна академія, Краматорськ–Вінниця, Україна)

ІНТЕРАКТИВНИЙ АСИСТЕНТ ІКС ЯК ЦИФРОВИЙ ІНСТРУМЕНТ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ МАЙБУТНЬОГО

Анотація. У статті представлено результати розроблення та впровадження Інтерактивного асистента ІКС — інтелектуальної системи підтримки навчального процесу для підготовки інженерів у галузі інтелектуальних керуючих систем. Асистент реалізує принципи адаптивного навчання, цифрового двійництва, симуляційного моделювання та діалогової взаємодії студента з навчальними моделями. Описано архітектуру асистента, що включає ядро знань, мовний інтерфейс на основі GPT-моделі, інтеграційні модулі з САД/САЕ-середовищами та аналітичний блок моніторингу прогресу. Впровадження системи у навчальний процес Донбаської державної інженерної академії показало скорочення часу підготовки до лабораторних занять, зростання самостійності здобувачів і підвищення якості експериментальних робіт. Розробка ІКС-асистента відповідає сучасним концепціям освіти 4.0, інтегруючи когнітивні, методологічні й технологічні складові для формування дослідницьких компетентностей інженерів майбутнього.

Ключові слова: штучний інтелект, цифровий асистент, інтелектуальні керуючі системи, цифровий двійник, САД/САЕ, освіта 4.0, адаптивне навчання, симуляція.

Abstract The article presents the development and implementation results of the Interactive ICS Assistant – an intelligent learning support system designed for engineering education in the field of intelligent control systems. The assistant applies the principles of adaptive learning, digital twin technology, simulation modeling, and natural language interaction with educational models. The architecture includes a knowledge core, a GPT-based language interface, CAD/CAE integration modules, and an analytics block for progress tracking. Implementation in the educational process of Donbas State Engineering Academy demonstrated a 30–40% reduction in preparation time for laboratory classes, increased student autonomy, and improved quality of experimental projects. The ICS Assistant reflects the principles of Education 4.0 by integrating cognitive, methodological, and technological dimensions to foster research and engineering competencies of future professionals.

Keywords: artificial intelligence, digital assistant, intelligent control systems, digital twin, CAD/CAE, Education 4.0, adaptive learning, simulation.

1. Вступ

Освітній простір XXI століття потребує не лише модернізації інструментів, а й нового підходу до взаємодії людини з знаннями. У галузі технічних наук, де кожна навчальна задача може бути перетворена у цифровий експеримент, використання штучного інтелекту відкриває можливості для персоналізованого навчання, дослідницького мислення та створення цифрових лабораторій.

У цьому контексті створено Інтерактивного асистента ІКС (ICS Assistant) — інтелектуальний цифровий помічник, який поєднує можливості генеративних моделей ШІ, хмарних освітніх платформ, CAD/CAE-середовищ та лабораторних симуляторів для підтримки циклу навчання *від лекції до наукового дослідження*.

2. Мета і завдання дослідження

Метою проєкту є розроблення інтерактивного асистента навчальної дисципліни «Інтелектуальні керуючі системи», здатного:

- адаптувати навчальний контент до рівня підготовки студента;
- генерувати завдання, тести, лабораторні інструкції;
- забезпечувати інтеграцію з цифровими моделями і симуляціями;
- підтримувати дослідницькі проєкти, в тому числі аспірантські;
- виступати засобом самооцінювання та аналітики навчальних

результатів.

У процесі створення ІКС-асистента використовувалася методологія цифрового двійництва навчального процесу, коли кожен елемент освітньої діяльності (завдання, експеримент, лабораторія) має свою цифрову копію у віртуальному середовищі.

3. Архітектура та технологічна основа асистента

Інтерактивний асистент побудовано на модульній архітектурі, яка складається з:

- ядра знань дисципліни (база лекцій, лабораторних робіт, бібліографія, стандартні алгоритми керування, моделі систем автоматизації);
- мовного інтерфейсу на основі GPT-моделі, який дозволяє вести діалог природною мовою, розуміти контекст навчальної ситуації та генерувати пояснення;
- інтеграційного модуля з CAD/CAE-середовищами (SolidWorks, MATLAB/Simulink, Ansys, Deductor), що дозволяє працювати з моделями у режимі симуляції;
- аналітичного блоку, який відстежує прогрес користувача, пропонує рекомендації, формує індивідуальні траєкторії.

Система розгортається у хмарній інфраструктурі, що дозволяє масштабувати її під різні рівні користувачів: *бакалавр – магістр – аспірант*.

4. Освітній контекст та інтеграція у навчальний процес

Асистент ІКС упроваджено в освітній процес Донбаської державної інженерної академії у межах курсу «Інтелектуальні керуючі системи». Під час навчання студенти використовують його для:

- підготовки до лабораторних занять (пошук формул, моделей, алгоритмів);
- розроблення структурних схем систем керування;
- аналізу експериментальних даних з гідравлічних, електричних та мехатронних систем;
- моделювання цифрових двійників у MATLAB та Python;
- підготовки наукових звітів і презентацій.

Аспіранти, застосували ІКС-асистента як інструмент попереднього моделювання систем штучного інтелекту для промислових маніпуляторів і систем точного керування, що дало змогу скоротити цикл експериментального відпрацювання.

5. Методологічні принципи

Ключовими методологічними орієнтирами стали:

- принцип інтеграції людина – машина – знання, де штучний інтелект виступає посередником у засвоєнні складних технічних концепцій;
- адаптивність і самоорганізація навчання, що реалізується через обробку індивідуальних запитів студентів;
- візуалізація мислення – представлення процесів керування у вигляді динамічних моделей, блок-схем, симуляцій;
- використання цифрових двійників для перевірки гіпотез, проектування експериментів, і навіть оцінки якості навчання.

Такі підходи відповідають сучасним тенденціям Європейського простору вищої освіти (ЕНЕА) щодо компетентнісного підходу та навчання через дослідження (*learning by research*).

6. Практичні результати

У ході апробації асистента отримано такі результати:

- скорочено час підготовки студентів до лабораторних занять на 30–40 %;
- збільшено частку самостійної дослідницької роботи;
- реалізовано систему оцінювання, що формує аналітичні карти компетентностей;
- створено прототип віртуальної лабораторії ІКС-Lab, яка взаємодіє з асистентом через API та дозволяє виконувати експерименти у реальному часі;
- підготовлено понад 15 індивідуальних досліджень, захищених у вигляді наукових звітів і магістерських робіт.

7. Обговорення результатів і перспективи розвитку

Використання ІКС-асистента демонструє, що штучний інтелект у навчанні не замінює викладача, а посилює його роль як куратора знань. Така система стає частиною освітньої екосистеми «Академії дослідників штучного інтелекту» (АДШІ), що об'єднує учнів, студентів і науковців різного рівня.

Подальший розвиток передбачає:

- створення повноцінного цифрового двійника освітнього процесу ІКС;
- інтеграцію із системами Moodle, Miro, Canva, ChatGPT та внутрішнім репозитарієм навчальних моделей;
- використання принципів EdTech-гейміфікації та генеративного навчання;

- формування міжнародних партнерств для дослідження етичних аспектів ІІІ в освіті.

8. Висновки

Інтерактивний асистент ІКС довів свою ефективність як інструмент підтримки інженерної освіти нового покоління, що поєднує когнітивні, технологічні й методологічні компоненти. Його впровадження сприяє розвитку цифрової культури, формуванню дослідницьких компетентностей, підвищенню якості підготовки фахівців і водночас створює платформу для міждисциплінарних досліджень у сфері штучного інтелекту, мехатроніки та управління.

УДК 796.015.132:378.147:004.932

Кошева Л.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ПРОФЕСІЙНА ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВИКЛАДАЧІВ СПОРТУ ТА ФІТНЕС-ТРЕНЕРІВ: КОМПЕТЕНТІСНА МОДЕЛЬ, ЦИФРОВІ ІНСТРУМЕНТИ Й АВТЕНТИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ.

Анотація. У статті розглянуто сучасні підходи до професійної підготовки майбутніх викладачів спорту та фітнестренерів у контексті цифровізації освіти та компетентнісного підходу. На основі досвіду кафедри фізичного виховання і спорту ДДМА розроблено компетентнісну модель, що включає предметно-методичний, психолого-педагогічний, цифрово-аналітичний та етико-правовий блоки. Показано, як інтеграція цих компонентів у навчальні курси («Теорія і методика викладання легкої атлетики», «Оздоровчий фітнес», «Фізичне виховання») формує у студентів ключові компетентності, необхідні для ефективної професійної діяльності. Проаналізовано роль цифрових інструментів (wearables, відеоаналіз, електронні щоденники, чат-платформи) у навчанні, моніторингу та комунікації. Запропоновано систему автентичного оцінювання, яка поєднує нормативи, портфоліо, кейси, відеоаналіз і публічні захисти. Окреслено дорожню карту розвитку програми підготовки, спрямовану на підвищення якості освіти, безпеки та працевлаштованості випускників.

Ключові слова: фізична культура, фітнес, професійна освіта, компетентнісний підхід, цифрові технології, автентичне оцінювання, доброчесність, безпека.

Abstract. The article discusses modern approaches to professional training of future sports teachers and fitness coaches in the context of educational digitalization and competence-based learning. Based on the experience of the Department of Physical Education and Sport at DSEA, a competence model has been developed, comprising four components: subject-methodological, psychological-pedagogical, digital-analytical, and ethical-legal. Integration of these components into courses ("Theory and Methods of Teaching Athletics," "Health Fitness," "Physical Education") forms the key professional competences required for modern educators. The study highlights the role of digital tools (wearables, video analysis, electronic training diaries, and chat platforms) in learning, monitoring, and communication. An authentic assessment system combining standards, portfolios, case studies, video analysis, and public defenses is proposed. A one-year roadmap for enhancing curricula aims to improve education quality, learner safety, and graduate employability.

Keywords: physical education, fitness, professional training, competence-based approach, digital tools, authentic assessment, academic integrity, safety.

Вступ. Професійна підготовка спортивних педагогів та фітнестренерів сьогодні вимагає поєднання класичної методики, цифрових інструментів і практикоорієнтованого оцінювання. Мета — сформувати компетентного фахівця, який здатний працювати з різними контингентами здобувачів освіти і клієнтів у мінливому соціально-економічному середовищі.

Розроблена в ДДМА компетентна модель включає чотири блоки:

1. предметно-методичний — теорія і методика спорту, фітнес, періодизація;
2. психолого-педагогічний — мотивація, інклюзія, безпечне середовище;
3. цифрово-аналітичний — моніторинг навантажень, відеоаналіз, електронні щоденники;
4. етико-правовий — академічна доброчесність, чесність у тестуванні, захист персональних даних.

Інтеграція цих блоків забезпечується через навчальні курси, методичні матеріали і практичні завдання.

У ДДМА апробовано поетапну модель: традиційна, секційна, індивідуальна. Секційна модель дозволяє студентам обрати спеціалізацію, розвинути навички управління групою і планування тренувань. Індивідуальна траєкторія створює умови для роботи з особами, які мають медичні обмеження, і готує до діяльності у сфері рекреації та реабілітації.

В освітній процес упроваджено wearables, мобільні застосунки для моніторингу фізіологічних показників, відеоаналіз техніки, електронні журнали та комунікаційні платформи. Особлива увага приділяється безпеці персональних даних і етичному інформуванню здобувачів.

Система оцінювання поєднує контрольні нормативи з портфоліо практичних робіт, відеоаналізом техніки, кейс-завданнями, публічними майстер-класами й захистом тренувальних програм. Такі підходи забезпечують реальне відображення компетентностей здобувачів.

Посібник «Історія фізичної культури» виступає інструментом формування світоглядних орієнтирів і професійної ідентичності, допомагаючи критично оцінювати сучасні тенденції та науково обґрунтовувати методики.

Організаційно-управлінські компетентності формуються через участь у спортивних заходах, змаганнях, волонтерських проектах, що імітують умови майбутньої професійної діяльності.

Дорожня карта оновлення програми передбачає шість кроків: оновлення силабусів, запуск міністажувань, створення відеорепозиторію, впровадження етичних чеклистів, проведення майстер-класів і незалежний аудит результатів.

Висновки. Компетентнісна модель та цифрові інструменти підготовки спортивних педагогів і фітнестренерів забезпечують формування висококваліфікованого фахівця, здатного діяти професійно, етично та інноваційно у сучасному цифровому середовищі.

УДК 378.147.88

Кравченко В.І., Филипенко Б.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ПРАКТИКООРІЄНТОВАНЕ ДИПЛОМУВАННЯ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.

Анотація. Описано застосування методики практикоорієнтованого дипломування як одного з видів індивідуальної наукової діяльності студентів. Подано приклад дослідження та розробки автоматизованого робочого місця (АРМ) адміністратора туристичної агенції із застосуванням методології SADT. Підкреслено, що практикоорієнтований підхід забезпечує формування у

студентів дослідницьких, технічних та аналітичних компетентностей, а також сприяє інтеграції навчання з реальним виробничим середовищем.

Ключові слова: студент, дипломування, дослідження, АРМ, адміністратор, SADT.

Abstract. The paper describes the application of the practice-oriented diploma methodology as a type of individual scientific activity of students. An example of research and development of a travel agency administrator's automated workstation (AWS) using the SADT methodology is provided. The study emphasizes that practice-oriented learning fosters the development of students' research, technical, and analytical skills and contributes to the integration of education with real professional practice.

Keywords: student, diploma, research, workstation, administrator, SADT.

Вступ. Навчання є базовою потребою молодшої людини, яка отримавши початкову середню або технічну освіту для подальшого життєвого успіху бажає отримати вищу фахову кваліфікацію. Для машинобудівного вищого навчального закладу набуття такої кваліфікації до недавнього часу співпадало з потребами важкого машинобудування. Це знаходило своє відображення в тематиці курсових робіт та проектів, бакалаврських та магістерських випускних робіт, а також виробничої практики. Але в сучасних умовах віддаленого доступу до навчальних ресурсів, розкиданістю студентів територіально та їхньою роботою в галузях далеких від машинобудування актуальною становиться проблема навчання практично орієнтованого на запити конкретного робочого місця перебування студентів.

Методика. Суть справи полягає в тому, що в таких випадках студенти не мають базових знань, пов'язаних з їх робочим місцем і методично, дипломування слід вести з позицій загально системного підходу [1]. З огляду на це, процес дипломування слід розглядати як індивідуальне наукове дослідження з виконанням усіх його стадій - аналітичної та оперативної [2]. На аналітичній стадії проводиться уточнення задачі, огляд літературних джерел та аналогів по даному напрямку, а на оперативній - практична реалізація поставлених завдань.

Результати. Розглянемо застосування даної методики на прикладі підготовки кваліфікаційної роботи бакалавра на тему «Проект автоматизованого робочого місця адміністратора туристичної агенції».

Метою роботи є підвищення ефективності обслуговування клієнтів та забезпечення інтеграції з іншими системами, шляхом створення відповідного автоматизованого робочого місця (АРМ) адміністратора туристичної агенції.

Основні завдання роботи:

- провести аналіз предметної області та існуючих аналогів інформаційних систем для туристичних агенцій;
- дослідити інформаційні потоки на робочому адміністратора і побудувати інформаційну модель обробки заявок клієнтів;
- дослідити існуючі засоби розробки програм і обґрунтувати вибір засобу для розробки АРМ.
- спроектувати та розробити програмне забезпечення АРМ адміністратора.

Результатом аналізу предметної області і досліджень інформаційних потоків на робочому місці адміністратора стала розробка інформаційної моделі обробки заявок клієнтів. Діяльність адміністратора представляється за допомогою SADT методології, розробленої для того, щоб визначити вимоги до програмного продукту.

Контекстна структурно-функціональна модель - діаграма нульового рівня "Автоматизація робочого місця адміністратора туристичної агенції" представлена на рисунку 1.

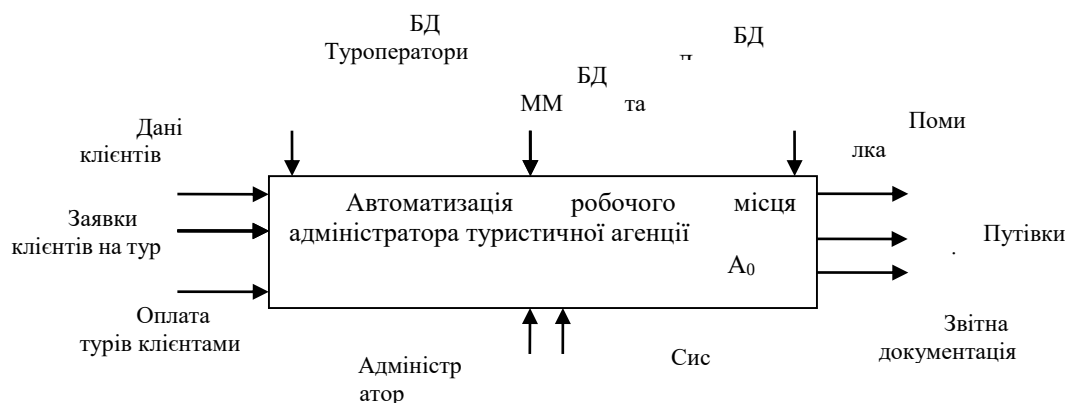


Рис. 1 - Інформаційна модель рівня A₀ бізнес-діяльності адміністратора турагенції

У таблиці наведено опис контекстної структурно-функціональної діаграми нульового рівня процесу "АРМ адміністратора туристичної агенції".

Таблиця - Опис контекстної структурно-функціональної діаграми рисунка 1

Вхідні дані	Керування	Виконавець	Вихідні дані
1) Дані клієнтів (ПІБ, адреса, телефон і т.п.) 2) Заявки клієнтів на тур (країна, місто, готель і т.п.) 3) Оплата турів клієнтами (платіжні реквізити клієнтів, факт оплати)	1) БД Туроператори (назви, види турів, ціни, коди доступу і т.п.) 2) БД ММ (формули та алгоритми розрахунку з клієнтами і туроператорами) 3) БД Документ (макети форм з документообігу турагенції)	1) Адміністратор 2) Система	1) Помилка (інформація про місце і причину збоїв, обумовлених технічним, або людським фактором) 2) Путівки клієнтам 3) Звітна документація (туроператорам, фінансова, керівництву, інспекціям)

Дослідження існуючих засобів розробки програм виконувалось за декількома критеріями і відповідними математичними моделями і показало, що для програмування програмного забезпечення АРМ адміністратора турагенції доцільно використовувати технології ASP.NET Core MVC та Entity Framework Core. Ці технології забезпечують модульну архітектуру, високу продуктивність і легкість розширення функціоналу. Фрагмент робочого коду АРМ представлено на рис.2.

```

1  {
2    "Logging": {
3      "LogLevel": {
4        "Default": "Information",
5        "Microsoft.AspNetCore": "Warning"
6      }
7    },
8    "AllowedHosts": "*",
9    "ConnectionStrings": {
10     "DefaultConnection": "Server=26.85.81.186;Database=TravelAgencyDB;User Id=sa;Password=p_*****;TrustServerCertificate=True;Encrypt=False"
11   }
12 }
13

```

Рис. 2 – Файл конфігурації АРМ з параметрами підключення

Окремим модулем є система перегляду та обробки бронювань адміністратором. Після створення заявки вона доступна в панелі адміністратора, де її можна переглянути, відредагувати або експортувати в PDF чи Excel.

На рис.3 показано вигляд системи на моніторі з боку клієнта.

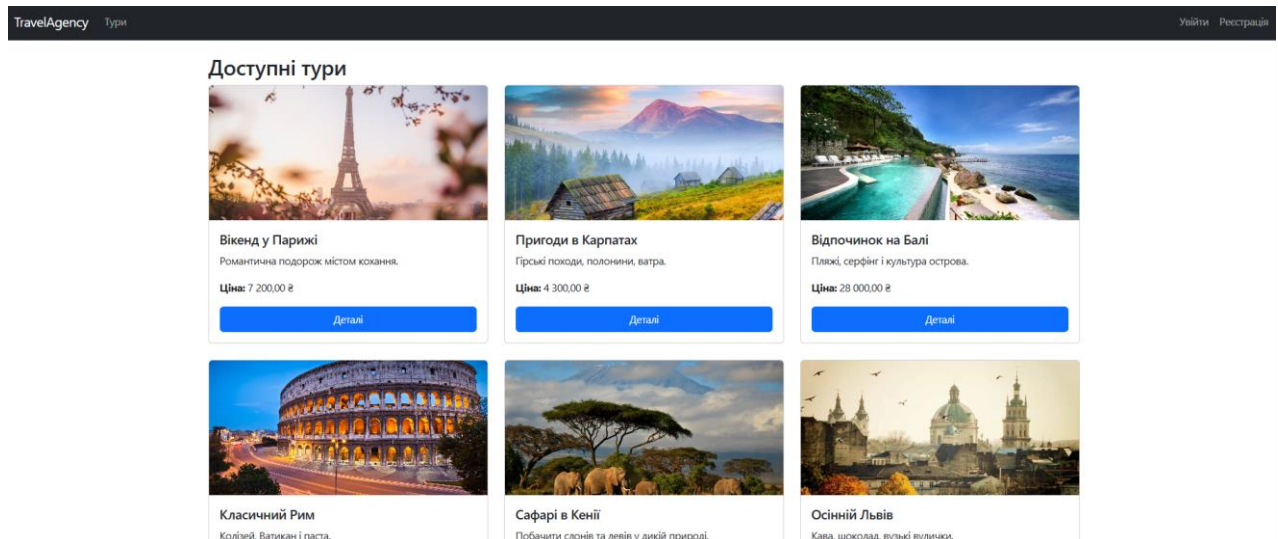


Рис.3 – Інтерфейс АРМ і візуальні закладки турів для клієнта

Після створення бронювання користувачем, усі дані автоматично зберігаються в БД і стають доступними для перегляду адміністраторам через внутрішню панель керування.

Висновки. Практикоорієнтоване дипломування, яке виконується як індивідуальне наукове дослідження є перспективним засобом отримання практичного результату на конкретному робочому місці дипломанта.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Кустовська О. В. *Методологія системного підходу та наукових досліджень: Курс лекцій.* – Тернопіль: Економічна думка, 2005. – 124 с.
2. *Основи технічної творчості та наукових досліджень : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни / укл. : Е. П. Грибков, В. Л. Аносов.* – Краматорськ : ДДМА, 2020.

УДК 372.862

Кремнев Г. П., Наддачин В. Б. (Національний університет «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна), **Новіков Ф. В.** (Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця, м. Харків, Україна).

РОЗВИТОК МОТИВАЦІЙ НАВЧАННЯ ЧЕРЕЗ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ІГОР.

Анотація. У статті розглянуто способи мотивації студентів технічних спеціальностей закладів вищої освіти до вивчення навчальних дисциплін під час лекційних і практичних занять, створення необхідних умов мотивації, а також її розвиток через тестування на різних етапах

навчального процесу та вдосконалення за допомогою технологічних ігор. Надано класифікацію та характеристику технологічних ігор на прикладі спеціальності технологічного профілю. Розкрито підходи до формування мотиваційного середовища, методик впровадження навчально-технологічних ігор, визначено їхній потенціал у підвищенні зацікавленості студентів і якості освітнього процесу.

Ключові слова: мотивація, умови мотивації, тестування, технологічні ігри.

Abstract. The article examines ways to motivate university students majoring in technical fields to study coursework in lectures and practical classes, create the necessary motivational conditions, and develop motivation through testing at various stages of the educational process and by using technological games. A classification and characterization of technological games are provided using the example of a technological specialty. The study outlines methods for integrating educational games into the curriculum to enhance learning engagement and develop professional competencies among engineering students.

Keywords: motivation, motivational conditions, testing, technological games.

Вступ. Пошук – це карма людини. Його перші кроки – пошук їжі, житла, безпеки – це історія глибини тисяч років. Сьогодні у житті інші орієнтири та умови, і люди ведуть інший пошук. Їжа, житло та безпека просто змінили свої обкладинки, але залишилися і будуть із людиною і далі.

Пошук іде з нами в одному фізичному тілі все наше життя. Якесь модель поведінки в суспільстві, вона різна в інших суспільствах та країнах, колись виробила один із постулатів: твоє місце в житті суттєво змінюється за наявності освіти та професії. Звідси йдуть пошуки при здобутті освіти та виборі професії.

Перед дитиною стоїть завдання – здобути базову освіту, перед юнаком – знайти та здобути професію.

Перші пошуки в освіті – це вивчення та розуміння загальних законів, за якими живе світ, суспільство та люди в ньому, у твоїй країні та за її межами, навіть якщо за ці межі ти ніколи не потрапиш. Вікіпедія називає цифру – 23% наших співгромадян виїжджає за кордон. А решті справи немає до нього? Ні, знати, що там відбувається і шукати все хороше в цьому і дещо погане слідує всім, а особиста присутність – це категорія шукачів. Вона не довіряє розповіді, інтернету, а своїм враженням – 100%. У цій категорії є шукачі добра та справедливості, їх мало, але, головне, треба їх не втратити, не зробити їх скептиками чи анархістами.

Можливо, це невелика помилка, але приблизно чверть людей хоче, саме хоче, здобути професію, тобто шукає те, чим займатиметься роки далі на свій вибір. Частина, що залишилася, отримує також професію, але з чужого вибору, підказки та інших причин, зовсім уже одиниці сьогодні залишаються за бортом.

У перших є мотивація, в інших швидше її немає, можливо, щось прокинеться пізніше.

І раніше, і сьогодні на вході до приймальних комісій навчальних закладів, нормальних, не творчих спеціальностей, питання пошуку та мотивації ніхто не ставив, всі складали іспити, їхні особи на цих іспитах можна було побачити і навіть скласти попередню думку хоча б про деяких із цих людей.

Наразі йде ЗНО, а по інтернету подання документів та конкурс електронних даних. Навіть цих деяких абітурієнтів стало неможливо виділити із загального потоку. Усіх, хто пройшов конкурс, зараховуємо, і вони прийшли на свої заняття. За кожною спеціальністю є набір предметів та склад викладачів їх провідних.

Не ставили чомусь раніше собі питання, а в нас понад півстоліття стажу роботи викладача ВНЗ: як у потоці 50 осіб (це дві групи студентів) виявити мотивованих? Вони ж ніде не засвітилися, нічого не написали про себе?

За умовчанням, припустимо, що всі 50 людей ведуть пошук – пошук своєї спеціальності і ніхто з них помилково не вибрав не той номер. Відомі ряд прикладів, коли

під впливом свого друга хтось здав документи до ВНЗ, склав іспити та потрапив до списку студентів. Друга в цей ВНЗ щось вабило, а цього попутника – друг. І вибір на все життя?

Постановка проблеми. У кожній спеціальності бакалавра є десь 35 навчальних дисциплін. 12 із них – це дисципліни за спеціальністю, інші – загальнонаукові, загальнотехнічні та соціально-політичні. Не ставитимемо під сумнів значущість у житті вузівського фахівця цих 23 дисциплін. Але мотивація, якщо раптом відкриється на якійсь із них, прикрасить якимось людиною, але не додасть їй професіоналізму. Значить, мотивацію потрібно шукати у її носія на 12 предметах, знаходити, і за відсутності її там розвивати. Логічно. Це має робити викладач чи колектив кафедри, тобто, шукати мотивацію, вміти знаходити її та розвивати чи формувати та розвивати повинен викладач. Інших осіб у ВНЗ для цього у штаті немає. Поки що ні. Винесемо за дужки мотивацію самого викладача. Нехай вона є у цій абстрактній для наших міркувань людині, тобто він хоче і здатний на якісь дії з мотивації студентів при контактах з ними у будь-якій формі занять і навіть поза аудиторіями.

Що могло привести людину з вулиці чи з Інтернету до приймальної комісії ВНЗ із зазначенням їм номера спеціальності до порога ВНЗ?

1. Цікавість та допитливість, інтерес до чогось за фахом та бажання дізнатися щось нове.
2. Прагнення глибше влізти у вже знайоме середовище чи справу.
3. Досвід та підказка членів сім'ї або довірених осіб, думка яких не підлягає сумнівам.
4. Престижна освіта у статусному ВНЗ.
5. Потреба спілкування та бажання мати нові знання.
6. Борг перед батьками: ти зобов'язаний здобути саме цю освіту і відмовитися не можна.
7. Можливість уникнути служби в армії.
8. Знайома тусовка, вид спорту, якісь вторинні, поза фахом, інтереси у цьому ВНЗ.

Аналіз п.п. 1-8, які числом можуть зрости, це не догма, показує, що особи з п.п. 1, 2 вже мають мотивацію та її потрібно підтримувати, розвивати, удосконалювати.

З п.п. 3-8 випливає, що вони в будь-якому іншому ВНЗ, в іншому місті та на іншій спеціальності були б у цьому ж списку, правда, п. 4 може бути строго в одному місці та за наявності необхідних сум на твоєму рахунку або батьків.

Результат чисто арифметично: 25% прийшли з чимось, 75% прийшли просто без тієї мети, яку ставить собі кафедра, що випускає, відкриваючи спеціальність у цьому ВНЗ. Мета кафедри підготувати бакалавра та магістра відповідно до вимог стандартів освіти та ОКХ спеціальності так, щоб він був затребуваний на ринку праці.

Методика. У нормальний, мирний час перше знайомство з новим набором розпочинається 1 вересня, якщо не падає на вихідні. Хто перший має сказати щось і зробити перший крок до мотивації нових людей? Досвід завідування профільною кафедрою одного з авторів чітко дає відповідь: саме завідувач кафедри, яка буде студенту у всі роки навчання головною, можливо, і після навчання продовжить щось додавати.

Програмне мовлення начальника кафедри має відкрити її слухачам місце спеціальності у структурі освіти, її господарське, економічне та соціальне значення, престижність та популярність. У низці робочих навчальних планів (РНП) бакалавра є предмет «Вступ до спеціальності». За його наявності в РНП ця перша мова, програмна, по суті, це перша лекція курсу. Якщо цю першу мову вестиме просто викладач, то її значущість у постановці мети на весь термін навчання знизиться і мотивація у 75% аудиторії може не з'явитися. Чомусь здається, що читати «Вступ до спеціальності» — це обов'язок завідувача кафедри.

Якщо кафедра має у своєму розпорядженні золотий фонд своїх вихованців – директора, головні фахівці, то живий приклад на трибуні, а ще й з доброю промовою, це

запорука, що з першого дня в чийсь душі залишиться слід. Цей лектор зміг щось зробити, зможу і Я. Дивимось, у США на випускний урочистий захід до ВНЗ запрошено їхнього випускника, який досяг якихось висот, він дає напуття вже готовому продукту – фахівцю. Ця процедура запам'ятовується. Чому б її не поділити на дві частини: перша – поставити мету на навчання; друга – ціль чи цілі після неї. Чисто матеріально це починання без оплати, але з далекосяжними наслідками.

Курс «Вступ до спеціальності» крім свого прямого призначення – відкрити широко обрій новачкові, який дуже далекий поки що від того, що він матиме чотири роки по тому, ще й повинен йому показати зв'язки його спеціальності з іншими, зв'язки предметів спеціальності один з одним, зв'язки предметів загальнотехнічних зі спеціальними курсами. На перших кроках вже має бути в голову студента зроблено посил: вища математика тобі потрібна тому, що в такому-то спецкурсі вона формує здатність вести розрахунки, робити моделі і інше. Ті ж адреси мають хімія, фізика та інші загальнонаукові та загальнотехнічні цикли.

Перші лекції з введення в спеціальність – це лекції за місцем вищої математики, фізики, хімії та інших предметів у твоїх спеціальних дисциплінах та професійних діях. Тут необхідно мотивувати першокурсника вивчати не предмети спеціальності, а начебто чужі йому дисципліни. Якщо розкрити хоча б на одному – двох прикладах зв'язки загальнотехнічних дисциплін зі спеціальними, то хоч і мала мотивація, але може з'явитися. У цьому ж курсі на перших лекціях студент має отримати інструкцію про те, як вести свій конспект – письмовий конспект. Студент повинен здобути навичку: з потоку інформації виділити головне, щось фіксувати, відзначати закони та правила, вони є у всіх курсах лекцій, і головні – ключові положення та зв'язки між подіями. Краще один раз побачити, ніж сім разів почути! Це до того, що смартфон, звичайно, лектора запише, але вдруге слухати – немає часу, і в пам'яті від записаного матеріалу слід міцніший, ніж від почутого. Технічного фахівця вже на перших лекціях необхідно мотивувати викладати чужі та свої думки на папері лаконічно, для себе зрозуміло і так, щоб при повторному читанні з малої кількості слів складалася загальніша картина події. Ключові слова, терміни, позначення та пояснення – цьому потрібно з перших кроків навчати, школа цього не дає. Чуда електроніки пам'яті студенту в цій ситуації не допоможуть. Посилання на те, що диктофон запише, а штучний інтелект (ШІ) передасть пізніше електронний запис користувачеві має бути відкинуто спочатку. Про це згодом. Мотивація вести конспект – це шлях формування стійкої навички – коротко викладати думки і на папері залишати головний посил – ядро інформаційного повідомлення.

Без книги, підручника, довідника не може бути фахівця сьогодні. Мотивації мати з ними справу треба навчати бакалавра на перших кроках. Необхідно принести на лекцію підручник за спеціальністю, пару довідників, якими він через два роки починатиме користуватися, і показати їх вміст, змусити засунути ніс у зміст, терміни, поняття та спробувати переконати людей у необхідності ними користуватися у паперовому чи електронному варіанті. Починати цьому вчити потрібно на прикладах майбутньої спеціальності, а до цього будуть ще й приклади загальнотехнічних та загальнонаукових дисциплін, у яких їхні викладачі мають мотивувати роботу з джерелами. В епоху збільшення обсягу самостійної роботи студента його потрібно на кожному кроці, прикладі, вчити та мотивувати його крок звернутися до першоджерела чи довідника. Можна видати кожному студенту за модулем курсу тему реферату, побудовану на першоджерелі: підручник, навчальний посібник чи довідник. Воно могло б бути обсягом 4000 знаків. Це завдання може бути малюнком, схемою, формулою та інше з цього джерела. Його слід знайти, описати та дати офіційне трактування. У цьому об'єкті слід виділити хоча б один параметр, деталь, з'єднання деталей, яке слід пояснити своїми словами. Нехай тема реферату буде «За наведеним малюнком токарного верстата дайте його опис та приклад технічної

характеристики якоїсь його марки та розкрийте Ваше розуміння наявності у ньому супорта та його функцій». Хай шукає верстат і наводить свої міркування!

Реферат з модуля або просто здавання модуля – це різні оцінки: перша вище. Адже можна завдання на реферати з модулів так скласти, щоб із кількох їх впливала вже більша величина. На першому модулі була картинка токарного верстата, на другому буде його кінематика, на третьому - методи обробки деталей типу циліндрів, на наступному - вартість обробки типової деталі з довідника при її ремонті (всього 1 шт.). До кінця курсу у цього студента може раптом з'явитися мотивація з токарної обробки, а до її спеціальної частини ще рік навчання, а мотивація вже може з'явитися. Інший приклад: сьогодні на слуху у молодих скрізь роботи: на виробництві, у транспорті, у побуті. Нехай вони спробують свої ідеї використання роботів докласти якихось завдань спеціальності. А ця тема може бути від першого до четвертого курсу йти в ногу, а на виході раптом дозріє щось нове у випускній роботі бакалавра, пов'язане з роботами. Проблем – хоч греблю гати, але починати потрібно з перших кроків. На початку – прості описи, пізніше – місце та зв'язки об'єкта тощо.

Курс «Вступ до спеціальності», крім його головних цілей, повинен мотивувати студента писати реферати з професійних питань та тем і вести паперовий конспект. Вік електроніки не скасував паперову форму документообігу, а конспект лекцій – це його важлива частина. Для механіки наявність графічної та текстової інформації на робочому місці на найближчі роки обов'язковий атрибут виробництва, тому вивчати та мотивувати вести конспект – це запорука того, що зможе перейти до складання протоколів, звітів, пояснювальних записок, які будуть далі на другому – четвертому курсі.

Ведення особисто, регулярно конспекту – це частина оцінки студента на модулі, яке наявність на іспиті – частина готової оцінки цьому екзаміні. Денна форма навчання апіорі передбачає обов'язковість відвідування занять, а результат – конспект студента. Посилання на наявність конспекту викладача чи підручник не повинні обговорюватись.

Конспект – це мотивація навчити вести документи, звіти і крапка! Мотивація з конспекту та рефератів – це перший крок профілюючої кафедри активізувати роботу студента, у школі цієї схильності не формували.

У курсах фізики, хімії та інших студента швидше за все мотивують вести протоколи їхніх лабораторних робіт, а це теж форма документа майбутнього фахівця, і вона має бути знайома з перших кроків.

Вік електроніки привніс у наше життя формалізацію багатьох її рис. Наявність або відсутність усього точки, може закрити вхід і зупинити будь-який процес, тому мотивація вести документи, які все життя йдуть зі спеціалістом, це важливий момент роботи зі студентом з перших його кроків. Це не бюрократія! Це формалізація, тобто життя за певними формами. Життя студента – за протоколами, рефератами, конспектами на початку, а далі будуть проекти та інше, але мотивація має бути закладена відразу.

Друга особа цієї мотивації – постійна та систематична робота та постійний контроль за ходом цієї роботи. Найпростіше організувати постійний контроль – це тестування на вході та виході. Студент зайшов до лабораторії і на вході здав тест, виконав якесь завдання – підсумковий тест: чи має, чи зайшло? Прослухав модуль з курсу лекцій – тести з модуля, а на іспиті – тестовий іспит та сумарна оцінка. Наш підхід до тестового оцінювання на іспиті такий. Письмова відповідь за тестовим білетом – це 75% оцінки. Тестування з модулів та інших видів занять – 15% оцінки. Ведення конспекту та відвідування занять – 10%. Якщо ти не відвідував заняття, але склав у повному обсязі тестовий іспит, то отримаєш 75 балів. Якщо ти по квитку отримав 60 балів, відвідував усі заняття та здав модулі з усіх занять, твоя оцінка буде $60 + 25 = 85$ балів. Систематично працював – гарна оцінка на іспиті! Модулі оцінюють систематичність роботи студента, його постійну мотивацію накопичувати знання, і вони повинні мати свою вагу у підсумковій оцінці.

При всій привабливості модульного контролю може бути і таке: студент здав модуль на вході ~ 50% і щось на виході ~ 50%, а зміст заняття списав у сусіда, тобто. на занятті

займався не навчальним матеріалом, а іншими справами. Таке явище є постійно, тому що в групі ми маємо 25% мотивованих людей і 75% - інших. За формою все дотримано: с'як-так здав модулі, підсунув протокол не своєї проби, а знань не отримав. Як мотивувати масу цих 75% займатися саме темою заняття: виконати своїми руками розрахунки, виміри, проби та інше. Лекційні заняття обсягом годин становлять десь 35%, інші види аудиторних занять до 50%. Якщо на лекції мотивацію можна ініціювати через конспект лекцій та модулі з курсу, то на лабораторно-практичних заняттях, як ми вже зазначили, можна пройти повз. Як же побудувати ці заняття, щоб був добрий підсумок. Часто лабораторні заняття проводять бригадами: кілька чоловік на стенд, прилад, верстат. Це виправдано з матеріальної бази ВНЗ, але у бригадній формі немає мотивації у всіх її членів хотіти працювати. Один – два працюють, решта копіює чужий результат. Гуртове – чортове. Мотивацію на практичних, лабораторних роботах та семінарах можна сформулювати та розвинути через створення ігор – занять.

Результати. Процес гри в різних її видах покроковий, а в кінці - останній крок - це підсумок - результат, або очки, або бали, або приз. І ось цей підсумковий крок нам подав натяк, що в процесі навчання, а він також складається з певних кроків, ми формуємо оцінку – кількість балів.

Чи можна процес навчання назвати грою?

Ділові ігри, штабні ігри та інші їх варіанти у всіх вже на слуху, але це означає, що навчання та гра не антагоністи, а складники, що доповнюють один одного. Ось тут у авторів відразу ж виникло бажання взяти видані навчальні посібники з різних питань технологій і згадати, як їх створювали, вигадували, складали. Те, що ряд з них добре сприйняли студенти, підказує, що їх можна було б продовжувати використовувати як інформаційну базу, а сам хід заняття спробувати перебудувати в гру.

Так як більшість колишніх напрацювань - це питання технологій, то з'явилася назва - технологічні ігри (Т.І.).

Трохи пізніше з'явилася їхня класифікація, структура, тактика, правила та особливості та два перші випадкові приклади - поняття: технологічність і норма часу (а це раніше описані заняття) та спроба їх зробити грою, тобто Т.І.

Будь-який процес, зокрема й технологічний, складається з якихось частин, блоків, операцій.

Операція – це зазвичай закінчена частина процесу, що виконується в одному місці й у певних заздалегідь умовах задля досягнення обумовленої мети.

Допустимо, ми бажаємо шматок металу розрізати на дві частини відомого заздалегідь розміру. Ця операція може бути виконана масою варіантів, але виберемо один: це можна зробити на токарному верстаті різцем. Якщо цей верстат називається токарно-відрізним, то й операція буде токарно-відрізною. Ця операція складатиметься з якихось частин, а вони називаються установи, переустанови, закріплення та переходи основні та допоміжні. Мета операції: велику заготовку розділити на менші заданого розміру та якості, а ще часто і за певний час (а це завжди – гроші!).

Раніше ми все це описували у вказівках із заняття, а наприкінці отримували якийсь результат, припустимо, час цієї токарно-відрізної операції. Один студент приходив з інтересом на таке заняття, а отже, і результат – час був функцією цього інтересу. Цей інтерес у ньому – студенту відкладав десь у пам'яті всі його дії та сам факт – результат. Далі, згодом, з пам'яті міг вивудити цей результат і його повторити, тобто процес навчання був ефективний і його стало можливим використовувати на практиці, під час звичайної інженерної роботи.

А якщо студент прийшов на заняття без інтересу? А таке буває часто-густо! Можливо, в пам'яті щось і відкладеться, але це не гарантія. Як порушити цей інтерес у студента, якщо цього інтересу при вході в аудиторію він не мав?

Створити ситуацію гри! Тобто, заняття побудувати як гру, а в її ході стимулювати появу цього інтересу, а він уже у свою чергу у пам'яті відкладе результат цієї гри.

Скептики одразу кинуть камінь у город: стимули, інтерес та інше? Прийшов на заняття – вчись! Ось цей крок – прийшов на заняття, це ще не бажання вчити та вчитися, а можливо – поспілкуватися, потусуватись, показати себе іншим. А може, це примусова дія – явка на заняття, але при цьому не вчитися на них, а бути присутньою, а далі щось вигадати. Шкільне виховання сьогоднішніх дітей не готує їх вчитися, тобто, накопичувати інформацію, переробляти її та корисну частину використовувати.

Ефективніше цей процес йде в середньотехнічних закладах, хоча б у тому, що якщо потрапив не в той профіль, що до вподоби, то після закінчення цього закладу буде інший ВНЗ. А якщо потрапив за профілем, то чомусь із майбутньої професії тебе навчать, а вже ти у ВНЗ будеш з великою цікавістю ставитися до якихось дисциплін, а до інших – нейтральне ставлення, тобто без інтересу.

Одні дисципліни є якийсь інтерес, інші – ні. А у школяра – скоріше до всіх дисциплін інтересу немає. Значить, цей інтерес потрібно ініціювати викладачеві цієї дисципліни, тому що в аудиторії у нього сидять обидві ці категорії, різні за наявністю інтересу. Гра - це найкращий і економічний сьогодні спосіб отримати цей інтерес на поверхню і не дати йому згаснути. А для цього потрібна не одна, а серія ігор. Ця серія може бути по одній темі, розділу або курсу в цілому і повинна сформулювати різні інтереси: допитливість і широту подання за якоюсь вузькою темою, наполегливість у досягненні мети чи цілей, здатність аналізувати свої перемоги та поразки та вчитися тактиці перемоги. Адже важко чекати в аудиторії добровольців на поразку, швидше всі хочуть перемогти, але, на жаль, не всі цього досягнуть.

У чому ще фішка від навчальних ігор? Це можливість закласти у них нереальні умови. А в нормальному процесі навчання всі умови мають базуватись на реальних технічних ситуаціях. Технолога вчать складати чи проектувати технології на прикладах автомобілів, верстатів, побутових машин та іншого. Можна, звичайно, вчити виготовляти зорельоти, але креслення цих апаратів І. Маск широкому загалу поки що не відкрив, а інші їх розробити ще тільки коли зберуться. А ось у грі можна ставити і не реальні цілі та за рамками цієї реальності. Це все ж таки гра, а не життя, хоча захоплюватися виходом за ці реальні кордони не варто. Адже навчального часу не вистачає навіть на обмежений набір цілей. Але такі ігри – це не заборонений плід, а спосіб показати те, що звичайний фахівець собі не малює у своїй уяві, але можна спробувати.

Отже, гра для розваги та гра для навчання може мати багато спільного, але відрізняється насамперед метою. У першому випадку - витратити час на свій настрій, а в другому - на зміну рівня знань з обов'язковим упором на те, що має потрапити в пам'ять. Якщо ти виграв приз у 25 балів, у пам'яті цей “видатний” результат може не зберегтися. А ось аналіз факту виграшу чи програшу у грі та при програші можливість провести аналіз його результатів і повторна спроба таки виграти – це вже натяк на якийсь слід у пам'яті. Отже, технологічна гра (Т.І.) повинна мати цей аналіз та можливий цикл повторення, якщо буде сенс та час.

Вже є принципова одна розбіжність у двох підходах.

Друга розбіжність – це часові рамки. Кросворд ти можеш розгадувати цілодобово, а навчальний процес – це регламент 2×45 хв., тобто, або 45 хвилин, або 90 хвилин, але це перше припущення. А може бути гра на 15, 20, 25 чи 30 хвилин? Напевно, це можливо, але 2х45 хвилин (або 1х45 хвилин) - це час на одну або дві теми на одне заняття. І раніше вже численні спроби створення не Т.І., а вказівок на окремі теми чи завдання, якимось трудомісткість заняття підганяли під ці цифри 2×45 або 1×45 хвилин. І якщо ми хочемо ці колишні напрацювання зберегти, хоча б як інформаційну базу, то свої перші розробки будуватимемо на цьому тимчасовому інтервалі – тема 2×45 або (1×45)×2 теми.

Свої міркування далі автори сформулювали на базі спеціальності «Комп'ютерне проектування інноваційних технологій», тобто технологічний профіль, або будинок технолога.

А тепер спробуємо збудувати цей будинок: "Дім" «Технологічні ігри», або кілька будинків, тому що тематика у них різна.

1. "Дім" «Я – технолог?»
2. "Дім" «Я – конструктор деталей?»
3. "Дім" «Я – конструктор складальних одиниць?»
4. "Дім" «Я – робот?»
5. "Дім" «Я – метеоролог?»
6. "Дім" «Я – початківець-економіст?»

Цей перелік можна продовжити, а ось знак "?" прибирати не потрібно, бо гра дає відповідь: вже чогось досяг або десь на підході.

У всіх цих будинках може бути і різна стратегія гри:

1. На max (ризикова).
2. На min (обережна).
3. Середня за ризиком (раціональна).
4. Як вийде (випадкова).

Нехай стратегію обирають 2 особи: розробник та гравець.

Перший може видати і всі три варіанти, якщо є бажання та час на розробку, а гравець – вибере за своїм характером.

Ігри можуть бути:

- управлінсько-економічні чи прорахунок наслідків, ризиків, розподіл, торгівля ресурсами;

- навчально-технічні чи освоєння чогось;

- пошукові: чи є початок і кінець, а шляхів багато? То яким шляхом йти?

В іграх заздалегідь відомий результат, а завдання – його шукають у ході рішення!

Зі сказаного раніше нам близькі ігри навчально-технічні або ігри пошукові.

А що у своїй діяльності шукає технолог?

1. Помилку: систематичну, випадкову, сумарну.
2. Результат: метод виготовлення, заготівлю, припуск, режим, норму, вартість.
3. Шлях: МК, ОК, ТТП, УТП.
4. Причину: чому така помилка, чому такий режим, чому такий ТП?
5. Винуватця.

Виходить: що наше життя технолога? Гра! Пошукова у житті та навчально-технічна та пошукова у навчальному процесі.

Це все робитиме у грі його учасник, а викладач? А він хід, результат, оцінку та рекомендації поміщає у конверт, який учасник має право відкрити, коли він отримає свій результат. А далі: хтось виграє, а хтось і ні. Але під час гри, незалежно від її фіналу, він навчається, тобто, повторюючи всі кроки, залишає щось у голові. Якщо ти програв і проаналізував чому це сталося, а ще й повторив спробу з уже заздалегідь прогнозованим виграшем, то залишок буде в голові гравця більшим. Але якщо хтось не виграватиме, а лише весь час в ауті, то інтерес не виникне. Отже, змиримось з тим, що є ті, хто одразу виграв; ті, хто не виграв; ті, хто не виграв, але провів аналіз та ті, хто ще раз ризикнув зіграти на виграш. Останні особи (люди) авторам найбільше до вподоби, але ігри були складені і для них, і для інших.

Дуже важливими кроками є залучення до гри, з нього і розпочинають розробку занять в ігровій формі.

I

Залучення – це насамперед створення інтересу до чогось, у разі – до гри. Головна складова – це мотиваційний вплив на залучення, який здійснюється за допомогою різних засобів.

Хто і що може бути ініціатором чи може дати поштовх для появи чи розвитку технологічних ігор?

Залишимо осторонь «Хто?» або «Які?» - тобто ініціатори, розробники чи ідеологи такого підходу, про них окрема розмова.

Так що може залучити учня чи студента до технологічних ігор?

1. Інтерес (свій).
2. Чужа думка.
3. Програма курсу.
4. Питома вага оцінки інших складових.
5. Гра – заміник частини заліку чи іспиту.

Серія ігор може дати результат, що дорівнює заліку або частині екзаменаційної оцінки.

Оцінка іспиту є сума від ігор, плюс відвідування занять, плюс відповідь на квиток, плюс (інше).

6. Гра або серія завершує модуль за курсом, наприклад «Проектування ТП» - серія ігор: заготівля, припуск, режим різання, норма витрати чогось або часу.

Або "Управління точністю" – це серії ігор - помилки систематичні, випадкові, розрахунок браку.

7. Інше.

II. Класифікація технологічних ігор.

2.1. За складністю: прості (один параметр), складні (ряд параметрів), комбі (розгалужені).

2.2. За параметрами якості ігор: один, два, багато.

2.3. За параметрами якості процесу гри: витрата матеріалів, витрата енергії, витрата праці.

2.4. За ефектом у виробника: за матеріалом, за часом, щодо грошей.

III. Напрями Т.І. (Прості або одно параметрові І.)

3.1. Технологічний напрямок гри.

3.1.1. Як визначити найменшу витрату матеріалу при розкрою? Різання різцем, різання фрезою, різання відрізним абразивним колом, різання струменем газу, різання струменем плазми, різання променем лазера, різання струменем води.

3.1.2. Як знайти найменші втрати матеріалу? Лиття в піщано-глинисті форми, спеціальні способи лиття (лиття в кокіль, оболонкові форми, під тиском, відцентрове).

3.1.3. Як мінімізувати втрати при гарячій обробці тиском? Вільне кування, штампування у штампах, штампування вибухом, прокаткою, методом порошкової металургії.

3.1.4. Як правити абразивне коло? Олівець, шарошка, блок, коло.

3.1.5. Як встановити деталь? Вручну, механізм, робот.

3.1.6. Як краще точити? З великою глибиною t та малою подачею s , з малою t та великою s , комбі.

3.1.7. Як краще шліфувати? З малою t та великою $s(i)$, з великою t та малою $s(i=0)$, з великою t , $s = 0$ (врізання).

3.1.8. Що краще? Пригін або повна взаємозамінність при складанні.

3.1.9. Що краще? Кроковий конвеєр, конвеєр безперервний.

3.1.10. Що краще? Свердлити за місцем на збиранні, свердлити до збирання.

3.2. Техніко-економічний напрямок ігор.

3.2.1. Який взяти металорізальний верстат (МВ)? Універсальний, п/а, автомат, з ЧПК.

3.2.2. Який взяти пристрій? З УЗП, одномісне спеціальне, багатомісне спеціальне, універсальне зі спеціальним налагодженням.

3.2.3. Як заточити різець? На заточувальному верстаті, на спеціальній лінії, не переточуваний.

3.2.4. Як визначити найменшу собівартість заготівлі? Нарізки, штампування, виливки.

3.2.5. Як знайти найменшу вартість операції? Універсальні МВ, МВ із ЧПК, п/а, автомати.

3.3. Складні ТІ (велика кількість варіантів)

3.3.1. Що краще? Великий припуск (z), мінімальний припуск (z), якщо перший показник – $T_{шт}$, якщо перший показник - матеріаломісткість (M_m), коефіцієнт використання матеріалу ($K_{в.м.}$), якщо перший показник - технологічна собівартість (C_T).

3.3.2. Що краще? Людина на збиранні, робот на збиранні.

3.3.3. Що краще? Лиття, зварювання, різання.

. Що краще? Штампування, механічна обробка.

3.3.5. Скільки коштує допуск при обробці за квалітетом: Н10, Н8, Н7, Н6?

IV. Структура гри.

4.1. Умова або що маємо в своєму розпорядженні?

4.2. Правила.

4.3. Склад.

4.4. Хід.

4.5. Результат чи оцінка.

Рекомендації до ігор.

Розглянемо докладніше склад ігор (п.4.3) та рекомендації (п. 4.6).

4.3. Склад гри.

4.3.1. Учасник: 1? 2? багато?

4.3.2. Варіації (змінні): 1? 2? багато?

4.3.3. Варіанти (завдання): сам собі, наперед хтось, випадковий вибір?

4.3.4. Що наприкінці гри? Бали, час, фінанси, величина помилки.

Розглядаючи ігри "Я - технолог?", можна намітити таке: ці ігри мають кілька частин, а кожна частина має ряд кроків, а кожен крок може складатися з декількох ходів.

Далі розглянемо п. 4.6. Рекомендації до гри

4.6.1. Мета гри - навчити чомусь, тому з першої спроби можна не отримати шукане, але не журіться, а продовжуйте.

4.6.2. Аналіз результату гри і те, що лежить у ключі, - головне у цій грі.

4.6.3. Стратегія гри може будуватися на досягненні 4-х кидків: max, min, середнього або бажаного результату. Заздалегідь обмовте її: при вивченні завдання Ви повинні вирішити, який кидок Ви готові зробити.

4.6.4. На кожному ході гри ви можете робити також по 4 кидки, але пам'ятайте, що час на кожен кидок - свій, а чим їх більше, тим більше і витрати часу. А час – це гроші: чим більше його, то більше втрата грошей!

4.6.5. Гра складається з низки ситуацій – завдань чи одного завдання.

4.6.6. Порядок гри такий:

- отримати завдання;

- вивчити завдання;

- із запропонованого переліку вибрати «амуніцію» для гри: верстати, заготівлі, пристосування, інструменти: різучі, вимірювальні та допоміжні, спецзасоби, документацію та рекомендації;

- вибрати шлях гри: розрахунковий або описовий;

- зробити на цьому шляху кілька кроків та ходів. Кожен хід має дати якийсь результат.

Усього спроб на цьому ході max може бути 4 (1; 2; 3 або 4?);

- повернення до попереднього ходу немає, він заборонений;

- на останньому ході повинен бути отриманий якийсь цифровий результат і його потрібно порівняти з тим, що є вже до початку гри в ключі (конверті);

- ключ від гри лежить на столі у конверті (відкритому).

V. Оцінка ігор.

5.1. За кожен перебіг у гри дається 5 балів.

5.2. За результат гри поза допуском знімається 25 балів.

5.3. Усі ігри у цьому наборі мають свій рейтинг: від 50 до 150 балів.

5.4. Підсумковий результат дає підрахунок сумарного балу

$$\Sigma b = C_1 \cdot I_1 + C_2 \cdot I_2 + C_3 \cdot I_3 + C_4 \cdot I_4 + C_5 \cdot I_5 + C_6 \cdot I_6,$$

де: - C_i - вагові коефіцієнти;

$I_1 \div I_6$ – бали за гру.

5.5. Оцінка ризиків – $K_I = 1,2 \div 1,5$,

де: $K_I = 1,2$ - гра на min;

$K_I = 1,5$ - гра на max.

5.6. Хід із «0» в результаті не має оцінки "5" у конверті. Але учасник цього не знає та може «гнати липу»!

Обговорення. Призначення гри. Гра як частина навчального процесу повинна мати якийсь сенс: адже і без гри цей процес цілком нормально себе будував і виконував свої функції. Головне значення – це розвиток інтересу до чогось. У нашому випадку це інтерес до якоїсь події, операції, дій та ін. Крім цього – закріплення тих знань, що отримані раніше, як би підсумковий результат. Якщо вмієш грати (зіграв у гру), тобто є вже якийсь залишок, що дозволяє лише один факт тиражувати далі.

Призначення гри - це, звичайно ж, поповнення знань або повторення їх в іншій ситуації. Але це повторення – підбиття підсумків якогось етапу. Якщо гра має тему, пов'язану з якимсь підрозділом чи розділом курсу, це закріплення знань і констатація факту. Результат гри - це якась оцінка, а це і є результатом якогось етапу навчального процесу або його частини. Сьогодні всі курси навчального процесу збудовані як склад модулів. Ось гра, на наш погляд, це результат цього модуля. Модульний контроль дає оцінку і гра дає свою оцінку. Їх можна складати, а можна, за деяких припущень, вважати результат гри як оцінку цього модуля.

Якщо взяти, наприклад, курс «Технологічні основи машинобудування» (ТОМ), то в ньому є ряд модулів: точність, якість продукції, методи обробки та складання, заготівлі та інші.

По кожному модулю може бути побудована гра або кілька штук. Наприклад, за модулем заготовки – це гаряче штампування, виливок та порізка з прокату.

Той, хто зіграв за цим модулем три гри, кінцевий результат (оцінку) матиме вище, ніж за меншого їх набору. Це вже вибір студента. Але min це одна гра по кожному модулю.

Думки авторів викладені раніше, знайшли місце у розробці «Технологічні ігри», яке готується до друку. В ній представлені ігри за такими модулями курсу «Технологічні основи машинобудування» (ТОМ):

- загальні питання – технологічність;
- точність – систематичні та випадкові помилки;
- заготовки - порізки з прокату, гарячі штампування та литво;
- процеси обробки – режим різання та норма часу;
- складання - різьбові з'єднання.

Цей курс може бути іншої назви, але це основи технологій!

Якщо цей курс матиме більше модулів, ніж 5, то додається ще якась серія ігор або одна гра. Сама гра – це тема за одним варіантом, наприклад, режим різання при свердлінні отворів. Серію можна побудувати за іншими методами обробки: точення, фрезерування тощо. Можливо серію зробити за одним методом, змінивши матеріал об'єкта, вид різального інструмента, його матеріал і т.д.

На одному з прикладів у збірнику показано як можна зробити по одній темі серію ігор, змінивши параметри об'єкта та отримати інший підсумок ніж у першому виконанні: у

грі не повинен бути наперед вгаданий результат, інакше це вже не буде гра! Ти робиш ставку, вибираєш стратегію та можеш як виграти, так і програти. Головне – це участь у цій грі та інтерес до неї!

Всі розробки з технологічних ігор це пілотні розробки з різних етапів технології виготовлення машин. Вони можуть допомогти - дати поштовх робити інші розробки, а більшість тем занять з технологічних дисциплін, нагадаємо цей факт, мають покрокову структуру. Звідси – прямий шлях до гри, тобто. проведення занять у формі гри. Те, що мотивація брати участь у грі є, очевидно. Достатньо подивитися на свою аудиторію у перерві, чим вона зайнята. Вона грає (масово!) у чужі ігри, отже, інтерес та мотивація є. Залишилося потрапити в цей інтерес молодих людей та спрямувати його до навчального процесу.

Висновки. Чи може гра замінити практикум чи семінарське заняття? Нічого не заважає так збудувати заняття – гру, якщо тимчасові рамки цьому відповідають. Можна на занятті провести дві чи три гри із загальної теми цього заняття. Можна гру зробити підсумковим опитуванням за модулем курсу. Можна збудувати іспит у вигляді набору ігор, кожна з них буде питанням по розділу курсу. Варіантів розвитку цього напрямку підвищення мотивації вчити та вчитися багато. Автори трохи зазирали далі і подумали. Що, якщо найпросунутіші в освоєнні чужих ігор студенти, стануть розробниками для своїх колег ігор – аналогів. Зростання вгору розробників ігор – це вже великий плюс, а, головне, викладачеві велика допомога у рутинному та трудомісткому процесі. Адже зробити одну гру від початку і до кінця – це час, нехай чотири години. Клон її близько двох. На групу в 15 людей часу буде: $4+14 \times 2 = 32$ години. І це ж одна гра! Чужі руки можуть ці 14 варіантів паралельно освоїти і навчатися.

Звичайно, перехід на ігрову форму ведення занять вимагає від викладача витрат праці та не один рік. Є резерви його зменшення без втрати ідеї та якості. Грати – це чудово!

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

аф Костер. Теорія розваг для ігрового дизайну. – ArtHuss. – 2023.- 219 с.

зюба М. В. Математична гра як один із засобів розвитку творчих здібностей, контролю знань та умінь під час занять з дисципліни «Вища математика» в авіаційному коледжі // Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: Зб. наук. праць XI МНМК, 13-14 листопада 2019 р., м. Краматорськ / Краматорськ : ДДМА, 2019. – С. 67-70.

акланова М. Л. Проблеми вивчення математичних дисциплін у коледжах та шляхи їх подолання основі НІТ / М. Л. Бакланова, Ю. В. Триус // Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наук. праць. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003. – Вип. 6. – С. 118-137.
овицька Л.І. Шляхи підвищення ефективності навчання студентів розв'язувати прикладні задачі // Зб. наук. праць. – Вип. 15.– К, 2007.

УДК 608 (075.8)

Кузнєцов Ю.М. (Національний технічний університет України «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна).

ДИСЦИПЛІНА «ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ» — КЛЮЧ ДЛЯ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ І СТУДЕНТІВ

Анотація. У статті сформульовано основні завдання, що стоять перед машинобудуванням в умовах викликів четвертої промислової революції «Індустрія 4.0» і наближення «Індустрія 5.0». Наголошено на актуальності викладання методології науково-технічної творчості й оволодіння

сучасними методами пошуку нових технічних рішень. Розглянуто місце дисципліни «Основи технічної творчості» в системі підготовки інженерів, її роль у розвитку інноваційного мислення, креативності та технічної ерудиції майбутніх фахівців. Проаналізовано проблеми мотивації студентів до творчої діяльності, виклики реформування вищої освіти та потребу в гармонійному поєднанні інформаційних технологій із практичною інженерною підготовкою. Показано значення безперервного розвитку технічного мислення у формуванні сучасного інженера нового покоління.

Ключові слова: творчість, креатологія, метод, методика, методологія, технічні рішення.

Abstract. The article formulates the main tasks facing mechanical engineering in the context of the challenges of the Fourth Industrial Revolution “Industry 4.0” and the approach of “Industry 5.0”. The relevance of teaching the methodology of scientific and technical creativity and mastering modern methods of searching for new technical solutions is emphasized. The discipline “Fundamentals of Technical Creativity” is analyzed as a key factor in developing students’ creative and engineering potential. The problems of motivation, the challenges of education reforms, and the need to integrate information technologies with hands-on technical training are discussed. The importance of continuous development of engineering thinking as a foundation for innovation is substantiated.

Keywords: creativity, creatology, method, methodology, technical solutions.

Вступ. Мета дисципліни – допомогти студентам оволодіти **компетенціями** для майбутньої діяльності і придбати **знання** морфології технічних систем (ТС) і основних закономірностей їх розвитку, суті і області застосування системно-морфологічного підходу; **вміння** використати на практиці методи пошуку нових технічних рішень, знаходити нові і оригінальні технічні рішення; **практичні навички** при застосуванні методів пошуку і блокування масиву нових технічних рішень, при аналізі множини різних варіантів, синтезі і відборі найкращих.

Постановка проблеми. Для збереження і примноження інтелекту України середню і вищу освіту слід розглядати як головний ведучий фактор соціального, економічного і культурного прогресу [17]. Тільки високоосвічена, креативна молодь, що озброєна знаннями і методами виходу з проблемних ситуацій, зможе забезпечити велич України, як міцної держави, що за інтелектом, культурою, природним багатством, промисловим і аграрним потенціалом гідна бути серед провідних країн Європи і цілого світу.

Методика. Практичні заняття з дисципліни «Основи технічної творчості» принципово відрізняються від традиційних навчальних дисциплін, тому що при їх проведенні особлива увага повинна: приділятися індивідуальному вивченню в підгрупах і ще більш ефективно в чверть-групах; послідовному переходу від навчальних задач до рішення реальних задач і проблем, що виникають на виробництві і в побуті; подальшому оформленню реальних заявок на винаходи (корисні моделі).

Практичні заняття повинні відноситися до інженерної діяльності і базуватися на раніше отриманих відомостях у фундаментальних і спеціальних дисциплінах, а їх результати входити в курсові і дипломні проекти, науково-дослідницьку діяльність на кафедрі і в студентських гуртках, конструкторсько-технологічних бюро.

Постановка проблеми. Наукові дисципліни для студентів повинні викладатися таким чином, щоб студент міг проводити самостійні дослідження, отримувати результати і висувати гіпотези і ідеї. Необхідно дати можливість студенту не менше 2 годин на тиждень працювати над невирішеною до сих пір проблемою (народжується віра); 3) зверхне відношення до фізичної праці (невміння «думати руками»), як до заняття не притаманного інтелектуалам; відсутність у багатьох ВНЗ навчально-виробничих майстерень, де кожний майбутній інженер оволодівав робочими професіями слюсаря, верстатника, зварювальника, ливарника, тощо; заміна майстерень і кабінетів на комп’ютерні класи замість об’єднання комп’ютерів (інформаційних технологій) з технологічним обладнанням (новою технікою і новими технологіями). Сьогодні молодих людей більше орієнтують на юридичні, економічні, інформаційні спеціальності, забуваючи, що в будь-якому виробничому процесі завжди присутні енергетичні, матеріальні і інформаційні процеси, де визначальним є

отримання не віртуального, а реального (матеріального) продукту; 4) відставання навчальних програм від останніх досягнень в науці і техніці; дублювання деяких дисциплін середньої школи; 5) безперервні, неперевірені, неапробовані і непідготовлені перебудови в системі освіти без накопиченого досвіду (невиправданий і хибний масовий експеримент на людях!).

Методика. Намагання наблизитися до європейської системи освіти переходить без ретельної і довготривалої апробації в закони про освіту, де завжди був позитивним консерватизм. Саме такі недоліки і недолугі реформи приводять до руйнації інженерної освіти, серед яких: 1) відсутність мотивації студента отримати знання внаслідок неможливості знайти роботу за обраною інженерною спеціальністю; 2) репродуктивна система передачі знань з тенденцією непрофесіоналізму і, як не дивно, поголовною комп'ютеризацією, що дає інформацію, але не дає знання, примушуючи користуватися чужими; 3) зниження творчої мотивації і апатія науково-педагогічних працівників (НПП) і підрив їх авторитету внаслідок незаконного припинення і зрівнялівкою посадових окладів асистента, доцента і професора; 4) тотальна і прогресуюча в нерозумних межах бюрократизація навчального процесу і атестації наукових кадрів (у НПП практично не вистачає часу попрацювати в бібліотеці, підготувати захоплюючу лекцію, попрацювати в студентських гуртках, сформулювати не розв'язані проблеми, тощо); 5) лібералізація навчального процесу і державне стимулювання матеріальної жадібності ВНЗ (не відвідування лекцій, лабораторних і практичних занять без наслідків, «паперові» практики, не вигідне відрахування студентів із-за скорочення ліцензійного набору, вибивання оцінок за участю «інженерів» по навчальному процесу, зниження планки і опускання відмінників до трісчників, тощо); 6) руйнування інтелектуальної атмосфери, відрив НПП від очного спілкування з абітурієнтом і студентом; 7) маскування і нахабна брехня (успіхи окремих особистостей видають за успіхи системи, в ЗМІ безперервно вкидають інформаційний шум про «болонізацію», інновацію, модернізацію, багатоступеневе навчання і зміну їх строків. Хоча в законі «Про вищу освіту» жодної згадки про інженера і інженерну діяльність); 8) в освіті переважають схоластичні середньовікові спеціальності психологів, юристів, економістів, філологів, журналістів і, навіть, теологів і богословів, а в науці – повне мракобісся, де іде на очах у всіх продаж дипломів, звань і посад, як дворянських звань в старі часи. Це, на жаль, не всі причини руйнації науки і освіти, що може прийняти незворотній і самопідтримуючий характер, коли у ВНЗ НПП без наукового ступеню, стажу і досвіду читають лекції, керують підготовкою кадрів вищої кваліфікації, пишуть низкосортні підручники, навчальні посібники, тощо.

Результат. Перед майбутнім інженером завжди виникають завдання і питання, які пов'язані з пошуком (винаходом) нових, більш ефективних конструкторсько-технологічних рішень і насамперед таких, які переважають світовий рівень. Такі завдання виникають при розробці нових машин, приладів, технологічного устаткування і технологій, при виконанні планових робіт по реконструкції та модернізації.

Обговорення. Історія людства [] свідчить про безперервне ускладнення ТС. 100 тис. років тому було лише 5 класів ТС з одного елемента, 10 тис. років тому вже стало приблизно 50 класів з 10-ти елементів, 1 тис. років тому нараховувалося приблизно 1000 класів з середньою кількістю 100 елементів. Сьогодні число класів перевищило 50 тисяч, де кількість елементів понад 10 тисяч і більше.

Рішення проблеми інтенсивного розвитку економіки висунуло велику кількість додаткових інженерних задач, пов'язаних з економією трудових ресурсів, сировини, матеріалів, енергії, а також з підвищенням продуктивності, якості і технічного рівня виробів, скорочення ручної малокваліфікованої і монотонної праці, тощо. Це вимагає обов'язкового оволодіння інтенсивною технологією інженерного творення на підставі використання сучасних методів інженерної творчості, спеціально підготовленої інформації і обчислювальної техніки.

В першій половині XX сторіччя продуктивність праці в промисловості зросла в 10 разів, а в конструюванні - тільки на 20%. Тому очевидно, що при створенні нових ТС в кінці XX століття і на початку XXI століття широко вживаний і відомий метод "проб і помилок" стає все менш надійним, непродуктивним методом мислення і пошуку нових рішень. Він вступив у протиріччя з науково-технічною революцією. Тому зараз потрібні нові методологічні підходи і наукова організація розумової праці.

В даний час в інженерній практиці розроблено більше 100 методів активізації творчості, які можна умовно розділити на 2 групи:

1. Евристичні методи інженерної творчості, за допомогою яких вирішують задачі створення нових ТС без використання ЕОМ замість традиційного методу "проб і помилок".
2. Комп'ютерні методи пошукового конструювання, побудовані на використанні ЕОМ.

Можлива і інша класифікація методів, згідно якої їх можна розділити на 5 груп:

1. **Системні** (комбінаторні або гібридні), які направлені на послідовний перебір усіх можливих варіантів рішення і побудовані на аналізі структури і особливостей ТС (об'єкту).
2. **Асоціативні** (психологічна активізація творчості), які передбачають активізацію генерування ідей шляхом психологічного подолання інерції мислення і представляють безсистемний пошук рішення задач.
3. **Програмні** (алгоритмічні), які забезпечують більш або менш цілеспрямований рух до вирішення задачі шляхом виявлення технічних і фізичних протиріч у відомих ТС (об'єктах) і їх наступне подолання.
4. **Комбіновані** як сполучення методів перших трьох груп.
5. **Спеціалізовані**.

Перші дві групи належать до евристичних методів, третя група відноситься з одного боку до евристичних, якщо не використовується ЕОМ (наприклад, АРВЗ - алгоритм розв'язання винахідницьких задач), а з другого - до комп'ютерних (наприклад, УЕМ - узагальнений евристичний метод).

Висновок. Студент повинен знати, якщо винахід але будь-яке нове рішення, до якого він прийшов самостійно, були зроблені кимось раніше (а він про це не знав), то це не умаляє його заслуг як творця, а лише підтверджує його здібності до самостійного відкриття нового. Для всіх творчих людей винахідництво грає не меншу роль, ніж професіоналізм. Здібність знаходити оригінальні рішення закладена в кожній людині, навчити цьому не можна, а розвинути необхідно. Для розвитку творчих здібностей майбутнього спеціаліста в системі освіти необхідні дисципліни, котрі торкаються питань, пов'язаних з історією науки, техніки та інженерної діяльності, присвячені видатним відкриттям і винаходам, методології творчості, тощо.

Прикладом високих темпів розвитку науки і освіти в США служить система безперервної освіти, спрямованої на те, щоб розкрити і максимально використати потенційні здібності і можливості студентів і спеціалістів. Середня тривалість освіти в американському університеті по повній програмі з моменту вступу в нього до моменту отримання докторського ступеню PhD складає 10 років, а середній вік молодих людей, які захистили докторські дисертації, складає 33 роки (вік Ісуса Христа). Якщо врахувати, що виявлення здібностей дітей, які відвідують дитячі садки, починається з трьохлітнього віку, то дійсно безперервний цикл освіти складає приблизно 30 років.

УДК 331.5.024

Лісовий С.В. (АТ «СВІТЛО ШАХТАРЯ», м. Харків, Україна), Шашко В.О. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

ВЗАЄМОДІЯ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ І ЗАКЛАДІВ ОСВІТИ У РОЗВИТКУ НАУКОВОГО ТА КАДРОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЯК УМОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ ГАЛУЗЕВОЇ КООПЕРАЦІЇ.

Анотація: У статті досліджено особливості взаємодії машинобудівних підприємств і закладів освіти у контексті розвитку наукового та кадрового потенціалу галузі. Визначено ключові проблеми функціонування машинобудівного комплексу України в умовах воєнного часу, зокрема дефіцит кадрів, структурні трансформації виробництва та зниження рівня кооперації між учасниками ринку. Запропоновано матрицю взаємодії основних суб'єктів галузі — підприємств, закладів освіти, влади та суспільства — як інструмент формування єдиного галузевого простору. Обґрунтовано дорожню карту спільних дій, спрямовану на посилення співпраці між бізнесом, освітою, наукою та владою, розвиток інноваційних хабів і підвищення конкурентоспроможності національного машинобудування

Ключові слова: машинобудування, кадровий потенціал, галузева кооперація, взаємодія бізнесу та освіти, науково-освітні хаби, сталий розвиток, інноваційна екосистема, ринок праці України.

Abstract: The article examines the interaction between machine-building enterprises and educational institutions in the context of developing the scientific and human resource potential of the industry. The key challenges faced by Ukraine's machine-building sector under wartime conditions are identified, including labor shortages, structural transformations in production, and the weakening of cooperation among market participants. A matrix of interaction between the main stakeholders — enterprises, educational institutions, government, and society — is proposed as a tool for creating an integrated industrial space. The paper substantiates a roadmap of joint actions aimed at strengthening collaboration between business, education, science, and government, fostering the development of innovation hubs, and enhancing the competitiveness of the national machine-building industry.

Keywords: machine-building, human resource potential, sectoral cooperation, business–education interaction, scientific and educational hubs, sustainable development, innovation ecosystem, labor market of Ukraine.

Машинобудівна галузь України у теперішні часи зазнала значних змін продуктового профілю – від переважної орієнтації на виробництво загальноєкономічної продукції до розширення військово-промислового напрямку, від повного циклу виготовлення нового обладнання до здебільшого - ремонтів. Більшість середніх і великих підприємств України у сучасних умовах вимушено перейшли від стратегій підвищення продуктивності та розвитку до стратегій «виживання» — зосереджених на збереженні та підтриманні виробничих потужностей, оптимізації витрат і пошуку шляхів стабілізації фінансового стану та адаптації до нових ринкових і безпекових реалій. Значну роль у зниженні стійкості галузі відіграли погіршення демографічної ситуації та виникнення критичного дефіциту кадрів, спричиненого військовими діями. Сукупність структурних змін сприяла підвищенню рівня спеціалізації та посиленню кооперації між підприємствами, ставши рушійною силою розвитку виробничого аутсорсингу у машинобудуванні. Зміни вплинули як на підприємства, так і на основних учасників галузі, серед яких — профільні наукові установи та заклади освіти. З одного боку, зріс попит на нових фахівців, з іншого — через відтік молоді система освіти не забезпечує належної пропозиції кваліфікованих кадрів для ринку праці машинобудівної галузі. Збільшилася потреба в освоєнні нової техніки та технологій, проте через специфічність запитів зменшилась взаємодія науки та виробництва. Поточна ситуація вимагає нових, більш системних і результативних рішень щодо співпраці

між науково-освітніми закладами та підприємствами, ніж ті, що існували у довоєнний період. При цьому варто зазначити, що необхідні зміни стосуються не лише взаємодії освіти й бізнесу, а й ширшої кооперації між підприємствами, владою, суспільством, наукою та освітою. У загальному вигляді матриця взаємодії щодо нових рішень або «реанімації» втрачених дієвих механізмів співпраці наведена у таблиці 1.

Таблиця 1 - Матриця взаємодії ключових суб'єктів машинобудівної галузі

Замовники (безпосередні або умовні)	Ключові суб'єкти (учасники галузевої взаємодії)	Виконавці	
		Підприємство	Науково-освітній заклад
	Суспільство	- Профорієнтація за галузевими професіями зі шкільного віку - Програми підтримки розвитку професійних кваліфікацій - Формування професійних династій - Підвищення соціальних стандартів і розвиток інклюзивного простору	- Профорієнтаційна робота на кожному рівні освіти - Супровід переходів «школа – профтех – університет» через STEM-курси та безперервну освіту - Популяризація інженерних професій і підвищення освітнього рівня
	Влада	- Формування регіонального замовлення на підготовку кадрів з позицій потреб бізнесу - Участь у реалізації державних і регіональних програм підтримки галузі	- Виконання державного замовлення з підготовки робітників і фахівців - Розроблення освітніх програм відповідно до галузевих стратегій розвитку
	Науково-освітні установи	- Визначення потреби у фахівцях середньострокової перспективи (5–7 років) - Надання пропозицій щодо узгодження освітніх і професійних стандартів - Створення баз практичного навчання й умов для спільних досліджень	- Обмін досвідом, академічні ротації викладачів і студентів - Формування галузевих наукових хабів - Виконання спільних дослідницьких проєктів - Розвиток міжнародних наукових зв'язків та єдиного інформаційного простору
	Підприємства	- Галузева кооперація на основі виробничого аутсорсингу - Спільні розробки, інноваційні проєкти - Формування ланцюгів доданої вартості - Участь у створенні науково-освітніх хабів	- Виконання науково-дослідних робіт за замовленням бізнесу - Практикоорієнтоване навчання (зокрема дуальна освіта) - Підготовка кадрів із сучасними професійними компетентностями (hard skills)

Цільова модель взаємодії виглядає як створення спільного галузевого простору, у якому, замість конкуренції, панують співпраця задля економічного зростання машинобудування України за рахунок науки, інновацій, формування та розвитку кадрового потенціалу, кооперації між диференційованими за технологічним або продуктовим принципом підприємствами, співпраці між галузевими науково-освітніми закладами. Дорожня карта спільних дій по формуванню такого простору передбачає реалізацію багатьох етапів. Основними серед них є:

1) Формування єдиного галузевого довідника машинобудівних підприємств та науково-освітніх закладів, що включатиме інформацію про територіальне розміщення, технологічну або продуктову спеціалізацію бізнесу, наукову та фахову направленість науково-освітніх закладів (від професійно-технічних до підрозділів Національної академії наук України);

2) Створення класифікатора основних компетенцій контрагентів простору. Це дозволить знайти точки дотику інтересів у сферах кадрового забезпечення, виробничої кооперації та аутсорсингу, навчання, науково-практичної діяльності, реалізації

інноваційних проєктів, обміну досвідом. При цьому важливо забезпечити сегментацію потенціалу взаємодії за принципом спеціалізації, регіонального місцезнаходження або можливостей інтеграції технологічних ланцюгів;

3) Збір інформації про поточні та прогностичні потреби бізнесу у персоналі, підвищенні кваліфікації та навчанні робітників, наукових дослідженнях та інноваційних розробках, проєктних роботах та практичних завданнях задля розвитку галузі в цілому або окремих регіонів чи кластерів;

4) Формалізація взаємовідносин та укладення багатосторонніх або двосторонніх угод про співпрацю в одному чи декількох сегментах між машинобудівними підприємствами, науково-освітніми закладами та іншими зацікавленими сторонами на регіональному та державному рівнях;

5) Реалізація спільних планів дій, наприклад щодо профорієнтаційної роботи у форматі «бізнес та освіта разом», працевлаштування випускників, навчання робітників, виконання проєктів тощо;

6) Розвиток спільного галузевого простору шляхом створення наукових хабів чи кластерів за машинобудівними напрямками: як за технологічним розподілом (лиття, обробка металів тиском, механічна обробка та інше), так і за продуктивним (обладнання для машинобудування, сільського господарства, легкої промисловості та переробки, будівництва, металургії, ВПК та ін.). Проведення у рамках хабів конференцій, науково-дослідницьких та дослідно-конструкторських робіт, реалізація проєктів із залученням всіх членів відповідного хабу;

7) Долучення членів хабів до планування та розвитку кар'єри і компетенцій людей у регіонах присутності, починаючи «зі шкільної лави» до «виходу на пенсію», з популяризацією саме машинобудування як основи економічного зростання держави;

8) Управління інноваціями та розвитком машинобудівної галузі за рахунок залучення інвесторів до фінансування довгострокових інвестиційних програм, які відповідають цілям, визначеними спільними зусиллями всіх ключових суб'єктів взаємодії;

9) Впровадження спільної інформаційно-комунікаційної системи, яка дозволить підвищити швидкість та якість обміну інформацією між членами простору, забезпечити інструменти для підвищення ефективності кооперації та впровадження виробничого аутсорсингу, втілити наскрізне управління проєктами, здійснювати планування та організацію діяльності.

Крім реалізації зазначених етапів, необхідне додаткове дослідження та планування дій щодо взаємодії з державними органами влади, врахування соціальної складової, інтеграції у міжнародну наукову і професійну спільноту. Окрема зона дослідження стосується використання сучасних інформаційних технологій, зокрема поточних можливостей аналітичного та генеративного штучного інтелекту.

Реалізація запропонованої дорожньої карти спільних дій по створенню галузевого простору не можлива без формування ініціативної групи з представників бізнесу, науки та влади, зацікавлених у підвищенні конкурентоспроможності вітчизняного машинобудування та його довгостроковому розвитку. Саме тому використання будь-яких платформ для обговорення зазначених ідей є вкрай корисним для галузі. Автори статті впевнені, що колективні зусилля здатні забезпечити синергію зусиль всіх ключових суб'єктів взаємодії, що буде сприяти як досягненню індивідуальних цілей кожного з них, так і виведенню вітчизняного машинобудування на провідний галузевий рівень у світовому масштабі..

УДК 37.015.3:159.954

Літніх М.С. (Київський національний університет імені Тараса Шевченка, м. Київ, Україна).

ПСИХОЛОГІЧНІ ПЕРЕВАГИ КОРОТКИХ КУРСІВ З ЕЛЕКТРОННИМ СЕРТИФІКАТОМ.

Анотація. У статті розглянуто психологічні переваги короткотривалих освітніх форматів — літніх шкіл, хакатонів, проєктних модулів та онлайн-курсів з електронним сертифікатом. На основі сучасних психологічних теорій самодетермінації, метакогнітивної регуляції, соціального навчання та позитивної психології проаналізовано вплив коротких курсів на розвиток внутрішньої мотивації, когнітивної гнучкості, саморегуляції, соціальної компетентності та креативності. Визначено, що короткі освітні формати забезпечують ефективне середовище для формування компетентної, автономної й адаптивної особистості, здатної до безперервного професійного й особистісного зростання. Зазначено, що електронний сертифікат виконує функцію зовнішнього підкріплення досягнень і посилює внутрішню мотивацію через соціальне визнання. Отримані висновки підкреслюють значення короткострокових навчальних програм як важливого психологічного чинника розвитку сучасного освітнього середовища.

Ключові слова: короткі курси, мотивація, когнітивна гнучкість, саморегуляція.

Вступ. У сучасному інформаційному суспільстві, де знання швидко оновлюються, а професійні вимоги постійно змінюються, зростає роль короткотривалих освітніх форматів — онлайн-курсів з електронними сертифікатами, літніх шкіл, хакатонів, проєктних модулів тощо. Вони відповідають потребі людини в мобільному, адаптивному та психологічно комфортному навчанні. Такі форми сприяють розвитку не лише професійних навичок, а й особистісних і когнітивних якостей, що робить їх важливим предметом аналізу в сучасній психології освіти [1].

Постановка проблеми. Традиційна система навчання, орієнтована на довготривалі освітні цикли, не завжди задовольняє потребу сучасного студента чи фахівця у швидкому отриманні релевантних знань. Короткі курси з електронним сертифікатом стають ефективною альтернативою, однак їхня психологічна цінність часто залишається недооціненою. Постає питання: які саме психологічні механізми забезпечують ефективність таких форматів і які переваги вони мають у розвитку особистості, мотивації, когнітивних процесів і соціальної взаємодії [2].

Теоретичні засади. Психологічні ефекти коротких навчальних форматів можна розглядати крізь призму кількох ключових концепцій. Теорія самодетермінації Р. Десі та Е. Раяна пояснює, що короткі курси задовольняють базові психологічні потреби у компетентності, автономії та соціальній приналежності, стимулюючи внутрішню мотивацію до навчання. Теорія соціального навчання А. Бандури підкреслює значення спостереження, моделювання та зворотного зв'язку, які є типовими для інтенсивних програм і хакатонів. Концепція метакогнітивної регуляції (Д. Флавелл) пояснює розвиток здатності контролювати власне навчання, що є одним із найважливіших ефектів коротких курсів [3; 4; 5].

Методика. Психологічний аналіз коротких освітніх форматів базується на теоретичному узагальненні даних із когнітивної, мотиваційної та соціальної психології, а також на результатах емпіричних досліджень динаміки навчальної мотивації, саморегуляції та емоційної залученості учасників короткотермінових програм. Враховано результати опитувань учасників міжнародних літніх шкіл, академічних проєктів і цифрових платформ

підвищення кваліфікації, що дозволяє окреслити типові психологічні закономірності ефективного короткострокового навчання.

Результати. Серед основних психологічних переваг коротких курсів виокремлено кілька ключових аспектів: 1. підвищення внутрішньої мотивації (завдяки чітко окресленій меті та швидкому зворотному зв'язку учасники отримують відчуття успіху, контролю та компетентності); 2. розвиток когнітивної гнучкості (інтенсивність і міждисциплінарність таких курсів стимулюють адаптацію до нової інформації, дивергентне мислення та здатність до швидкого переносу знань); 3. формування навичок саморегуляції (обмежені часові рамки сприяють плануванню, концентрації уваги та ефективному управлінню ресурсами, що позитивно впливає на стресостійкість); 4. підвищення соціальної компетентності (літні школи та хакатони створюють малі групи співпраці, у яких посилюється емоційна взаємопідтримка, комунікативна активність і здатність до командної взаємодії); 5. стимулювання креативності (відкриті проблемні завдання й проєктна форма роботи формують здатність до інноваційних підходів і критичного мислення); 6. позитивне підкріплення досягнень (електронний сертифікат стає символом соціального визнання та джерелом внутрішньої впевненості, підкріплюючи відчуття прогресу й самоцінності) [6; 7;

Обговорення. Психологічний ефект коротких навчальних форматів полягає у створенні балансу між внутрішньою мотивацією та зовнішнім підкріпленням. Учасник не просто засвоює нову інформацію, а й переживає досвід саморозвитку, взаємодії та успішності. Така динаміка відповідає тенденціям позитивної психології (М. Селігман, Ч. Пітерсон), де акцент робиться на зміцненні особистісних ресурсів і потенціалу. Короткі курси також реалізують принципи андрагогіки (М. Ноулз), орієнтованої на потреби дорослого учня, який прагне самостійно керувати власним навчанням. Крім того, формати типу хакатонів і проєктних модулів задовольняють потребу в соціальному визнанні, командному досягненні та креативному самовираженні, що має значний психотерапевтичний потенціал [9; 10].

Висновки. Короткі курси з електронним сертифікатом мають вагомі психологічні переваги, що виходять далеко за межі утилітарного набуття знань. Вони сприяють формуванню автономної, гнучкої, креативної та саморегульованої особистості, здатної до безперервного розвитку й ефективного функціонування в умовах постійних змін. Інтенсивне навчальне середовище, поєднане з миттєвим зворотним зв'язком, соціальною взаємодією та зовнішнім підтвердженням досягнень, забезпечує не лише високий рівень засвоєння інформації, а й глибокі психологічні трансформації. Таким чином, короткі освітні формати можна розглядати як інноваційну модель розвитку особистості в добу цифрової освіти, що поєднує пізнавальні, емоційні та соціально-мотиваційні ресурси людини.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Kirkwood A., Price L. *Technology-enhanced learning and teaching in higher education: what is 'enhanced' and how do we know? A critical literature review. Learning, Media and Technology. 2013. Vol. 39. № 1. P. 6-36. URL: <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.770404> (date of access: n enrolment and completion of massive open online courses. The International Review of Research in Open and Distributed Learning. 2014. Vol. 15. № 1. URL: <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i1.1651>*
3. Deci E., Ryan R. *The "What" and "Why" of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. Psychological Inquiry. 2000. Vol. 11. № 4. P. 227-268. URL:*

УДК 378.014.3

Макаренко Н.О., Кущій Г.М., Безгін О.А., Борисенко Ю.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ АСПІРАНТІВ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.

Анотація. Розглянуто особливості підготовки аспірантів у Донбаській державній машинобудівній академії за умов дистанційного формату. Проаналізовано ключові проблеми та переваги, визначено етапи підготовки від літературного огляду до виконання експериментів на виробництві. Підкреслено значення поєднання навчання з роботою на підприємствах, що забезпечує взаємозв'язок «педагогіка – наука – виробництво», сприяє практичній реалізації досліджень і підвищує мотивацію здобувачів. У роботі обґрунтовано, що інтеграція дистанційних технологій з реальними виробничими процесами є ефективним шляхом підготовки висококваліфікованих кадрів, здатних до наукової творчості та вирішення прикладних завдань у складних умовах воєнного часу.

Ключові слова: аспіранти, дистанційне навчання, наукова підготовка, інтеграція, виробництво, академія, освітній процес.

The article explores The peculiarities of postgraduate training at the Donbas State Engineering Academy under distance learning conditions are examined. Key challenges and advantages are analyzed, and the stages of training are identified—from literature review to conducting experiments in industrial settings. The importance of combining education with work at enterprises is emphasized, as it ensures the interconnection of “pedagogy – science – production,” facilitates the practical implementation of research, and enhances learners’ motivation. The study substantiates that integrating distance technologies with real production processes is an effective approach to preparing highly qualified personnel capable of scientific creativity and solving applied problems under the complex conditions of wartime.

Keywords: postgraduate training, distance learning, research, production, academic integration.

Організація підготовки аспірантів у сучасних умовах передбачає необхідність поєднання фундаментальної теоретичної бази з практичною реалізацією наукових ідей. У Донбаській державній машинобудівній академії (ДДМА) навчальний процес зазвичай здійснюється очно на стаціонарній основі. Проте у зв'язку з воєнним станом тимчасово запроваджено дистанційне навчання з використанням платформ Moodle, Zoom та Google Meet, що забезпечує безперервність освітнього процесу та контроль за самостійною роботою студентів. Це дозволяє впровадити навчальні та контрольні заходи для самостійної роботи студентів денного відділення, що сприяє підвищенню ефективності навчального процесу [1, 2]. Водночас дистанційний формат створює і нові виклики, які потребують адаптації методів науково-педагогічної взаємодії та пошуку додаткових форм організації досліджень. Найважливішим чинником ефективності підготовки є можливість аспірантів поєднувати навчання із роботою на промислових підприємствах. Саме ця особливість створює основу для проведення експериментальної частини досліджень та підвищує практичну цінність отриманих результатів.

Дистанційний формат, попри очевидні переваги, має й низку обмежень. Зокрема, попри наявність у стінах ДДМА великої сучасної лабораторної бази, у зв'язку з воєнним станом існують труднощі з її використанням та виконанням експериментальних робіт. Тому

на кафедрі «Обладнання і технології зварювального виробництва» (ОіТЗВ) ще на початковому етапі підготовки дисертаційного дослідження, при складанні індивідуального плану, робиться акцент на максимально широкому використанні виробничих та лабораторних потужностей підприємств, де працюють аспіранти. Такий підхід дозволяє частково компенсувати обмежений доступ до академічної лабораторної бази, водночас сприяє розвитку самостійності та організаційних навичок аспірантів. Підприємства, де вони працюють, фактично стають експериментальною базою, надають обладнання, ресурси та створюють сприятливі умови для реалізації дослідницьких завдань. Таким чином формується система «педагогіка – наука – виробництво», у якій кожна складова посилює іншу і робить підготовку більш результативною.

Метою даної роботи є аналіз особливостей організації підготовки аспірантів у дистанційному форматі в ДДМА, визначенні ключових переваг та обмежень такої моделі, а також у розкритті потенціалу поєднання навчального процесу з виробничою діяльністю для формування сучасної триєдиної системи «педагогіка – наука – виробництво».

Організація роботи аспірантів у ДДМА має поетапний характер. Перший рік навчання зосереджений на засвоєнні обов'язкових і вибіркових дисциплін, виконанні літературного огляду за темою дисертації та формулюванні мети й завдань дослідження. У цей період наукові керівники приділяють особливу увагу формуванню у здобувачів навичок академічного письма. Важливо, що аспіранти вже на ранньому етапі беруть участь у конференціях різного рівня — від регіональних до міжнародних, а також готують перші наукові статті, що сприяє залученню їх до професійної наукової спільноти.

Другий рік навчання характеризується поглибленням теми дослідження та її практичною інтеграцією у виробничу діяльність аспіранта. Паралельно триває вивчення обов'язкових та вибіркових дисциплін, що розширює науково-теоретичний кругозір здобувачів і допомагає сформулювати міждисциплінарні підходи до виконання дисертаційної роботи. Оскільки більшість із аспірантів працюють на промислових підприємствах, теми дисертацій тісно пов'язані з профілем виробництва. Це створює умови для проведення експериментальних досліджень безпосередньо у виробничих умовах. Таким чином, наука стає інструментом вирішення конкретних виробничих завдань, а підприємство — джерелом для збирання експериментальних даних.

На третьому та четвертому роках навчання відбувається основна частина експериментальних і теоретичних досліджень. Здобувачі узагальнюють результати, розробляють технологічні рекомендації, готують публікації у фахових виданнях, включених до переліку МОН України, а також у міжнародних журналах, що індексуються в наукометричних базах. На цьому етапі важливою складовою є отримання патентів на винахід, що засвідчує прикладну значущість дисертаційних робіт.

Поєднання навчання з роботою на підприємствах дозволяє аспірантам органічно інтегрувати теоретичні знання у виробничий процес. Робоче місце фактично виступає експериментальною лабораторією, що робить дослідження більш наближеними до практики. Для підприємств така співпраця є вигідною, адже вони отримують наукову підтримку у вирішенні технологічних проблем, а для аспірантів це означає додаткову мотивацію, ресурси та зацікавленість керівництва у їхньому науковому зростанні. Такий підхід дозволяє не лише забезпечити прикладну спрямованість дисертацій і інтегрувати об'єкт дослідження у виробництво, а й створює міцну основу для якісної підготовки наукових кадрів, які стануть ключовим ресурсом у відновленні промислового потенціалу України після завершення воєнного стану.

ВИСНОВКИ

Таким чином, успішна підготовка аспірантів у дистанційній формі можлива завдяки інтеграції навчання з виробничою діяльністю. Педагогіка забезпечує теоретико-методичний фундамент, наука визначає напрямки розвитку досліджень і формує

публікаційну активність, а виробництво створює базу для практичної реалізації експериментів. Триєдина система «педагогіка – наука – виробництво» є основою для формування сучасної моделі підготовки наукових кадрів. Такий підхід забезпечує прикладну спрямованість дисертацій, підвищує рівень мотивації аспірантів, сприяє формуванню практичної цінності отриманих результатів і одночасно формує якісну науково-виробничу базу для відновлення промислового потенціалу України після завершення воєнного стану.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Олійник С. Ю., Гуцин О. В. Досвід та перспективи використання дистанційної системи Moodle для підвищення якості самостійної роботи студентів // *Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: зб. наук. праць.* – Краматорськ: ДДМА, 2019. – С. 144.
2. Гуцин О. В. Особливості засобів дистанційного навчання в ДДМА / О. В. Гуцин // *Сучасна освіта та інтеграційні процеси: збірник наукових праць міжнародної науково-методичної конференції, 22-23 листопада 2017 року, м. Краматорськ / під заг. ред. С. В. Ковалевського, д-ра техн. наук., проф.* – Краматорськ : ДДМА, 2017. – С. 56-58.

УДК 159. 923.2

Мар'яненко Л.В. (Інститут психології імені Г.С. Костюка НАПН України, м. Київ, Україна)

ПСИХОЛОГІЧНІ УМОВИ СТВОРЕННЯ ПІДТРИМУВАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ РОЗВИТКУ НАВЧАЛЬНО-ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ УЧНЯ

Анотація. У статті розглядаються характеристики традиційного і розвивального навчання, досліджується, зокрема, гуманістичний тип розвивального навчання. Аналізуються одержані кореляційні зв'язки показників позитивної і негативної взаємодії в системі «вчитель-учень». Емпірично доведено і позитивний, і негативний вплив на розвиток особистісної і когнітивної сфери учнів, залежно від схильності вчителя і учня до типу взаємодії. Виявлено, що негативна взаємодія підсилює негативні якості особистості учня: негативну самооцінку, силу негативного «Я», що в цілому заважають особистісному розвитку і саморозвитку учня. Проте на здібного учня, на його творчі та інтелектуальні здібності, які мають більш глибинну природу, негативна взаємодія між вчителем і учнем впливає, підвищуючи їхній розвиток, позаяк учень платить за це значну психологічну ціну і як особистість дезорієнтується, стає роздвоєним і негативно спрямованим. Стверджується, що тяжіння до негативної взаємодії в системі «вчитель-учень» блокує саморозвиток учня. Натомість, за нашими даними, картина розвитку особистості і пізнавальної сфери учня за позитивної взаємодії набагато краща і більш гармонійна: вона сприяє не лише становленню та розвитку пізнавальної діяльності учня, але є конструктивним моментом розвитку і саморозвитку особистості учня, а саме розвитку його моральності, конструктивної самодетермінації, позитивної самореалізації, творчим проявам та здібностям.

Ключові слова: пізнавальна діяльність, розвивальне навчання, традиційне навчання, позитивна міжособистісна взаємодія, негативна міжособистісна взаємодія, система «вчитель-учень».

Abstract. The article discusses the characteristics of traditional and developmental education, in particular, the humanistic type of developmental education is explored. The obtained correlations of the characteristics of positive and negative interaction in the teacher-student system are analyzed. Both

positive and negative influences on the development of the personal and cognitive spheres of students have been empirically proven, depending on the inclination of the teacher and the student to the type of interaction. It was revealed that negative interaction enhances the negative qualities of the student's personality: negative self-esteem, the strength of the «I», which generally hinders the student's personal development and self-development. But for a capable student, for his creative and intellectual abilities, which are of a deeper nature, the negative interaction between teacher and student only increases the underdevelopment: the student pays a significant psychological price for this and how the personality becomes disoriented and becomes bifurcated. It is argued that the tendency towards negative interaction in the «teacher-student» system blocks the student's self-development. On the other hand, according to our data, the picture of the development of the student's personality and cognitive sphere with positive interaction is much better and more harmonious: it contributes not only to the formation and development of the student's cognitive activity, but is also a constructive moment in the self-development of the student's personality, namely, the development of his morality, constructive self-determination, positive self-realization, creative manifestations and abilities.

Keywords: cognitive activity, developmental learning, traditional learning, positive interpersonal interaction, negative interpersonal interaction, «teacher-student» system.

Вступ. Генетичний підхід С.Д. Максименка. Щоб зберегти психологічне здоров'я дитини і досягти її розвитку, треба в процесі навчання та виховання встановити: психогігієнічні норми, сприятливе оточення і сприятливі та позитивні соціально-психологічні впливи у взаємодії між вчителем і учнем. Все це і є умови створення позитивної взаємодії в системі «вчитель-учень».

Максименко С.Д. у своїх працях зазначав, що у психології прийнята така періодизація психічного розвитку в онтогенезі, що будується за критерієм провідної діяльності, а саме: предметно-маніпулятивна діяльність (ранній дошкільний вік), гра (пізній дошкільний вік), навчальна діяльність (молодший шкільний вік), спілкування і взаємодія (підлітковий вік). Інші види діяльності, такі як спортивна, художня, музична також можуть зайняти місце провідної діяльності у того чи іншого учня в рамках його навчальної діяльності. Розвиток особистості розглядається як з'явлення новоутворень, як механізмів творчості. Зовнішні впливи на дитину-учня у міжособистісній взаємодії перетворюються у психічні явища за схемою: «задаток-здібності-механізми функціонування».

Становлення і розвиток пізнавальної діяльності учня здійснюється за такою схемою: становлення-зміни-рух-розвиток-творчість. Основна мета генетичного дослідження: вияв зв'язків психічних явищ у часі, вивчення переходів від менш розвинутих до більш досконалих форм існування психічних явищ, особистісних феноменів [1]. Досягнення учнем пізнавальної діяльності у стані розвитку, виявляється саме проявом пізнавальної активності, саморегуляції, використанням учнем пізнавального змісту у розв'язанні наступних навчально-пізнавальних завдань.

Генетичний метод проявляє себе у впровадженні формувального експерименту у навчальний процес. Також проявом розвитку пізнавальної діяльності є досягнення учнем систематизації знань, тобто знання не запам'ятовуються механічно, а активно розподіляються в систему набутих знань. В процесі розвивального навчання цілеспрямованому формуванню підлягають: пізнавальні процеси, розумові дії, інші психічні процеси, види діяльності: навчальна, пізнавальна, творча. Психічний розвиток у навчанні здійснюється у вигляді засвоєння зразків. Психічний розвиток є необхідним і логічним наслідком процесу формування, передбаченого і заданого експериментально-генетичним методом. Експериментально-генетичне дослідження – це перевірка ефективності запровадження того чи іншого виду розвивального навчання. Щоб у процесі навчання керувати розвитком, треба знати умови виникнення психічного феномену, що підлягає розвитку, також треба враховувати закони розвитку структур психіки і свідомості, пізнавати їхню природу і закономірності функціонування. Однією з проблем генетичної психології є розвиток здібностей учня. Розвиток здібностей залежить від організації учіння

і життєвого шляху учня, також і від того, чи створений зв'язок розвитку задатків і довкілля [1;2;3].

Виклад основного матеріалу. Гуманістичне розвивальне навчання як умова створення підтримуючого середовища для учня. Можливості пізнання людини безмежні. Пізнавальні здібності трансформують пізнавальний зміст інформації у пізнавальний образ. Інтеграція знань у цілісність відбиває сутність людини, яка пізнає. Розвивальне навчання забезпечує пізнання на основі активності дитини: учень пізнає, діючи, а пізнаючи – діє, розв'язує необмежене коло пізнавальних задач, що виникають. Аби керувати розвитком особистості, пізнавальної діяльності, здібностями тощо, необхідно враховувати особливості вікових етапів, враховувати також розкриття потенціалу, досягнення учнем саморегуляції, самоідентифікації, самокерування і самопрезентації себе і своїх знань у поведінці, досягненні самоконтролю [1,4]. Розглянемо особистісно-гуманістичну модель розвивального навчання, що передбачає одночасний розвиток і слабких, і сильних учнів. Ця модель розвивального навчання базується на створенні позитивної міжособистісної взаємодії, співпраці вчителя і учня, досягненні особистісного зростання учнів. (Сухомлинський В.О., Амонашвілі Ш.О.). Власне гуманістична модель передбачає вільне навчання учня за власними проектами учнів і вчителів, а також за власним вибором завдань під керівництвом, консультуванням і ретельним наглядом вчителя (Роджерс К., Маслоу А., Бернс та ін..) Застосовуються підручники і додаткові матеріали, що їх обирають самі учні. [5;6]. К. Роджерс також вважав, що у віці шкільного дитинства саме навчання є формою керування розвитком. На думку цього дослідника, для того, щоб навчання стимулювало розвиток, воно має стати людиноцентрованим, зокрема, центрованим на учневі. У традиційному навчанні в центрі уваги перебуває вчитель і переважає авторитарний стиль спілкування вчителя з учнями, що блокує учнів і не сприяє досягненню учнями стану розвитку, а потім саморозвитку. При людиноцентрованому навчанні за Роджерсом К., влада у навчанні і контроль над ходом свого навчання належать учню, або групі учнів. Вчитель гуманістичного навчання відмовляється від контролю над учнями, але він контролює себе. Вчитель має дві стратегії влади: по-перше, він створює психологічний клімат, де учень може прийняти на себе відповідальність і контроль. По-друге, він акцентує увагу не на змісті учіння, а на розвитку учня, на процесі його руху на шляху учіння. Отже, існує два види взаємодії: деструктивна (здебільшого трапляється у традиційному навчанні) і конструктивна – характерна для усіх типів розвивального навчання, в тому числі і власне гуманістичного. У психологічній літературі виявляється не тільки конструктивна і деструктивна взаємодія, але і схильність учня і вчителя до конструктивної і деструктивної взаємодії [7;8;6].

Гіпотеза дослідження: можна передбачити, що існує певний вплив позитивної і негативної взаємодії в системі «вчитель-учень» в процесі навчання на розвиток та становлення особистості учня, зокрема на розвиток його когнітивних здібностей та пізнавальної діяльності. Позитивна взаємодія сприяє становленню та розвитку пізнавальної діяльності, а також конструктивним моментам розвитку і саморозвитку особистості учня (самоідентифікації, самореалізації, творчості тощо), натомість, схильність до негативної взаємодії учителя і учня сприяє встановленню між ними негативної взаємодії, що блокує як саморозвиток учня, так і професійне становлення вчителя. Вчителю слід враховувати це і правильно виховувати учнів зі схильністю до негативної взаємодії, а також підтримувати існуючі позитивні нахили в учнів, в яких вже вихована батьками схильність до позитивної взаємодії, в основу якої покладається альтруїзм, доброта учня. Для досягнення розвивальних ефектів навчання вчитель має досягати позитивної міжособистісної взаємодії з кожним учнем індивідуально.

Методика та організація дослідження. Діагностичний вимір здатності учня до міжособистісної взаємодії залежить від психологічної структури міжособистісної взаємодії, куди, за нашими розробками, мають входити такі компоненти: поведінковий (моральний),

гностичний (духовний), афективний (душевний), що наповнюють і визначають позитивний чи негативний зміст складників взаємодії між вчителем і учнем в процесі навчання, а саме: організацію виконання спільної діяльності, взаємовпливи (позитивні-негативні), взаєморозуміння (високий, середній, низький рівні), спілкування (позитивне, нейтральне, негативне); результат (успіх-неуспіх у виконанні спільної діяльності); розвиток або блокада особистісного і когнітивного розвитку учня, як наслідок позитивної чи негативної взаємодії. На базі цієї теоретичної структури ми розробили діагностичну методику і здійснили підбір додаткових діагностичних опитувальників. Шкала «Схильність до взаємодії» названа в методиці як Фактор «Схильність до позитивної або негативної взаємодії» (розробка Мар'яненко Л.В.). Високий рівень за цією шкалою свідчить про приємність суб'єкта (вчителя, учня) для шкільного оточення у спілкуванні, спрямованість учасника взаємодії на позитив, духовність і душевність. За таких умов у вчителя з'являється висока вірогідність встановлення позитивної міжособистісної взаємодії з учнями під час навчання. Низький рівень за цією шкалою свідчить про відсутність духовних орієнтирів, несимпатичність суб'єкта взаємодії, егоїзм, превалювання негативу в характері. Така особистість (вчитель, учень) не налаштована на встановлення позитивної міжособистісної взаємодії у навчанні. Перед тим, як запропонувати досліджуванам тестовий матеріал, пропонується така інструкція: «Шановний учаснику експериментального дослідження! Оцініть, будь ласка, самого себе за відібраними рисами особистості. Виберіть одну позицію з кожної шкали протилежних якостей, що Вам більше підходить, і обведіть її кружечком, або підкресліть. Оцінюючи самого себе, намагайтеся бути якомога чесні, відверті і об'єктивні. Одержані дані застосовуватимуться тільки в наукових цілях і зберігатимуться таємними. За Вашим бажанням ці дані можуть бути застосовані при наданні Вам психологічної консультації.» Шкала «Схильність до взаємодії» складається з таких діагностичних критеріїв: Приємний 3210123 Неприємний (душевний компонент); Балакучий 3210123 Мовчазний (поведінковий компонент); Непохитний 3210123 Поступливий; (поведінковий компонент); Замкнутий 3210123 Відкритий (душевний компонент); Жорсткий 3210123 Чуйний (духовний компонент); Відлюдний 3210123 Компанійський (душевний компонент); Відвертий 3210123 Прихований; (поведінковий компонент); Себелюбний 3210123 Людяний (духовний компонент).[9] Методику можна пропонувати вчителю і учню. Учень за цією методикою може оцінити себе і вчителя, так само і вчитель – оцінює за цією методикою себе і учня індивідуально, або учнів усього класу. При співставленні результатів визначається, яка взаємодія між вчителем і учнем превалює, позитивна чи негативна. Валідність цієї шкали підтверджується тим, що показник позитивної взаємодії виявляє пряму кореляцію із показником інтерперсонального інтелекту (0,464**), $r=0,01$. (Опитувальник Говарда Гарднера) [6, 222-225]. У нашому дослідженні учні опрацьовували такі діагностичні методики. 1). Методика «ОД» (Особистісний диференціал) має три шкали: «Оцінка», «Сила», «Активність», що були адаптовані співробітниками інституту ім. В.М. Бехтерева. Інші шкали цієї методики: «Моральність», «Самодетермінація», «Самореалізація», «Схильність до позитивної чи негативної взаємодії» розроблені автором і включені у загальну методику «Особистісний диференціал», що ми і пропонували учням для обстеження. 2). методика «Особистісний потенціал» визначає показники таких критеріїв: творчий потенціал; інтелектуальний потенціал; соціальний потенціал; загальний потенціал особистості 3). методика, опитувальник Говарда Гарднера «Види інтелекту». З допомогою цього опитувальника визначалися: вербально-лінгвістичний; музично-ритмічний; логіко-математичний; інтерперсональний; зорово-просторовий; інтраперсональний; тілесно-кінестетичний; натуралістичний типи інтелекту. 4). «Тест на діагностику креативності» Є.Є. Тунік (Модифікація тесту Торранса Є.П.), визначає рівень розвитку таких критеріїв творчості, як: схильність до ризику; любов до знань; складність; уяву; загальний показник творчості. 5). методика експрес-діагностики неврозу (розроблена авторами К. Хек і Х. Хесс), визначає

загальний показник неврозу особистості [8, с. 469-470]. Також були задіяні інші стандартизовані методики. У дослідженні застосовувалися й авторські методики.

Емпіричне дослідження проводилося у ЗОШ №36 міста Києва. В експерименті взяло участь 2 класи (50 учнів 11-х класів) ЗОШ №36 міста Києва. Допомогала у проведенні дослідження психолог школи – Жилкіна Ольга Василівна.

Результати дослідження. Схильність до позитивної взаємодії. Кореляційний аналіз засвідчив найвищий прямий коефіцієнт кореляції позитивної взаємодії з фактором «Активність позитивна» (+0,913**). (Методика ОД). При встановленні позитивної взаємодії в учня підвищується позитивне сприйняття вчителя. Також показник «Схильність до позитивної взаємодії» виявив пряму кореляцію з показниками «Оцінка позитивна» і «Сила позитивна» Відповідно (+0, 853**) і (+0,715**). (Методика ОД). Отже, за позитивної взаємодії підвищується рівень самоповаги учня, здійснюється прийняття учнем себе, учень усвідомлює себе як носія соціально бажаних характеристик, відчуває задоволеність собою. Учень відчуває симпатію до вчителя і вчитель видається йому привабливим, і це є взаємним. За позитивної взаємодії учень відчуває підвищення Сили-Я. Високе значення фактору «Сила позитивна» свідчить про впевненість у собі, незалежність, вміння самотійно виходити із скрутних ситуацій. Учень не відчуває себе підлеглим у взаємодії з учителем, а навпаки, рівноправним партнером. Схильність до позитивної взаємодії прямо корелює з показником «Висока моральність», тобто учень намагається стати чесним, працелюбним, смиренным, взагалі - соціально бажаною особистістю (+0,859**). Також виявляється позитивний кореляційний зв'язок із самореалізацією і самодетермінацією, відповідно (+0,864**) і (+0,832**). (авторська методика «Самооцінка пізнавальної діяльності учня»). Виявилася позитивна кореляція із самодетермінацією моральною ((+0,609**) й із загальним показником «Пізнавальна діяльність» (+0,609**). (методика «Самооцінка пізнавальної діяльності учня»). Таким чином, позитивна взаємодія сприяє тому, що підвищується і гармонізується психологічна структура пізнавальної діяльності (мотиваційний, операційний, творчий, особистісний, результативний компоненти). З допомогою цього емпіричного дослідження виявилось, що позитивна взаємодія сприяє саморозкриттю потенціалу учня в учбово-пізнавальній діяльності (+0,571**), $r=0,001$. (Методика «Особистісний потенціал». Досягнення позитивної взаємодії в системі «вчитель-учень» сприяє розвитку множинного інтелекту учня (+0,559**) (загальний показник), $r=0,001$ (опитувальник Говарда Гарднера) і операційного компонента його навчально-пізнавальної діяльності (+0,501**), $r=0,004$ (методика «Самооцінка пізнавальної діяльності учня»). Також, кореляційний аналіз засвідчує, що позитивна взаємодія сприяє розвитку мотивації пізнавальної діяльності учня (+0,504**), $r=0,004$, та розвитку його творчості у навчально-пізнавальній діяльності (+0,480**), $r=0,007$. Емпірично доведено, що налагодженню і підтримці позитивної взаємодії сприяє і розвинена світоглядна самодетермінація (+0,446*), $r=0,014$. Також можемо зазначити, що безособова каузальна орієнтація (показник методики Райана - Десі «Види каузальної орієнтації») має обернену кореляцію із позитивною взаємодією (- 0,391*), $r=0,043$. Це означає, що відчуженість, байдужість, відстороненість учня гальмує його схильність до позитивної взаємодії і заважає встановленню конструктивного рівноправного співробітництва між вчителем і учнем в процесі навчання.

Схильність до негативної взаємодії. Схильність до негативної взаємодії найщільніше корелює з фактором «Оцінка негативна » (+0,881**). (Методика ОД). Тому можемо затвердити, що при схильності до негативної взаємодії перш за все підвищується негативне ставлення учня до себе. В учня з'являється незадоволеність рівнем власних досягнень, своєю поведінкою. Загалом, учень не приймає себе. За несприятливих обставин у нього можуть посилюватися прояви неврозу і психопатії. У негативній взаємодії з учителем учневі здається, що він в очах оточення і, особливо, вчителя є непривабливим, несимпатичним. Показник «Схильність до негативної взаємодії» має прямий кореляційний

зв'язок з показником «активність негативна» (+0,860**). (Методика ОД). Учень починає активніше сприймати негативні особливості вчителя, що і штовхає його до порушення поведінки. Показник «Схильність до негативної взаємодії» має пряму кореляцію з показником «Негативний моральний потенціал» (+0,857**). (Методика ОД). Учень стає гнівливим, нечесним і неслухняним, не погоджується з учителем, чинить йому опір. Показник «Схильність до негативної взаємодії» прямо корелює з показником «Самореалізація негативна» (+0,799**). (Методика ОД). Отже, при схильності до негативної взаємодії в учня блокуються особистісний потенціал, не розвиваються здібності, виявляються низькі досягнення, відсутність успіхів і невизнання оточенням. Постійно вводячи учня в ситуацію негативної взаємодії вчитель не тільки учня, але і себе приречує на низьку самореалізацію. «Схильність до негативної взаємодії» має пряму кореляцію з показником «Самореалізація негативна» (+0,750**). (Методика ОД). Це означає, що учень помиляється у виборі правильних дій і вчинків, а то й навмисне обирає погану поведінку при взаємодії з учителем, виправдовує себе, ніби вчитель несправедливий. З показником «Схильність до негативної взаємодії» також корелює і показник «Сила негативна» (+0,544**). (0,002). (Методика ОД). За цим коефіцієнтом кореляції виявляється, що в учня знижується самоконтроль, він стає неспроможним додержуватися прийнятої лінії поведінки, впадає в залежність від зовнішніх обставин і оцінок, відчуває виснаженість і тривожність, почувається надто підлеглим і «прибитим». Схильність до негативної взаємодії прямо корелює з показником «Несприятливі внутрішні умови самодетермінації». (+0,430*, 0,018). (методика «Внутрішні умови самодетермінації»). Це означає, що учень стає негативно мотивованим щодо навчального і поза навчального пізнання, неспроможним чинити самостійно, спрямований на зовнішні орієнтири (першість, престиж, конкуренція тощо), в нього превалує зовнішня каузальна орієнтація (буду поводитися так, як мені звелють), при цьому в учня розвивається безособова каузальна орієнтація (відстороненість, байдужість, егоїзм, депресія).

Висновок. Схильність учня до негативної взаємодії виявляє негативний вплив на його особистісний розвиток і на становлення його пізнавальної діяльності. Виявлено, що негативна взаємодія підсилює негативні якості особистості учня: як фактор негативної оцінки, фактор негативної сили, тобто слабкості особистості, фактор негативної самореалізації, що означає заблокованість у сфері соціально бажаних проявів і неможливість розкрити свій потенціал, і фактор негативної самодетермінації, тобто помилки у поведінці, оманливе самоспричинення діяльності, що в цілому заважають особистісному розвитку і саморозвитку учня. Натомість, за нашими даними картина розвитку особистості і пізнавальної сфери учня при позитивній взаємодії між учнем і вчителем набагато краща і більш гармонійна.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Максименко С.Д. *Основи генетичної психології: навч. посіб.* Київ: НППЦ Перспектива. 1988. 220 с.
2. Максименко С.Д. *Психологія учіння людини : генетико-моделюючий підхід : монографія / С.Д. Максименко.* – К.: Видавничий Дім «Слово», 2013. – 592 с.
3. Максименко С.Д. *Психигенетичний потенціал особистості: методологія та принципи /Українська психологія. XXI століття. Початок. (Дні української психології в Берліні): матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю 27-28 квітня 2023 року : зб. матеріалів / за ред. В.Г. Панка. Київ : Інститут психології Г. С. Костюка НАПН України, 2023. С. 11-29. [URL DOI: <http://doi.org/10.33120/UPS21Proceedings->].*
4. Пастушенко В.С. *Функціонування самопрезентаційного феномена у перехідний період від молодшого шкільного до підліткового віку. // Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми: матеріали всеукраїнської конф. з міжнар. участю 31 травня 2018 року, / за ред. С.Д. Максименка. Київ: ДП «Інформаційно-аналітичне агентство», 2018. С.165-171.*

5. Мар'яненко Л.В. Розвивальні можливості гуманістичного навчання, запропонованого Карлом Роджерсом. /Пріоритетні напрямки розвитку сучасних педагогічних та психологічних наук: зб. наук. робіт учасників міжнар. наук. практ. конф. (Одеса, 7-8 серпня 2020 р.). Одеса: ГО «Південна фундація педагогіки», 2020. С. 46–50.
6. Мар'яненко Л.В. Вплив міжособистісної взаємодії в системі «вчитель-учень» на розвиток навчально-пізнавальної діяльності учнів //Українська психологія. XXI століття. Початок. (Дні української психології в Берліні): матеріали наук.-практ. конф. з міжнар. участю 27-28 квітня 2023 року : зб. матеріалів / за ред. В.Г. Панка. Київ : Інститут психології Г. С. Костюка НАПН України, 2023. С. 222-225. [URL DOI: <http://doi.org/10.33120/UPS21Proceedings-2023>] Збірник розміщено в Електронній бібліотеці НАПН України за посиланням [<https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/735227>].
7. Власова О.І. Психологія розвитку соціальних здібностей особистості в онтогенезі (Повний онтогенез). – Ottawa, Accent Graphics Communications. 2016. 377 р.
8. Гошовський Я. Ресоціалізація депривованої особистості: монографія. Дрогобич: Коло. 2008. 480 с.
9. Мар'яненко Л.В. Психологічна діагностика міжособистісної взаємодії учня і вчителя в процесі навчання. Психологічні виміри особистісної взаємодії суб'єктів освітнього простору в контексті гуманістичної парадигми: збірник матеріалів наукових доповідей VI Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Київ, 23 жовтня 2023 року). Київ, 2023. С. 67-78. [URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/737715>]

УДК 004.4:378.1

Мельников О. Ю., Щербина Б. Т. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

СТВОРЕННЯ ШІ-АГЕНТА ДЛЯ СПРОЩЕННЯ ДОСТУПУ ДО ІНФОРМАЦІЇ САЙТУ ЗАКЛАДУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Анотація. У роботі сформульовано задачу створення інтелектуального ШІ-агента для закладу вищої освіти, метою якого є підвищення ефективності комунікації між студентами, абітурієнтами та адміністрацією. Система розширює функціональність наявного Telegram бота закладу вищої освіти, додаючи можливість обробки запитів природною мовою, персоналізації відповідей та автоматизації навчальних процесів. ШІ-агент через MCP сервер використовує векторну базу даних для семантичного пошуку інформації закладу вищої освіти й зовнішніми сервісами. Реалізація проєкту дозволяє створити гнучке цифрове середовище навчання, що забезпечує своєчасне оновлення даних і зручну інтерактивну взаємодію користувачів з ресурсами закладу вищої освіти.

Ключові слова: інтелектуальний ШІ-агент, дані закладу вищої освіти, семантичний пошук, MCP сервер, векторна база даних, автоматизація, персоналізація.

Abstract. The paper presents an intelligent AI agent for a higher education institution aimed at improving communication efficiency between students, applicants, and the administration. The system extends the functionality of the existing university Telegram bot by adding natural language processing capabilities, personalized responses, and automation of academic processes. Through the MCP server, the AI agent utilizes a vector database for semantic search of the institution's information and interaction with external services. The implementation of the project enables the creation of a flexible digital learning environment that ensures timely data updates and provides users with convenient, interactive access to the resources of the higher education institution.

Keywords: intelligent AI agent, higher education data, semantic search, MCP server, vector database, automation, personalization.

Постановка проблеми. Не всі заклади вищої освіти мають зручні цифрові інструменти для взаємодії студентів із розкладом, новинами чи навчальними платформами, а наявні рішення часто обмежуються простими Telegram ботами [1–4] зі статичними командами. Це ускладнює швидкий пошук потрібної інформації та не враховує індивідуальні потреби користувача. У більшості закладів вищої освіти комунікація між студентом та адміністрацією залишається складною задачею, особливо під час дистанційного навчання. Студенти не завжди вчасно отримують інформацію про зміни в розкладі, початок сесії, новини чи важливі оголошення, що створює плутанину та втрату актуальності даних. Відсутність централізованої системи сповіщень і персоналізованого доступу до інформації ускладнює взаємодію з сервісами закладу вищої освіти та знижує ефективність навчального процесу, що також створює проблему низької ефективності та перевантаженості студентів рутинними діями. Абітурієнтам також бракує зручного способу отримати відповіді на питання про вступ, спеціальності чи документи. Через відсутність інтерактивного помічника їм доводиться самотійно шукати інформацію, що ускладнює комунікацію з закладом вищої освіти.

Метою роботи є створення інтелектуального помічника для студентів, який, надає персоналізовану інформацію, та автоматизує навчальні процеси. ШІ-агент [5] зможе додавати пари та іспити до календаря та у майбутньому взаємодіяти з більш розширеним списком зовнішніх сервісів, забезпечуючи зручну та ефективну взаємодію студента з закладом вищої освіти.

Для досягнення цієї мети передбачено:

- розширення наявного Telegram бота закладу вищої освіти як засіб взаємодії між студентом та ШІ-агентом, і зберігання персоналізованих даних – групу, курс, спеціальність тощо;
- створення системи для формування та своєчасного оновлення семантичного контексту даних закладу вищої освіти – розкладів, оголошень, документів тощо із використанням векторної бази даних [6];
- розробку MCP серверу [7], який надаватиме ШІ-агенту інтерфейс для взаємодії з закладом вищої освіти та зовнішніми джерелами даних, дозволяючи йому самотійно приймати інтелектуальні рішення щодо їх використання;
- обробляти запити природною мовою, використовуючи контекст даних закладу вищої освіти, та працювати з зовнішніми системами.

Викладення основного матеріалу. У межах проєкту передбачається розширення наявного Telegram бота закладу вищої освіти, який наразі вміє обробляти лише статичні та попередньо встановлені команди. Такий підхід обмежує можливості взаємодії користувача із системою, оскільки студент не може сформулювати запит у довільній формі, а повинен дотримуватись заздалегідь визначеної структури меню або кнопок. Крім того, це ускладнює розширення функціоналу бота, адже кожна нова дія вимагає ручного додавання окремої команди та логіки її обробки, що робить систему менш гнучкою та динамічною. Тому буде додано новий окремий режим роботи з ШІ-агентом, залишив стару статичну структуру не змінною, що надає користувачеві вибір.

Наявна база даних цього бота буде доповнена для зберігання персональних даних студентів, зокрема контекстну інформації про групу, курс, спеціальність, форму навчання та інші параметри. Завдяки цьому ШІ-агент зможе автоматично враховувати контекст користувача під час обробки запитів, надавати відповіді, релевантні саме його навчальному плану, і виконувати додаткові дії, наприклад, додавання розкладу занять або сесії до Google Calendar [8].

Розширення системи для формування та своєчасного оновлення семантичного контексту даних закладу вищої освіти передбачає створення механізму, який забезпечуватиме інтелектуальне опрацювання та збереження інформації з різних джерел –

розкладів, оголошень, офіційних документів, новин та інших матеріалів. Усі ці дані проходять попередню обробку – вилучення текстового змісту, нормалізацію, класифікацію за типами й подальше кодування у вигляді векторних представлень [9]. Отримані вектори зберігатимуться у векторній базі даних, що дає змогу здійснювати семантичний пошук [10], тобто знаходити інформацію не лише за ключовими словами, а й за змістом запиту. Завдяки цьому ІІІ-агент зможе формувати релевантні відповіді навіть на нечіткі або контекстні запитання користувачів, забезпечуючи глибше розуміння даних закладу вищої освіти і їх оперативне оновлення при зміні джерел інформації.

Розробка МСР сервера передбачає створення проміжного шару, який забезпечуватиме інтелектуальному ІІІ-агенту доступ до різних джерел закладу вищої освіти і зовнішніх даних через уніфікований інтерфейс. МСР сервер виступатиме посередником між ІІІ-агентом та такими системами, як контекст закладу вищої освіти у векторному сховищі, та будь-якими зовнішніми системами, наприклад, такі як календар. Завдяки цьому ІІІ-агент зможе запитувати потрібні дані, отримувати структуровані відповіді та самостійно визначати, як саме ці дані слід використати для виконання запиту користувача. Таким чином, МСР сервер забезпечить гнучку інтеграцію ІІІ-агента з різними системами.

Практичне застосування. Практичне застосування системи полягає у створенні зручного інтелектуального інтерфейсу взаємодії між студентом, абітурієнтом та закладом вищої освіти.

За допомогою ІІІ-агента користувачі зможуть:

- у звичній розмовній формі отримувати актуальну інформацію про розклад занять, сесію, новини, оголошення або стипендії, наприклад, поставити запитання “Чи вийшов я на стипендію” – ІІІ-агент сам знайде потрібний документ, прочитає його та відповість. Або поставити запитання “Чи є в мене борги? Якщо так, з яких саме предметів?” – ІІІ-агент самостійно знайде таблицю Excel, визначить студента й надасть перелік предметів, з яких у студента є борги;
- ІІІ-агент надає інформацію з урахуванням курсу, групи та спеціальності, забезпечуючи індивідуальний підхід, що надає персоналізовану взаємодію студента з закладом вищої освіти;
- автоматизація навчальних процесів, наприклад, додавання розкладу та іспитів у Google Calendar, у майбутньому можливе сповіщення про зміни та нові повідомлення, та навіть інтеграцію з Moodle [11];
- зменшення навантаження на адміністрацію, де часті запити студентів, такі як розклад, документи, вступні питання, обробляються автоматично ІІІ-агентом.

Такий підхід дозволяє суттєво зменшити навантаження на адміністрацію закладу вищої освіти, підвищити ефективність комунікації, скоротити час пошуку потрібних даних і забезпечити персоналізований досвід для кожного користувача.

Висновки. У ході роботи було сформовано концепцію інтелектуального ІІІ-агента для закладу вищої освіти, який покликаний спростити взаємодію студентів, абітурієнтів та адміністрації через розширення можливостей наявного Telegram бота.

Система поєднує сучасні технології обробки природної мови, векторні бази даних та інтеграції з зовнішніми сервісами, що забезпечує персоналізовану та контекстну взаємодію користувача з даними закладу вищої освіти.

Реалізація такого рішення дозволить покращити якість комунікації, підвищити ефективність інформаційних процесів і створити більш гнучке цифрове середовище навчання.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Telegram Bot Platform URL: <https://telegram.org/blog/bot-revolution> (Дата звернення 26.10.2025)

2. О. Ю. Мельников, Є. П. Пеліх, “Використання телеграм-ботів для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти”, *Сучасна освіта – доступність, якість, визнання: збірник наукових праць XVI Міжнародної науково-методичної конференції, 13–14 листопада 2024 року, м.м. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль / [за заг. ред. д-ра техн. наук., проф. С. В. Ковалевського і Hon.D.Sc., prof. Predrag Dasic], – Краматорськ : ДДМА, с. 207–210, 2024.*
3. Є. П. Пеліх, О. Ю. Мельников, “Задача створення «Телеграм-бота» для спрощення доступу до інформації закладу вищої освіти”, *Молодіжна наука: інновації та глобальні виклики: збірник тез за матеріалами Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, Полтава: НУПП імені Юрія Кондратюка, с. 539–540, 2024.*
4. О. Ю. Мельников, Є. П. Пеліх, “Спрощення доступу до навчальної інформації за допомогою Telegram-бота”, *Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції, Черкаси, с. 125–128, 2025.*
5. AI agents – what they are, and how they’ll change the way we work URL: <https://news.microsoft.com/source/features/ai/ai-agents-what-they-are-and-how-theyll-change-the-way-we-work> (Дата звернення 26.10.2025)
6. What Is a Vector Database? URL: <https://www.oracle.com/ua/database/vector-database/> (Дата звернення 26.10.2025)
7. What is the Model Context Protocol (MCP)? URL: <https://modelcontextprotocol.io/docs/getting-started/intro> (Дата звернення 26.10.2025)
8. Shareable Online Calendar URL: <https://workspace.google.com/products/calendar/> (Дата звернення 26.10.2025)
9. What are Vector Embeddings URL: <https://www.pinecone.io/learn/vector-embeddings/> (Дата звернення 26.10.2025)
10. What is semantic search? URL: <https://www.elastic.co/what-is/semantic-search> (Дата звернення 26.10.2025)
11. Online learning, delivered your way URL: <https://moodle.com/> (Дата звернення 26.10.2025)

УДК 004.4:378.1

Мельников О. Ю., Шиманська С. А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ПЕРЕДБАЧЕННЯ ОБИРАННЯ ДИСЦИПЛІН ВІЛЬНОГО ВИБОРУ ЗДОБУВАЧАМИ ОСВІТИ ЗА ДОПОМОГОЮ РЕКОМЕНДАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Анотація. Наведено розробку інтелектуальної системи рекомендацій навчальних дисциплін для студентів факультету автоматизації машинобудування та інформаційних технологій. Описано реалізацію власної нейромережевої моделі з використанням Python, Keras, TensorFlow, Scikit-learn та Pandas. Проведено комплексне порівняння ефективності розробленої моделі з сімома алгоритмами машинного навчання. Встановлено, що нейромережа демонструє найвищу точність прогнозування - 85,7%. Для перевірки стійкості моделей застосовано метод крос-валідації, що підтвердило надійність отриманих результатів.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, електронне навчання, нейронні мережі, машинне навчання, дисципліни вільного вибору.

Abstract. The development of an intelligent recommendation system for academic disciplines for students of the Faculty of Automation, Mechanical Engineering and Information Technologies is presented. The implementation of a proprietary neural network model using Python, Keras, TensorFlow, Scikit-learn and Pandas is described. A comprehensive comparison of the effectiveness of the developed model with seven machine learning algorithms was conducted. It was found that the neural network demonstrates the highest prediction accuracy – 85.7%. To verify the stability of the models, the cross-validation method was used, which confirmed the reliability of the results obtained.

Keywords: decision support system, E-learning, neural networks, machine learning, course offering, student course selection, goal seeking.

Постановка проблеми. Сучасна вища освіта України, відповідно до Закону «Про вищу освіту», надає здобувачам право здобувачів самостійно обирати дисципліни вільного вибору, що становлять не менше 25% навчального плану [1]. Однак ця можливість часто супроводжується труднощами для студентів, які не завжди мають достатньо інформації для обґрунтованого вибору, що відповідає їхнім інтересам, академічним здібностям та кар'єрним планам. З іншого боку, адміністрації навчальних закладів стикаються зі складністю планування навчального навантаження та розподілу ресурсів через непередбачений попит на окремі курси. Наявні підходи часто не враховують індивідуальних особливостей студентів і складних нелінійних залежностей між їхніми успіхами та майбутніми виборами.

Метою роботи є створення рекомендаційної системи, що на основі аналізу академічних показників і вподобань студентів зможе прогнозувати вибір дисциплін вільного вибору та надавати персональні рекомендації здобувачам освіти [2].

Для досягнення цієї мети передбачено:

- аналіз факторів, що впливають на вибір дисциплін;
- розробку моделі прогнозування на базі нейронної мережі;
- порівняння її ефективності з іншими методами машинного навчання;
- оцінку точності та практичної користі запропонованого рішення [3].

Викладення основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети було розроблено модель на основі багатосарової нейронної мережі.[4] Як вхідні дані система

використовує набір індивідуальних характеристик здобувачів освіти, таких як успішність з технічних, гуманітарних та спортивних дисциплін, а також стать здобувача [5, 6].

Архітектура моделі становить собою багатошаровий перцептрон, спеціально розроблений для задач багатокласової класифікації. Модель складається з трьох повнозв'язних шарів, що формують глибоку нейронну мережу з прогресивним зменшенням розмірності: вхідний шар (64 нейрони), прихований шар (32 нейрони) та вихідний шар (5 нейронів, що відповідає кількості пропонованих дисциплін). Для обробки нелінійних залежностей у прихованих шарах використана функція активації ReLU [7], а на виході — функція активації Softmax для перетворення результатів у ймовірнісний розподіл [8].

Навчання моделі проводилося на реальних даних студентів факультету автоматизації машинобудування та інформаційних технологій Донбаської державної машинобудівної академії. Для розробки моделі використовувалися Python, бібліотеки: Keras, TensorFlow, Scikit-learn та Pandas, що надають потужні інструменти для побудови складних архітектур глибокого навчання, здатних виявляти приховані взаємозв'язки та закономірності.

У результаті система навчилася визначати, які дисципліни з найбільшою ймовірністю обере конкретний студент. Під час тестування модель показала високу точність прогнозування — понад 85%, що підтверджує її ефективність.

Для перевірки ефективності створеної моделі було проведено порівняння з кількома популярними алгоритмами машинного навчання, які часто застосовуються для класифікації та прогнозування в освітній аналітиці. Метою було з'ясувати, наскільки штучна нейронна мережа перевершує традиційні методи у задачі прогнозування вибору дисциплін студентами.

До аналізу було включено такі алгоритми:

Логістична регресія [9] — базовий статистичний метод, що визначає зв'язок між ознаками та ймовірністю вибору певної дисципліни. Вона працює швидко, але погано враховує складні, нелінійні взаємозв'язки між параметрами. У нашому дослідженні цей метод показав середню точність близько 57%, що свідчить про обмеженість моделі для подібних завдань.

Метод опорних векторів [10] — один із найточніших алгоритмів для задач класифікації, здатний працювати з невеликими наборами даних. Його перевагою є вміння будувати оптимальну межу розділення між класами. У нашому випадку точність прогнозування склала близько 71%, що є хорошим результатом, але нижчим, ніж у нейромережі.

Випадковий ліс [11] — ансамблевий метод, що поєднує багато «дерев рішень» для покращення точності. Він добре справляється з великими наборами даних, але схильний до втрати узагальнюючої здатності при невеликій кількості прикладів. У дослідженні точність цього алгоритму склала приблизно 43%.

Гradientний бустинг [12] — більш складна ансамблева техніка, яка послідовно вдосконалює попередні моделі. Проте через невеликий обсяг навчальних даних у нашій вибірці він не показав високої ефективності — близько 29% точності.

Метод k-найближчих сусідів [13] — простий і зрозумілий підхід, який класифікує новий приклад, орієнтуючись на найбільш подібних студентів у базі даних. Незважаючи на інтуїтивність, метод показав лише 57% точності, бо він чутливий до вибору параметрів і розподілу даних.

Наївний байєсівський класифікатор [14] — дуже швидкий, але спрощений алгоритм, що припускає незалежність усіх ознак. Через це він не зміг адекватно врахувати складні зв'язки між оцінками та інтересами студентів, показавши найнижчу точність — 14%.

Дерево рішень [15] — метод, що будує логічні правила для передбачення результату. Хоча модель зрозуміла для користувача, вона легко перенавчається. У нашому випадку точність становила близько 28%.

Таким чином, порівняльний аналіз з іншими алгоритмами машинного навчання підтвердив перевагу обраної нейромережевої архітектури, оскільки жоден з альтернативних методів не показав результату, близького до 85%.

Додаткова перевірка стійкості моделі за допомогою 3-фолдової крос-валідації [16] підтвердила її стабільність та здатність до узагальнення. Нейромережа показала найвищий середній показник точності (0.492) та найменший розкид результатів (± 0.051) серед усіх протестованих моделей.

Практичне застосування. Розроблена модель рекомендаційної системи демонструє перспективність використання підходів штучного інтелекту для підтримки прийняття рішень під час вибору студентами дисциплін вільного вибору.

Отримані результати можуть стати основою для створення програмного інструменту, який у майбутньому можна буде впровадити у вищих навчальних закладах. Передбачається, що впровадження повноцінної системи на базі запропонованої моделі дозволить:

- персоналізувати навчальний процес, враховуючи академічні досягнення та індивідуальні вподобання студентів;
- підвищити мотивацію до навчання, оскільки вибір дисциплін ґрунтуватиметься на інтересах і сильних сторонах здобувача освіти;
- оптимізувати розподіл навчального навантаження викладачів та ефективніше формувати навчальні групи;
- забезпечити збір аналітичних даних щодо популярності дисциплін і тенденцій освітніх виборів;
- зменшити адміністративні витрати при організації процесу вибору дисциплін.

У перспективі реалізація цієї системи сприятиме створенню гнучкої, ефективної та орієнтованої на студента освітньої моделі, яка забезпечить поєднання індивідуального підходу до навчання з потребами закладу вищої освіти.

Висновки. У даній роботі розглянуто задачу автоматизації вибору дисциплін вільного вибору за допомогою рекомендаційної моделі на основі нейронної мережі.

Розроблена модель продемонструвала високу точність і стабільність прогнозування, що свідчить про перспективність застосування такого підходу для подальшої розробки повноцінної рекомендаційної системи у закладах вищої освіти.

Запропонований підхід має потенціал для того, щоб у майбутньому не лише полегшити студентам процес вибору дисциплін, але й допомогти адміністрації оптимізувати планування освітнього процесу.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на трансформацію моделі в повноцінну систему, зокрема на розширення набору параметрів (врахування відгуків, кар'єрних уподобань тощо), вдосконалення алгоритмів персоналізації та її апробацію в реальному навчальному середовищі.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про вищу освіту» № 1556-VII від 01.07.2014 року URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18> (Дата звернення 22.10.2025)
2. Наливайко О. О. Перспективи використання нейромереж у вищій освіті України. Інформаційні технології і засоби навчання. 2023. Том 97. №5, 2–3 с. URL: www.researchgate.net/publication/375670837 (Дата звернення 22.10.2025)
3. Sun P.C., Tsai R.J., Finger G., Chen Y.Y. and Yeh D., What drives a successful e-Learning? An empirical investigation of the critical factors influencing learner satisfaction. *Computers & Education*. 50 (4) (2008), 1183–1202 с. URL: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.11.007> (Дата звернення 22.10.2025)
4. Ahmad A. Kardan, Hamid Sadeghi, A Decision Support System for Course Offering in Online Higher Education Institutes. *International Journal of Computational Intelligence Systems*. Volume 6, 2013 - Issue 5, 929с. URL: <https://doi.org/10.1080/18756891.2013.808428> (Дата звернення 22.10.2025)

5. С. В. Буртовий, В. А. Чубенко, С. В. Василюк-Зайцева Використання нейромереж у розпізнаванні та діагностиці навчальних здібностей здобувачів освіти. *Академічні візії*. №29, 2024, 2–3 с. URL: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/971/884> (Дата звернення 22.10.2025)
6. О. Ю. Мельников, В. Б. Гіміс, Дослідження впливу якості засвоєння попереднього матеріалу на успішність здобувачів освіти з окремої дисципліни. *Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології*. Харків: НТУ «ХПІ», 2022, № 2 (7), 70 с. URL: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2022.01.12> (Дата звернення 22.10.2025)
7. Bharath Krishnamurthy, An Introduction to the ReLU Activation Function URL: <https://builtin.com/machine-learning/relu-activation-function> (Дата звернення 22.10.2025)
8. Bala Priya C, Softmax Activation Function: Everything You Need to Know URL: <https://www.pinecone.io/learn/softmax-activation> (Дата звернення 22.10.2025)
9. Fangfang Lee, What is logistic regression? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/logistic-regression> (Дата звернення 22.10.2025)
10. Eda Kavlakoglu, What are support vector machines (SVMs)? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/support-vector-machine> (Дата звернення 22.10.2025)
11. Niklas Donges, Random Forest: A Complete Guide for Machine Learning. URL: <https://builtin.com/data-science/random-forest-algorithm> (Дата звернення 22.10.2025)
12. Bryan Clark, Fangfang Lee, What is Gradient Boosting? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/gradient-boosting> (Дата звернення 22.10.2025)
13. Eda Kavlakoglu, What is the k-nearest neighbors (KNN) algorithm? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/knn> (Дата звернення 22.10.2025)
14. Eda Kavlakoglu, What are Naïve Bayes classifiers? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/naive-bayes> (Дата звернення 22.10.2025)
15. Eda Kavlakoglu, What is a decision tree? URL: <https://www.ibm.com/think/topics/decision-trees> (Дата звернення 22.10.2025)
16. Jason Brownlee, A Gentle Introduction to k-fold Cross-Validation URL: <https://machinelearningmastery.com/k-fold-cross-validation> (Дата звернення 22.10.2025)

УДК 378.147:004.94

Міхєєнко Д.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

АВТОМАТИЗОВАНЕ ПРОЄКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ МАШИН У СУЧАСНІЙ ОСВІТІ: ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПНОСТІ, ЯКОСТІ ТА ВИЗНАННЯ.

Анотація. Стаття аналізує інтеграцію автоматизованого проєктування (САПР) деталей і вузлів машин у сучасну освіту з акцентом на доступність, якість та міжнародне визнання. Розглянуто тенденції 2025 року, такі як використання штучного інтелекту, віртуальних лабораторій та інклюзивних практик навчання інженерії. На основі міжнародних джерел запропоновано стратегії підвищення ефективності викладання САПР у механічній інженерії, забезпечення інклюзії для студентів з інвалідністю та гармонізації освітніх програм із глобальними стандартами. Показано роль проєктно-орієнтованого навчання (PBL) і технологій VR/AR у підвищенні мотивації, якості знань і практичних навичок студентів.

Ключові слова: автоматизоване проєктування, САПР, інженерна освіта, доступність освіти, якість освіти, міжнародне визнання, AI, віртуальні лабораторії, інклюзивне навчання.

Abstract. The article analyzes the integration of computer-aided design (CAD) of machine parts and assemblies into modern education, emphasizing accessibility, quality, and international recognition. It

examines 2025 trends such as AI integration, virtual laboratories, and inclusive practices in engineering education. Based on international frameworks, strategies are proposed to enhance the effectiveness of CAD teaching, ensure inclusion for students with disabilities, and align qualifications with global standards. The study highlights the role of project-based learning (PBL) and VR/AR technologies in improving motivation, educational quality, and students' practical competencies.

Keywords: computer-aided design, CAD, engineering education, accessibility, quality, international recognition, AI, virtual laboratories, inclusion.

Вступ. Автоматизоване проектування (Computer-Aided Design, CAD) є фундаментальною частиною механічної інженерії, що революціонізувало процеси конструювання деталей і вузлів машин (див. рис. 1). У контексті сучасної освіти, тема "Сучасна освіта – доступність, якість, визнання" стає ключовою для інтеграції САПР у навчальні програми. За даними OECD [1], тенденції 2025 року включають цифрову трансформацію, AI-драйвоване персоналізоване навчання та фокус на інклюзії [2, 3]. У механічній інженерії CAD інструменти не лише покращують точність дизайну, але й трансформують освіту через віртуальні симуляції та проектне навчання. Ця стаття розглядає, як забезпечити доступність CAD-освіти, її якість та міжнародне визнання, з рекомендаціями для українських вишів у умовах глобальних викликів, таких як цифровий розрив, демографічні зміни та геополітичні напруги.

Постановка проблеми. Сучасна освіта у сфері автоматизованого проектування (CAD) стикається з комплексом проблем, що охоплюють аспекти доступності, якості та міжнародного визнання. Незважаючи на розвиток цифрової інфраструктури, значна частина закладів вищої освіти має обмежений доступ до ліцензійного програмного забезпечення, сучасних комп'ютерних засобів та стабільного інтернет-з'єднання. Це створює нерівні умови для студентів із віддалених регіонів, соціально вразливих груп і осіб з інвалідністю, що безпосередньо впливає на рівень їхньої участі в навчальному процесі.

Проблема якості підготовки кадрів полягає у відсутності стандартизованих методик викладання, недостатньому оновленні змісту навчальних програм і розриві між академічною освітою та потребами ринку праці. Викладачі часто змушені самостійно адаптувати програмне забезпечення й розробляти навчальні матеріали без достатньої методичної підтримки, що призводить до перевантаження та професійного вигорання. Динамічний розвиток технологій штучного інтелекту, віртуальної та доповненої реальності вимагає системного оновлення компетенцій педагогічних працівників і гнучких механізмів модернізації навчального процесу.

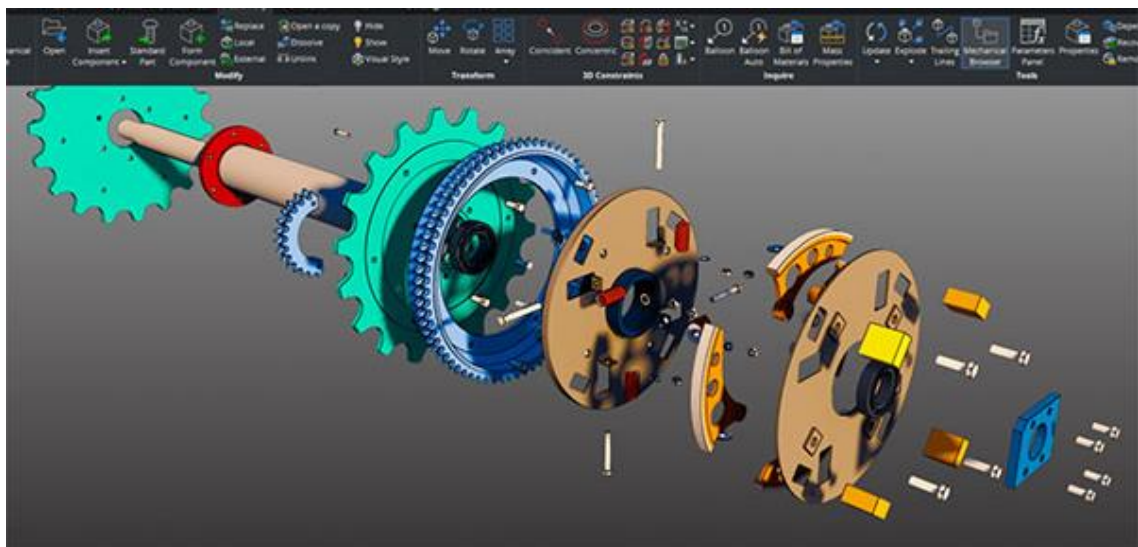


Рис. 1 – Проектування вузлів машин у CAD-системі

Ще одним суттєвим викликом є визнання кваліфікацій у сфері CAD-освіти. Відсутність міжнародно узгоджених стандартів і механізмів сертифікації ускладнює академічну та професійну мобільність випускників, особливо у глобалізованому інженерному середовищі. Для України ця проблема набуває додаткової актуальності через наслідки війни, міграцію кадрів і нерівномірність технічного забезпечення навчальних закладів. У таких умовах постає необхідність створення адаптивних стратегій цифрової інтеграції, що забезпечать доступність, якість і міжнародну релевантність освіти з автоматизованого проектування.

Методика. Дослідження ґрунтується на аналізі наукової літератури, міжнародних стандартів та тенденцій розвитку інженерної освіти станом на 2025 рік. Основними джерелами виступили аналітичні звіти OECD, матеріали акредитаційних агентств ABET, а також публікації у рецензованих журналах з питань інженерної педагогіки та цифрової освіти [4-12].

Методологічну основу становить системний огляд літератури з використанням ключових слів CAD, CAPE, engineering education, accessibility, quality, recognition. Пошук проводився у міжнародних базах даних Google Scholar, Scopus та OECD Reports, із подальшою фільтрацією джерел за релевантністю та науковою достовірністю.

Аналіз включав якісну оцінку тенденцій розвитку CAD-освіти, порівняння рамок акредитації освітніх програм (зокрема, вимог Washington Accord та EUR-ACE Framework Standards) і вивчення успішних кейс-стаді впровадження віртуальних лабораторій і симуляційних платформ у навчальний процес.

Для оцінки доступності CAD-освіти використовувалися принципи Universal Design for Learning (UDL), що передбачають створення інклюзивного та гнучкого навчального середовища. Оцінювання якості підготовки здійснювалося на основі моделей проектно-орієнтованого навчання (Project-Based Learning, PBL) із застосуванням сучасних CAD-інструментів, зокрема FreeCAD, AutoCAD і SolidWorks.

Результати. Аналіз отриманих даних показав, що підвищення доступності освіти у сфері автоматизованого проектування найбільш ефективно забезпечується впровадженням віртуальних CAD-лабораторій та відкритих освітніх ресурсів (OER). Такі рішення дозволяють усунути технічні та соціальні бар'єри для студентів із віддалених регіонів і осіб з інвалідністю, забезпечуючи рівні умови для участі у навчальному процесі. Важливу роль відіграють також адаптивні інтерфейси та хмарні сервіси, що надають можливість працювати з CAD-застосунками без необхідності встановлення дорогого програмного забезпечення.

Щодо якості навчання, результати досліджень і кейс-аналізів свідчать, що впровадження проектно-орієнтованого підходу (PBL) з використанням CAD-технологій сприяє підвищенню практичних і когнітивних навичок студентів на 20–30%, особливо на початкових етапах навчання. Інтеграція AI-інструментів у процес проектування та оцінювання робіт дозволяє автоматизувати частину аналітичних і рутинних завдань, покращуючи ефективність контролю знань і зворотного зв'язку між студентами та викладачами.

Щодо визнання кваліфікацій, важливу роль відіграють міжнародні рамкові угоди, такі як Washington Accord та EUR-ACE, які охоплюють понад 20 країн і забезпечують взаємне визнання інженерних освітніх програм. Перспективним інструментом у цьому напрямі є мікрокреденціали та цифрові сертифікати, що дають змогу фахівцям підтверджувати окремі компетенції з CAD-технологій і сприяють їхній професійній мобільності.

Серед ключових технологічних тенденцій 2025 року відзначено зростання використання віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) в інженерній освіті – на рівні близько 40% від загальної кількості інтерактивних навчальних курсів (див. рис. 2). Це

свідчить про перехід від традиційних форм навчання до більш імерсивних, інтерактивних та персоналізованих форматів, де CAD-технології виступають центральним елементом цифрової екосистеми навчання.



Рис.2 – Приклад використання віртуальної реальності (VR) в інженерній освіті

Обговорення. Отримані результати свідчать про те, що інтеграція технологій штучного інтелекту (AI) та принципів універсального дизайну навчання (UDL) є ключовими чинниками для подолання бар'єрів доступності в освіті з автоматизованого проєктування. Водночас існують суттєві виклики, пов'язані з цифровим розривом, обмеженістю технічних ресурсів та нерівномірністю фінансування освітніх закладів, особливо у країнах, що розвиваються. Це потребує цілеспрямованих інвестицій у цифрову інфраструктуру, підвищення кваліфікації кадрів і підтримку інклюзивних освітніх ініціатив.

Покращення якості підготовки фахівців можливе через розширення системи акредитації навчальних програм, орієнтованих на результати навчання та практичні компетенції у сфері CAD. Однак ефективність таких реформ значною мірою залежить від інвестицій у професійний розвиток викладачів, зокрема в оновлення їхніх цифрових навичок, знань з AI-технологій і методів проєктно-орієнтованого навчання.

Щодо визнання кваліфікацій, міжнародна гармонізація освітніх стандартів (через механізми Washington Accord, EUR-ACE та подібні угоди) є потужним інструментом для підвищення глобальної мобільності інженерів. Проте геополітичні чинники та обмеження академічного співробітництва можуть ускладнювати інтеграцію української освіти у світовий освітній простір, що вимагає розвитку стратегій освітньої дипломатії та партнерських програм.

Порівняння з традиційними підходами до навчання показує, що використання CAD-технологій у поєднанні з AI робить освітній процес більш адаптивним, персоналізованим і продуктивним. Водночас актуальними залишаються етичні аспекти застосування штучного інтелекту, зокрема питання упередженості алгоритмів, захисту даних і прозорості оцінювання.

Для української системи освіти доцільно орієнтуватися на поступове узгодження стандартів підготовки фахівців з європейськими вимогами, інтеграцію міжнародних сертифікаційних програм та впровадження відкритих цифрових платформ для CAD-навчання. Це сприятиме підвищенню якості освітнього процесу, зміцненню довіри до українських дипломів і розширенню можливостей академічної та професійної мобільності.

Висновки. Інтеграція автоматизованого проєктування деталей і вузлів машин у систему сучасної освіти є стратегічним напрямом розвитку інженерної підготовки, що поєднує технологічні, педагогічні та соціальні аспекти. Забезпечення доступності освіти вимагає впровадження інклюзивних технологій, зокрема принципів Universal Design for

Learning (UDL), хмарних CAD-рішень і відкритих освітніх ресурсів (OER), які зменшують бар'єри для студентів із різним рівнем технічних можливостей. Підвищення якості навчання досягається через стандартизацію освітніх програм, розвиток проєктно-орієнтованих підходів (Project-Based Learning), акредитацію відповідно до міжнародних вимог та активне використання інструментів штучного інтелекту для аналізу, моделювання й оцінювання результатів навчання. Важливим чинником залишається визнання кваліфікацій через участь у міжнародних угодах – Washington Accord, EUR-ACE тощо, – що забезпечує мобільність інженерів і взаємне визнання освітніх результатів у глобальному просторі.

У 2025 році провідними тенденціями розвитку інженерної освіти є використання AI-, VR- та AR-технологій, які роблять процес навчання більш адаптивним, інтерактивним і наближеним до реальних виробничих умов. Для України актуальним є впровадження віртуальних CAD-лабораторій, розвиток національної платформи відкритих інженерних ресурсів і поступове узгодження освітніх стандартів із рекомендаціями OECD та європейськими рамками кваліфікацій. Такий підхід сприятиме підвищенню конкурентоспроможності української освіти, забезпеченню її стійкості в умовах цифрових трансформацій і формуванню нового покоління інженерів, здатних ефективно працювати в умовах глобального ринку знань та інновацій.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. OECD. *Pensions at a glance 2015: OECD and G20 indicators*. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development. 2015. 374 pp. ISBN 978-92-64-24063-6
2. Four CAD Trends for 2025. *Global Leader in Product Lifecycle Management Software*. | PTC. URL: <https://www.ptc.com/en/blogs/cad/4-cad-trends-2025> (date of access: 28.10.2025).
3. AI In Design | Engineering Skills | Siemens Software. Academic. URL: <https://blogs.sw.siemens.com/academic/ai-in-engineering-education/> (date of access: 28.10.2025)
4. Jaakma K., Kiviluoma P. Auto-assessment tools for mechanical computer aided design education. *Heliyon*. 2019. Vol. 5, no. 10. P. e02622. URL: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02622>
5. Sola-Guirado, R.R., Guerrero-Vacas, G. & Rodríguez-Alabanda, Ó. Teaching CAD/CAM/CAE tools with project-based learning in virtual distance education. *Educ Inf Technol* 27, 5051–5073 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10826-3>
6. Dagman A., Wärmefjord K. An Evidence-Based Study on Teaching Computer Aided Design in Higher Education during the COVID-19 Pandemic. *Education Sciences*. 2022. Vol. 12, no. 1. P. 29. URL: <https://doi.org/10.3390/educsci12010029>
7. Giles, M. L., & Jin, B., & Ronney, P., & Uehara, J. (2024, April), Adapting CAD Education for Visual Inclusivity Paper presented at 2024 ASEE PSW Conference, Las Vegas, Nevada. 10.18260/1-2-46019
8. Khot, S. B., Magdum, R., Jadhav, P., Desavale, R., & Shirkuppikar, S. (2025). Bridging the Gap: A Case Study on Implementing and Evaluating a Virtual CAD Modelling Lab for Enhanced Accessibility and Learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 38(2), 505–512. <https://doi.org/10.16920/jeet/2025/v38is2/25062>
9. Saxe, A., Koseoglu, A., & Razavinia, N. (2024). Enhancing Accessibility and Inclusion in Engineering Education. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEAA)*. <https://doi.org/10.24908/pceea.2023.17138>
10. Washington Accord. International Engineering Alliance. URL: <https://www.internationalengineeringalliance.org/accords/washington-accord> (date of access: 28.10.2025).
11. Home. International Engineering Alliance. URL: <https://www.internationalengineeringalliance.org/> (date of access: 28.10.2025).
12. Mutual Recognition Agreements - ABET. ABET. URL: <https://www.abet.org/global-engagement/mutual-recognition-agreements/> (date of access: 28.10.2025).

УДК 33.330.3

Новіков Ф.В. (Харківський національний економічний університет ім. Семе́на Кузне́ця, Харків, Україна), **Новіков Д.Ф.** (Харків, Україна).

НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИСОКОЯКІСНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЕКОНОМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

Анотація. Роботу присвячено підвищенню якості освіти в навчальних закладах економічного напрямку. Показано важливість вивчення навчальних технологічних дисциплін технологічного спрямування в системі підготовки здобувачів вищої освіти – економістів. Розглянуто основні недоліки вивчення навчальних дисциплін технологічного спрямування та надано практичні рекомендації щодо покращення якості їх викладання. Відзначається актуальність вивчення технологічних дисциплін, пов'язаних із інноваційними технологіями Індустрія 4.0 виробництва продукції та надання послуг, які отримали широкий розвиток і практичне застосування. Наведено сутність основних принципових технологічних положень сучасної навчальної дисципліни технологічного спрямування "Інноваційні технології виробництва продукції та надання послуг".

Ключові слова: якість освіти, економісти, дисципліни технологічного спрямування, інноваційні технології Індустрія 4.0, стартап, економічні критерії

Abstract. The work is devoted to improving the quality of education in educational institutions of the economic direction. The importance of studying educational technological disciplines of the technological direction in the system of training higher education applicants - economists is shown. The main shortcomings of studying educational disciplines of the technological direction are considered and practical recommendations are given for improving the quality of their teaching. The relevance of studying technological disciplines related to innovative technologies Industry 4.0 of production and provision of services, which have received wide development and practical application, is noted. The essence of the main fundamental technological provisions of the modern educational discipline of the technological direction "Innovative technologies of production and provision of services" is given.

Keywords: quality of education, economists, disciplines of the technological direction, innovative technologies Industry 4.0, startup, economic criteria

Вступ. Сучасний рівень розвитку економіки країни постійно вимагає підвищення якості підготовки здобувачів вищої освіти економічних спеціальностей. Особливо це відноситься до вивчення теорії та практики інноваційних технологій Індустрія 4.0, які набули широкого застосування у суспільстві та виробництві. Це пов'язано з тим, що основою для вивчення спеціальних навчальних економічних дисциплін є існуючі системи технологій, які охоплюють всі сфери життя і діяльності людини: виробництво, торгівлю, мистецтво, побут тощо. Тому зараз в економічних університетах на перших курсах здобувачі вищої освіти вивчають дисципліни технологічного спрямування, що є необхідною умовою успішного вивчення на старших курсах спеціальних економічних дисциплін. Основною задачею цих технологічних дисциплін є отримання знань щодо сутності технологій та вміння їх створення і оптимізації за різними технічними критеріями (якість, точність, продуктивність тощо), ефективного практичного застосування. В спеціальних економічних дисциплінах, за суттю, здійснюється подальше вивчення питань структурної та параметричної оптимізації різних за призначенням технологічних процесів, які мають місце у сфері виробництва та суспільного життя людей, однак за іншими (уже економічними) критеріями. У сукупності це дозволяє здобувачам вищої освіти-економістам отримати міцні технологічні і економічні знання, пов'язані із класичними знаннями щодо теорії "технологій" та сучасних інноваційних технологій Індустрія 4.0 виробництва продукції та надання послуг, та стати кваліфікованими фахівцями. Зараз з'явилась

тенденція вивчення тільки окремих технологій Індустрія 4.0 (наприклад, штучного інтелекту). Однак без загальних знань класичної технологічної науки отримання знань тільки за окремими технологіями Індустрія 4.0 є все ж не-достатньо для подальшого вивчення економічних наук та підготовки кваліфікованих фахівців-економістів. Виходячи із цього, в роботі розглядаються актуальні питання навчально-методичного забезпечення високоякісної технологічної підготовки здобувачів вищої освіти економічних спеціальностей на основі навчальної дисципліни технологічного спрямування "Інноваційні технології виробництва продукції та надання послуг".

Постановка проблеми. Метою роботи є обґрунтування умов покращення якості вивчення навчальних дисциплін технологічного спрямування, що базуються на знаннях щодо загальної достатньо складної теорії "технологій" та сучасних інноваційних технологіях Індустрія 4.0 виробництва продукції та надання послуг.

Основні задачі: конкретизувати основні недоліки вивчення навчальних дисциплін технологічного спрямування, надати практичні рекомендації з покращення якості їх викладання та підготування фахівців-економістів.

Методика. В основу роботи покладено принцип – від простого до складного.

На початку навчання пропонується вивчення основних технологічних понять (технологія, технологічна система, системи технологій, інновація, інноваційний процес тощо), оскільки, як показує практика, розуміння цих понять викликає значні труднощі серед здобувачів вищої освіти. Наприклад, є значне непорозуміння між цими поняттями. Особливо, щодо відмінностей понять: технологія, технологічна система, системи технологій та різноманіття їх практичного застосування. Є проблеми з наведенням конкретних прикладів за даних понять. Наприклад, до якого поняття можна віднести університет, навчальну групу тощо. Є також непорозуміння між поняттями інноваційні технології, високі технології, наукомісткі технології та традиційні технології: чим вони відрізняються та за яких ознак вони є спільними. На конкретних прикладах здобувачам вищої освіти не вдається пояснити ці відмінності. А з цього розпочинається вивчення технології як науки. Тому даним питанням необхідно приділити особу увагу, без їх розуміння складно далі вивчати сутність різних технологічних процесів та їх практичне значення, а в подальшому й спеціальні економічні дисципліни.

Після вивчення основних технологічних понять та сутності технологічних процесів в подальшому слід перейти до вивчення більш складних питань щодо промислових революцій, технологічних устоїв та сучасних інноваційних технологій Індустрія 4.0 виробництва продукції та надання послуг. А це такі високі технології: штучний інтелект, нанотехнології, інформаційні технології, робототехніка, 3D-принтери, процесори, біотехнології, соціальні технології тощо. Їх практичне використання вимагає від фахівців-економістів більш високого рівня технологічних знань.

Результати. Із всього різноманіття визначень поняття "технологія" слід виділити головні: 1 – сукупність прийомів і способів отримання і обробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів; 2 – операції, пов'язані з видобутком, обробкою, переробкою, виготовленням, транспортуванням, складанням, збереженням тощо; 3 – опис зазначених процесів у вигляді технологічної документації (впровадження нових технологічних процесів, регламенту, технологічних карт, рецептів, інструкцій, графіків тощо); 4 – прийоми і способи отримання і обробки інформації в технічній, економічній, політичній, побутовій діяльності людини; 5 – сукупність цілеспрямованих інструментальних дій, фізичних, хімічних або біологічних процесів і засобів їх здійснення для досягнення поставленої мети.

Поняття "технологічна система" принципово відрізняється від поняття "технологія" і визначаються так: сукупність функціонально взаємозалежних засобів технологічного оснащення, предметів виробництва й виконавців для проведення в регламентованих умовах заданих технологічних процесів або операцій [1, 2] (див. рис. 1).



Рис. 1 – Обкладинки нових навчальних посібників

Поняття "технологія" вказує на те, як що робити. Наприклад, технологія виготовлення матеріалу, технологія вирощування картоплі, технологія програмування. Поняття "технологічна система" більш широке і вказує на те, хто і з чим це робить та що в результаті отримують. Наприклад, технологічна система виготовлення на заводі автомобілів включає різні технології (обробку металів різанням та пластичним деформуванням, зварювання, складання, фарбування), різне обладнання та інструменти (металорізальні верстати, конвеєрні лінії, роботи), людей-виконавців, різні системи (управління виробництвом, транспортні системи тощо). Отже, технологічна система – це сукупність елементів, які разом виконують певний технологічний процес. Основною відмінністю технологічної системи від технології є наявність в ній виконавця. Технологічною системою може бути виробниче підприємство. Тому коли мова йде відносно оптимізації економічних показників діяльності підприємства (які вивчають здобувачі вищої освіти–економісти в спеціальних навчальних економічних дисциплінах), то слід розуміти, що мова йде щодо оптимізації економічних показників технологічної системи підприємства. Виходячи із цього, без вивчення інноваційних технологічних систем

та технологій виготовлення конкретних видів продукції та надання послуг не можна отримати кваліфіковані економічні знання. Для цього потрібно знати сутність та основні характеристики технологічних систем. Вони включають класифікацію технологічних систем за основними ознаками: за ієрархічними рівнями, за структурою, за рівнями автоматизації, за рівнями спеціалізації, за станом. Так, за ієрархічними рівнями технологічні системи підрозділяються на технологічні системи операцій, процесів, виробничих підрозділів (дільниць, цехів), підприємств і фірм. За структурою технологічні системи діляться на послідовну, паралельну та комбіновану. За ієрархічним рівнем існує шість рівнів побудови технологічної системи – це технологічна операція, технологічний процес, ділянка, цех, підприємство, галузь. І всі ці поняття потрібно знати і розуміти, вміти виділяти основні ознаки в кожному конкретному випадку та класифікувати їх за належністю до того чи іншого поняття. Важливо розуміти відмінності виробничого та технологічного процесів та пояснити це на конкретних прикладах.

Оптимізація може стосуватися різних аспектів технологічної системи. Це оптимізація технологічних процесів: покращення послідовності операцій, вибір оптимальних режимів роботи обладнання, вдосконалення методів контролю; оптимізація структури: зміна структури системи, перерозподіл функцій між елементами, впровадження нових елементів, особливо, це відноситься до комп'ютеризації, цифровізації, роботизації тощо; оптимізація управління: вдосконалення систем управління, автоматизація процесів, впровадження нових методів контролю та регулювання; оптимізація використання ресурсів: ефективне використання матеріалів, енергії, персоналу та фінансових ресурсів тощо.

Питання оптимізації технологічної системи дуже складні і вирішуються за різними технологічними і економічними критеріями із застосуванням фундаментальних знань із математики, фізики, хімії, біології тощо. За суттю, вивчення питань оптимізації технологічних систем за різними економічними критеріями – це і є основа вивчення спеціальних економічних дисциплін під час підготовки фахівців-економістів.

Поняття "система технологій" характеризує більш складні та масштабні утворення, ніж окремі технології, та означає функціонально однорідні технології, які можуть бути класифіковані за ознакою належності до певної галузі, наприклад, системи технологій авіаційного виробництва, системи технологій харчової промисловості, системи інформаційних технологій тощо. Системи технологій часто охоплюють де-кілька галузей та сфер діяльності, наприклад, супутники – це мережа супутників на орбіті Землі, що передають сигнали. Отже, технологічна система є частиною системи технологій. Система технологій вказує на те, що і як робиться в конкретній галузі, а технологічна система вказує на те, як це робиться в даному випадку.

Важливо проаналізувати структуру технологічної системи, оскільки це питання викликає значні непорозуміння у здобувачів вищої освіти, а саме: що таке "вхід" і "вихід" в технологічній системі; що відбувається всередині технологічної системи для всього різноманіття технологічних процесів, які мають місце у виробничій та інших сферах діяльності людини.

Технологічна система включає структурні елементи у вигляді незалежних під-систем і елементів, що є продуктами цих систем. Зміна якості в процесі проходження обробки від одного структурного елементу до іншого називається процесом перетворення (на основі хімічних, фізичних, біологічних та інформаційних явищ і законів). Модель перетворень – це набір операторів (див. рис. 2), які перетворюють вхідну величину на вихідну (кінцеву), тобто продукт природи в продукт споживання, наприклад, вирощені зернові сільськогосподарські культури в приготування хліба.

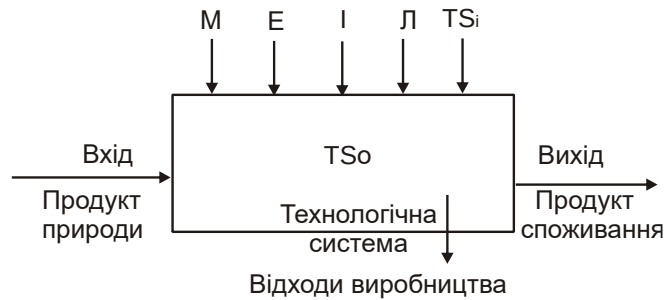


Рис. 2 – Модель перетворень

У наведеній моделі перетворень показано оператори: Е – джерело енергії; І – джерело інформації; Л – оператор (людина); М – матеріал; TS_i – технічні системи (засоби, якими здійснюються перетворення). Наприклад, у моделі технологічного процесу виготовлення деталі машини: TS_1 – транспортна система (візок, транспортер, конвеєр тощо); TS_2 – обробна система – обладнання (токарний або інший металорізальний верстат); TS_3 – система контролю (вимірювання); TS_4 – транспортна система (стелаж для деталей машин тощо). Технологічна система TSO є підмножиною технічних систем, які виконують необхідні перетворення. Наприклад, процеси, які відбуваються під час виготовлення деталей машин, містять перетворення: форми, властивостей в масі та на поверхні деталей машин, стану, положення об'єкта. Детально ці технологічні питання розглядаються у навчальних посібниках [1 – 3].

Для прийняття найефективніших рішень фахівці-економісти повинні знати сутність та можливості нових інноваційних технологій Індустрія 4.0 виробництва продукції та надання послуг. На їх основі вміти планувати та організовувати виробництво конкурентоспроможної продукції та надавати високоякісні послуги, визначати перспективні напрями технічного переозброєння виробництва, оцінювати ефективність застосування інноваційних технологій, орієнтуватися у виборі інноваційних технологічних та управлінських рішень. Для цього важливо знати основні поняття та характеристики інноваційних технологій та напрями їх ефективного практичного застосування в різних галузях під час виготовлення продукції та надання послуг. Вміти визначати їх значні переваги порівняно із традиційними технологіями завдяки суттєвому підвищенню продуктивності та якості виготовлення продукції і наданні послуг. Навчитися обґрунтовувати функціональні можливості інноваційних технологій та перспективи їх подальшого розвитку. Наприклад, щодо ефективного застосування інноваційних технологій електронних мультимедійних видань та видавничо-поліграфічної справи, інноваційних технологій у медицині, машинобудуванні, хімічній промисловості, будівельній сфері. Так, у медицині отримали широке застосування комп'ютерна томографія, магніто-резонансна томографія, ультразвукова діагностика, які є, свого роду, революційними технологіями у збереженні здоров'я людей. Цифровий друк теж став революційним у розвитку поліграфії. Завдяки йому можна здійснювати друк безпосередньо із комп'ютера, без додаткових процесів додрукарської підготовки, які дуже трудомісткі. Застосування інноваційних металорізальних верстатів із числовим програмним управлінням типу "обробний центр" та інструментів зі зносостійкими покриттями дозволило до 10 разів і більше підвищити продуктивність виготовлення виробів та забезпечити їх високу якість та точність.

Необхідно розуміти шляхи створення ресурсозберігаючих, енергозберігаючих та безвідхідних технологій на основі використання альтернативних поновлюваних джерел енергії (енергії сонця, вітру, води, біопалива): застосування сонячних батарей, вітрової енергії, теплових насосів, озеленення дахів із метою збереження тепла, заміни основних ресурсів на біопаливо – органічних матеріалів (деревини, відходів і спиртів, які використовують для виробництва енергії). Вміти обґрунтовувати основні недоліки

сучасних технологій із погляду ергономіки та екології, наводити приклади забруднення Землі, повітря, води та формулювати заходи із їх усунення [4, 5].

Важливо знати, що інноваційні технології можуть бути як високими, так і простими, але все одно мати значний інноваційний ефект, тоді як високі технології – це на-укомісткі технології, які сприяють розвитку науки, освіти та культури і теж можуть створювати інноваційні продукти та процеси. Вони поєднують виробництво, науку та інновації. Їх застосовують у сфері будівництва, медицини, банківській діяльності, харчовій промисловості, побуті тощо. Отже, високі технології є частиною інноваційних технологій. На відміну від високих технологій традиційні технології відображають середній рівень виробництва, досягнутий більшістю виробників даної продукції.

Інноваційні та високі технології мають величезний вплив на сучасну промисловість, вони не лише підвищують ефективність виробництв, але й покращують якість продукції та забезпечують безпеку праці. Завдяки цим технологіям, підприємства можуть адаптуватися до швидко змінюваного ринку та залишатися конкурентоспроможними. Отже, фахівцям-економістам важливо розуміти сутність інноваційного бізнесу та основи створення і технічного обґрунтування стартапів – найбільш поширеної форми малого інноваційного підприємництва в світі, оскільки стартап – це компанія, бізнес якої ґрунтується на застосуванні інновацій або інноваційних технологій. Стартап орієнтується на виробництво дрібних серій великої та різноманітної номенклатури товарів і послуг високої якості із мінімальним ресурсом (фінансовим, матеріальним, інтелектуальним та людським). Стартапи створюють для швидкого зростання компаній, а ефективність їх діяльності досягається завдяки виконанню чотирьох основних елементів: неповторна бізнес-ідея, якісний продукт, сильна команда і відмінна реалізація. Тому здобувачам вищої освіти необхідно вміти наводити конкретні приклади створення та ефективного застосування стартапів в різних галузях за умови, щоб розвиток стартапу йшов на крок попереду від конкурентів.

Не зважаючи на те, що поняття Індустрія 4.0 з'явилося зовсім недавно, воно встигло набути значного практичного застосування. Особливо, поняття "штучний інтелект", що внесло революційні зміни в різні напрями розвитку технологій. Це розпізнавання образів (текстів, мови, графічних зображень, емоцій, запахів, шумів тощо); машинний переклад текстів різними мовами; аналітична діяльність, експертні системи (підбір квитків на транспорт із пересадками, прокладання оптимального маршруту за картою, діагностика захворювань, автопілот літака та автотранспорту, управління ядерним реактором); інтелектуальні системи інформаційної безпеки (розпізнавання і захист від комп'ютерних вірусів, кібератак, програми інтелектуального захисту банківських систем тощо); робототехніка; творчість та ігри (створення комп'ютерної музики і малювання картин, комп'ютерних програм гри в шахи, розроблення інтелектуальних пристроїв-іграшок). Тому інноваційні технології Індустрія 4.0 та, особливо, технології штучного інтелекту відкривають нові можливості у сферах виробництва продукції та надання послуг і їх потрібно вивчати. Для цього фахівцям-економістам потрібно орієнтуватися в знанні елементів фізичних основ створення інноваційних технологій.

Обговорення. Зараз у здобувачів вищої освіти – економістів серед всіх відомих технологій Індустрія 4.0 найбільший інтерес викликають технології штучного інтелекту. Є бажання навчитися створювати різні технології на цій основі. Особливо, із розроблення нових бізнес-стартапів, які засновані на застосуванні інноваційних комп'ютерних технологій. Однак для цього необхідно навчитися формулювати бізнес-ідею створення нового інноваційного продукту та здійснювати технологічне обґрунтування стартапу. А це вимагає достатньо глибоких загальнотехнологічних знань на основі вивчення навчальних дисциплін технологічного спрямування, наприклад, сучасної дисципліни "Інноваційні технології виробництва продукції та надання послуг", основні положення якої наведено в даній роботі.

Висновки. У роботі розглянуто напрями підвищення якості освіти в навчальних закладах економічного напрямку. Показано важливість вивчення навчальних технологічних дисциплін технологічного спрямування в системі підготовки здобувачів вищої освіти – економістів. Розглянуто основні недоліки вивчення навчальних дисциплін технологічного спрямування та надано практичні рекомендації щодо покращення якості їх викладання. Значну увагу приділено вивченню та розумінню всього різноманіття технологічних понять та визначень, вмінню наводити конкретні приклади технологій та технологічних систем, вмінню обґрунтовувати їх технологічні можливості та сфери ефективного застосування. Відзначається актуальність вивчення технологічних дисциплін, пов'язаних із інноваційними технологіями Індустрія 4.0 виробництва продукції та надання послуг, які отримали широкий розвиток і практичне застосування. Розглянуто сутність та перспективні напрями розвитку інноваційних технологій виробництва промислової продукції та надання послуг на основі застосування технологій Індустрія 4.0: нанотехнологій, інформаційних технологій, робототехніки, штучного інтелекту, 3D-принтерів, процесорів, біотехнологій, соціальних технологій тощо. Значну увагу приділено основам створення інноваційних технологій та створенню на їх основі бізнес-стартапів, які дозволяє вийти на принципово новий рівень виробництва конкуренто-здатної продукції та завоювання міжнародних ринків. Наведено сутність основних принципових технологічних положень сучасної навчальної дисципліни технологічного спрямування "Інноваційні технології виробництва продукції та надання послуг".

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Новіков Ф. В., Новіков Д. Ф., Жовтобрюх В. О. Інноваційні технології виробництва продукції та надання послуг. Стартани : навчальний посібник. Дніпро: ЛІРА, 2025. 544 с. URL: <https://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/36228>
2. Новіков Ф. В., Новіков Д. Ф., Жовтобрюх В. О. Інноваційні технології та їх застосування : навчальний посібник. Дніпро: ЛІРА, 2024. 628 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/33683>
3. Новіков Ф. В., Новіков Д. Ф., Жовтобрюх В. О. Технології створення машин : навчальний посібник. Дніпро: ЛІРА, 2023. 484 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/30539>
4. Новіков Ф. В., Новіков Д. Ф., Єрмоленко О. А., Жовтобрюх В. О. Техніко-економічне обґрунтування сучасних технологій виробництва : навчальний посібник. Дніпро: ЛІРА, 2022. 256 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/28117>
5. Логвінков С. М., Літвінова І. М. Інноваційні технології виробництва продукції та надання послуг [Електронний ресурс] : конспект лекцій Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2021. 94 с. URL: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/26059>

УДК 372.851

Олешко Т.А., Карупу О.В., Пахненко В.В. (Державний університет «Київський авіаційний інститут», м. Київ, Україна).

ПРО ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСУ ВИКЛАДАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН СТУДЕНТАМ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ КАІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ.

Анотація. Ця стаття присвячена розгляду особливостей дистанційного, змішаного та офлайн навчання в Державному університеті «Київський авіаційний інститут». В сучасних умовах набула особливого значення та розвитку одна з сучасних форм навчання, а саме змішане навчання

із використанням інформаційних технологій. Обговорюються особливості очного, змішаного та онлайн навчання. Ми представляємо деякі результати нашого досвіду викладання математичних дисциплін, зокрема дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика» в різних навчальних форматах.

Ключові слова: математичні дисципліни, викладання математичних дисциплін, дистанційне викладання математики.

Abstract. This article is devoted to examining the features of distance, blended and offline learning at the State University "Kyiv Aviation Institute". In modern conditions, one of the modern forms of learning has acquired particular importance and development, namely, blended learning using information technologies. The features of face-to-face, blended, and online learning are discussed. We present some results of our experience teaching mathematical disciplines, in particular the discipline "Probability Theory and Mathematical Statistics" in various educational formats.

Keywords: mathematical disciplines, teaching mathematical disciplines, distance learning mathematics.

Вступ. Державний університет «Київський авіаційний інститут» є правонаступником Національного авіаційного університету. Історія Київського авіаційного інституту (КАІ) почалася в 1933 році, коли на базі авіаційного факультету Київського машинобудівного інституту (нині КПІ) був заснований Київський авіаційний інститут. У подальшому його назва змінювалася: Київський інститут цивільного повітряного флоту (1947 рік), Київський інститут інженерів цивільної авіації (1965 рік), Київський міжнародний університет цивільної авіації (1994 рік), Національний авіаційний університет (2000 рік). У листопаді 2024 р. в результаті реорганізації НАУ утворилося Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»» (КАІ).

Протягом багатьох років в університеті проводилася підготовка спеціалістів для усіх республік СРСР. Підготовка громадян інших країн в КАІ проводиться з 1949 року. У 1999 році було впроваджене навчання англійською мовою. Можливість отримання професійної освіти є дуже важливою для майбутніх фахівців в галузі авіації, оскільки англійська мова є однією з офіційних мов ІКАО (Міжнародна організація цивільної авіації).

На даний момент КАІ, як і раніше, є авторитетним міжнародним центром підготовки авіаційних спеціалістів, в якому навчаються майбутні фахівці багатьох спеціальностей авіаційної галузі.

Постановка проблеми. Оскільки більшість студентів в Київському авіаційному інституту навчаються за технічними спеціальностями (інженерними та ІТ), навчальні плани цих спеціальностей містять у різному обсязі математичні дисципліни. Постає проблема методичного і організаційного забезпечення процесу викладання цих дисциплін, що має свою специфіку в роботі з українськими та іноземними студентами. Певні особливості ця проблема має для викладачів, що викладають математичні дисципліни в рамках Програми «Вища освіта іноземною мовою».

Саме тому в нашому університеті традиційно приділяють велику увагу вирішенню різноманітних організаційних та методичних питань, пов'язаних з навчанням іноземних студентів з різних країн світу (див. О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко [1-3] і В. К. Репета, Л. А. Репета [4]).

Особливості викладання математичних дисциплін студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах розглядалися О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко [5-7]. Відмітимо, що мультинаціональні академічні групи, до складу яких входять студенти з різних областей України, країн СНД і країн далекого зарубіжжя (переважно країн Азії та Африки) формуються в КАІ в основному в рамках Програми «Вища освіта іноземною мовою».

Деякі аспекти моделювання професійної діяльності майбутнього авіаційного інженера при викладанні математичних дисциплін у мультинаціональних групах вивчалися

О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко [7-9]. Використання методів проблемного навчання в процесі викладання математичних дисциплін О. П. Томашук, В. К. Репета, О. Л. Лещинський [10] і О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко [11]. Різні аспекти організації самостійної роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій та інтеграції освітніх інновацій для відновлення України через комплексний підхід досліджували Н. А. Тарасенкова, О. С. Чашечникова, І. М. Богатирьова [12], Ю. А. Буренніков, І. В. Хомюк, Л. Г. Козлов, Н. В. Буреннікова, В. В. Хомюк [13], Ю. В. Ботузова, В. В. Нічишина, Р. Я. Ріжняк [14], В. І. Трофименко, І. П. Кудзіновська, В. В. Пахненко [15], С. В. Ковалевський, Л. В. Кошева [16], А. О. Пашко, Г. Є. Голубов [17].

Особливості дистанційного викладання математики в різних режимах розглядали В. А. Петрук, І. А. Клеопа [18], Юл. В. Жучок [19], І. П. Кудзіновська, В. К. Репета [20], М. Ф. Мормуль, Д. М. Щитов, О. М. Щитов, Л. А. Романчук, Т. А. Чупілко [21, 22], К. Ю. Кривошей [23], Г. Ф. Пономарьова, С. Б. Беляєв [24], В. Д. Ігнатенко [25].

Питання оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти під час дистанційного навчання математичних дисциплін досліджували І. В. Алексеева, В. О. Гайдей, О. О. Диховичний, А. Ф. Дудко, Н. Р. Коновалова, Л. Б. Федорова [26], О. Ю. Дюженкова [27], Л. А. Репета, І. П. Кудзіновська, В. К. Репета [28], а також О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко [7-9].

Окремі питання застосування інформаційних технологій при викладанні математичних дисциплін майбутнім фахівцям ІТ розглядалися в роботах [В. І Трофименко](#), [І. П. Кудзіновської](#), [Т. Ю. Шкварницької](#) [29] і О. В. Карупу, Т. А. Олешко, В. В. Пахненко, А. О. Пашко [30, 31].

Останніми роками викладачі і студенти зіткнулися з труднощами, пов'язаними з карантинними обмеженнями, які зумовили впровадження дистанційного та змішаного навчання, що виявилось дуже важким для студентів, які навчаються англійською мовою. Особливо складно організувати ефективні практичні заняття для студентів першого курсу.

Під час карантину 2019-2022 років, пов'язаного з [пандемією](#) коронавірусної хвороби, [в нашому університеті](#) дистанційне навчання проводилось в Google Workspace (раніше G Suite) з використанням Google Classroom та Google Meet. Робота студентських команд, реалізована за допомогою Google Jamboard, була в цілому досить ефективною (див. [7, 9, 30, 31]).

Зазначимо, що з 24 лютого 2022 року всі викладачі зіткнулися з новими труднощами. Багато студентів мали проблеми з відсутністю доступу до безперебійного інтернет-з'єднання і навіть телефонного зв'язку, що підвищило вимоги до матеріалів у Google Classroom та призвело до необхідності додаткових консультацій у Google Meet. Крім того, з'явилась необхідність впровадження асинхронних форм викладання.

Методика. Дослідження ефективності різних методів викладу навчального матеріалу та організації навчального процесу під час лекцій, практичних занять, індивідуальної роботи студентів проводиться традиційними методами, тобто шляхом порівняння поточної та семестрової успішності різних груп та аналізом суб'єктивних оцінок студентів, отриманих за допомогою анкетування.

Результати. Історично традиційне навчання в ЗВО України здійснювалось в очній (стаціонарній і в заочній формі (причому заочна форма існувала для обмеженого переліку спеціальностей).

Методика викладання і контролю засвоєння навчального матеріалу були традиційними: лекції і практичні заняття проводилися аудиторно протягом семестру або установочної сесії, самостійна робота студентів реалізовувалася в роботі з конспектами і підручниками та у виконанні домашніх завдань різних видів (домашні і розрахункові роботи, домашні контрольні роботи і т. д.), контроль засвоєння навчального матеріалу здійснювався очно у вигляді усного екзамену або заліку, які проводилися тільки аудиторно. Адекватність оцінюванню базувалась на професіоналізмі і доброчесності викладача.

Впровадження письмових аудиторних іспитів зменшує можливості впливу викладача (і адекватного, і не адекватного) на результати оцінювання. Відмітимо, що кожна з цих форм має як переваги, так і недоліки. Саме тому кращим варіантом є поєднання цих форм контролю.

Автори мають досвід проведення аудиторного підсумкового оцінювання набутих студентами знань в різних формах: усного та письмового за традиційними білетами і проведення тестів (в письмовій формі).

Під час карантину 2019-2022 років, пов'язаного з [пандемією](#) коронавірусної хвороби, [в нашому університеті](#) дистанційне онлайн навчання в масштабі реального часу проводилось в Google Workspace (раніше G Suite) з використанням Google Classroom та Google Meet. При цьому ми вважали і вважаємо необхідним обов'язкове розміщення в Google Classroom матеріалів лекцій і практичних занять. Індивідуальні завдання на домашні роботи також розміщувались викладачами у класах академічних груп у Google Workspace. Виконання модульних контрольних роботи проводилося онлайн в Google Meet та Google Classroom. (див. [7, 9, 11, 30, 31]).

Після закінчення карантинних обмежень в Україні відновились заняття офлайн: викладачі і студенти повернулись в аудиторії. Це було дуже важливо в зв'язку з можливістю живого спілкування студентів з викладачами і одногрупниками. Сприяло соціалізації та розвитку комунікативних навичок студентів. Проте від платформи Google Workspace наш університет не відмовився, оскільки вона виявилась досить зручною для використання.

Зазначимо, що в лютому 2022 року всі викладачі і студенти зіткнулися з новими, набагато більш серйозними труднощами. Заняття офлайн в багатьох містах стали неможливими і були переведені в онлайн. Студенти і викладачі часто мали проблеми з відсутністю доступу до безперебійного інтернет-з'єднання і навіть телефонного зв'язку, що підвищило вимоги до матеріалів у Google Classroom та призвело до необхідності додаткових консультацій у Google Meet. Оскільки на всі ці питання витрачалась певна кількість часу, то необхідно було дещо збільшувати кількість годин, відведених на індивідуальну роботу зі студентами. Крім того, також слід було змінювати деякі підходи до організації робіт викладача, враховуючи вплив стресу на всіх учасників навчального процесу в сучасних умовах. На наш погляд для викладачів є корисними рекомендації, що пропонують К. Ю. Кривошей [23], Г. Ф. Пономарьова, С. Б. Беляєв [24], В. Д. Ігнатенко [25].

Вважаємо необхідним відмітити, що саме цифровізація навчального процесу і певний розвиток спілкування онлайн, що дуже прискорились з 2020 року, врятували освіту в Україні у 2022 році.

В нашому університеті, як і в багатьох інших, на даний момент заняття проводяться переважно офлайн, причому виникла додаткова задача організації швидкого переміщення великої кількості людей в разі необхідності. В результаті внаслідок великих втрат часу очне навчання частково набуває ознаки змішаного і навіть і дистанційного форматів. У певних ситуаціях асинхронне навчання можна розглядати як єдину можливість реалізовувати освітню діяльність. Проте, по можливості, слід надавати переваги саме офлайн навчанню. Про це свідчать і результати опитування серед студентів спеціальності «Інженерія програмного забезпечення» стосовно вивчення дисципліни «Теорія ймовірностей та математична статистика». Було опитано 83 студенти. Деякі результати опитування наведені в табл. 1 та на рис. 1.

Таблиця 1 – Результати опитування

Відповіді	Питан	Чи є практичні заняття в аудиторії найбільш ефективним способом подачі навчального матеріалу?	Чи є практичні заняття онлайн найбільш ефективним способом подачі навчального матеріалу?

Так	71	38
Ні	7	27
Не знаю	5	18

Додаткові проблеми має процес оцінювання навчальних досягнень студентів через вимушені перерви, що іноді виникають при його проведенні. Для значної частини студентів це є дуже важким емоційно. Крім того, це призводить до зростання робочого часу та емоційного навантаження на викладачів.

Відмітимо існування цілої низки проблем, що постають при оцінюванні навчальних досягнень, здобутих студентами технічних спеціальностей під час вивчення математичних дисциплін в сучасних умовах.

За нашими спостереженнями, найкраще засвоюються студентами і пред'являються при опитуваннях найпростіші навички на рівні елементарних тестів. При цьому навички більш високого рівня, що потребують достатньо високого рівня розуміння матеріалу і оперування більшими обсягами інформації, виробляються набагато повільніше і гірше. Зауважимо, що сучасним роботодавцям потрібні працівники, які не лише володіють специфічними знаннями та навичками, але й здатні розвивати свої наявні навички за потреби.



Рис. 1 – Результати опитування

На наш погляд (і ми використовуємо це в нашій практиці, не зважаючи на опір певної частини студентів) усі матеріали, подані студентами для оцінювання повинні бути тільки в рукописній формі і містити ПІБ студента (в Google Classroom подається фото). Це хоча б частково обмежує недоброчесних студентів. Кваліфікований математик, як правило, може зробити певні припущення про рівень підготовки студентів і самостійність виконання ними поданих робіт. Перевірка цих припущень у формі співбесіди (офлайн чи онлайн в Google Meet) практично гарантовано дає можливість адекватно оцінити роботу студента.

Хочемо також відмітити, що наші рекомендації щодо застосування освітніх онлайн-ресурсів виявилися дуже корисними для студентів. Найбільш ефективним для українських та іноземних англомовних студентів для асинхронного навчання з математичних дисциплін є використання освітніх онлайн-ресурсів «Math is Fun» та «Math24».

Обговорення. В цілому необхідно відмітити, що система освіти України, зокрема в нашому університеті, виявилася досить стійкою в сучасних складних умовах. Важливим чинником цього успіху є також цифровізація освіти, що на момент виникнення сучасних обставин вже набула досить розвинених форм і широкого розповсюдження. Особливо важливими для студентів є можливість навчатися офлайн, оскільки це дає живе спілкування. Дуже корисними є можливість проведення занять онлайн (в КАІ для цього використовується

Google Meet). Крім того, робота на корпоративній платформі Google Workspace (з використанням Google Classroom та Google Meet) дозволяє у випадках крайньої необхідності реалізовувати освітній процес в асинхронній формі.

Висновки. В цілому необхідно відмітити, що система освіти України, зокрема в нашому університеті, виявилася досить стійкою в сучасних умовах. Більшість викладачів і студентів зуміли знайти психологічні і організаційні ресурси для досить успішного продовження навчального процесу, незважаючи на складні зовнішні умови. Відмітимо, що процес викладання математичних дисциплін студентам технічних спеціальностей КАІ, попри певні втрати і недоліки, в цілому проходить досить успішно. Робота викладачів на корпоративній платформі Google Workspace (з використанням Google Classroom та Google Meet) дозволяє організовувати навчальний процес належним чином.

Слід також зауважити, що, на наш погляд, обставини, що склалися, зумовили підвищення значення як використання інформаційних технологій, так і врахування людського фактору.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

- [1] Карупу О. В., Олешко Т. А., Пахненко В. В. Про викладання математичних дисциплін англійською мовою іноземним студентам. *Східно-Європейський журнал передових технологій*. 2012. 2/2 (56). С. 11–14. About teaching of the mathematical disciplines for foreign students. *EEJET* [Internet]. 2012Apr.1 [cited 2025Oct.21];2(2(56):11-4. Available from: <https://journals.urau.ua/eejet/article/view/3657>
- [2] Карупу О. В., Олешко Т. А., Пахненко В. В. Аналіз практики викладання вищої математики українським та іноземним студентам в Національному авіаційному університеті. *Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology*. 2013. Vol. 5. P. 88–92.
- [3] Карупу О. В., Олешко Т. А., Пахненко В. В. Деякі актуальні проблеми викладання вищої математики англійською мовою іноземним та українським студентам в Національному авіаційному університеті. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2023. Вип. 1(21). С. 133–139. DOI: 10.5281/zenodo.8025550
- [4] Репета В. К., Репета Л. А. Викладання вищої математики іноземним студентам: проблеми і шляхи їх вирішення. *Математика у технічному університеті XXI сторіччя: зб. наук. праць за матеріалами дистанційної Всеукраїнської наук. конф. (Краматорськ, 15 – 16 травня 2017 р.)*. Краматорськ, 2017. С. 163–164.
- [5] Карупу О. В., Олешко Т. А., Пахненко В. В. Про викладання окремих розділів вищої математики студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах в Національному авіаційному університеті. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2021. Vol. IX (97), Iss. 246. P. 17–20. <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2021-246IX97-04>
- [6] Карупу О. В., Олешко Т. А., Пахненко В. В. Про особливості викладання математичних дисциплін студентам технічних спеціальностей в мультинаціональних академічних групах. *Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology*. 2019. Vol. VII (77), Iss. 188. P. 21–24. <https://doi.org/10.31174/SEND-PP2019-188VII77-04>
- [7] Karupu O. W., Oleshko T. A., Pakhnenko V. V. On peculiarities of teaching linear algebra to future IT specialists within the program "Education in English" of the National Aviation University. *Physical and Mathematical Education*. 2020. Issue 4 (26). P. 21– 26.
- [8] Karupu O., Oleshko T., Pakhnenko V. On some aspects of modeling of professional activity of future aviation engineer in teaching of mathematical disciplines in multinational groups. *Aviation in the XXI-st century. Proceedings of the Eighth World Congress (Kyiv, October 12 – 15, 2018)*. Kyiv, 2018. P. 4.3.15–4.3.19.
- [9] Karupu O., Oleshko T., Pakhnenko V. Modeling Future Aviation and IT Specialists' Professional Skills Development on Mathematical Practical Training with Application of Information Technologies. 2021 *IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT)* (Kyiv, Ukraine, December 15–16, 2021). Kyiv. 2021 P. 215–220. <https://doi.org/10.1109/ATIT54053.2021.9678904>
- [10] Томащук О. П., Репета В. К., Лециньський О. Л. Використання методів проблемного навчання в процесі викладання математичних дисциплін у вищих навчальних закладах. *Науковий часопис*

- Національного педагогічного університету імені МП Драгоманова. Серія 3. Фізика і математика у вищій і середній школі. 2016. 17. С. 89–97.
- [11] Каруну О. В., Олешко Т. А., Пахненко В. В. Деякі актуальні проблеми викладання вищої математики англійською мовою іноземним та українським студентам в Національному авіаційному університеті. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2023. Вип. 1(21). С. 133–139. DOI: [10.5281/zenodo.8025550](https://doi.org/10.5281/zenodo.8025550)
- [12] Tarasenkova N., Chashechnikova O., Bogatyreva I. Peculiar Properties of Mathematics Teacher Training in Ukraine. *American Journal of Educational Research*. 2013. Vol. 1. Iss. 11. P. 490–495. DOI: [10.12691/education-1-11-6](https://doi.org/10.12691/education-1-11-6)
- [13] Буренніков Ю., Хом'юк І., Козлов Л., Буреннікова Н., Хом'юк В. [Інтегративний підхід до викладання спеціальних і фундаментальних дисциплін: сутність та напрями реалізації професійної адаптації студентів першого курсу машинобудівних спеціальностей](#). Нова педагогічна думка. 2023. № 2 (114). С. 97–111.
- [14] Ботузова Ю., Нічишина В., Ріжняк Р. Наступність методів навчання розв'язування математичних задач у школі та закладі вищої освіти: контекст інтегративного підходу. *Фізико-математична освіта*, 2022. Том 36. № 4. С. 16–25.
- [15] Трофименко В., Кудзіновська І., Пахненко В. Активізація самостійної роботи студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Розвиток сучасної освіти і науки: результати, проблеми, перспективи. Т. VIII: діалог у розвитку науки та освіти: VIII Міжнародна науково-практична конференція, (Конін–Ужгород–Київ–Херсон, 30 квітня 2020 р.)*. Посвіт. 2020. С. 193–195.
- [16] Kovalevskyy S. V., Kosheva L. V. Integrating educational innovations for Ukraine's recovery through a comprehensive approach. *Challenges of pedagogical and psychological sciences: a current perspective : Conference Proceedings (April 3–4, 2024. Wloclawek, Republic of Poland)*. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024. P. 71–75. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-429-0-18>
- [17] A. O. Pashko, H. Y. Holubov. Development and use of gamified learning software. *Journal of Numerical & Applied Mathematic*. Taras Shevchenko National University of Kyiv. 2024. No 1. P. 66–75. <https://doi.org/10.17721/2706-9699.2024.1.06>
- [18] Петрук В. А., Клеона І. А. Дистанційне навчання вищої математики студентів технічного університету. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Випуск 60, 2021. С. 290–299.
- [19] Жучок Юл. В. Досвід впровадження дистанційного навчання математики в закладах вищої освіти. *Фізико математична освіта*. 2020. Випуск 3(25). Частина 2. С. 34–37.
- [20] Кудзіновська І., Репета В. Дистанційне навчання математичних дисциплін: особливості, проблеми, рекомендації. *Дистанційна освіта: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти: зб. наук. пр. – Київ. – 2023. № 2. С. 254–259. [Електронний ресурс]. <https://jrn1.nau.edu.ua/index.php/DEU/article/view/17330>*
- [21] Мормуль М. Ф., Щитов Д.М., Щитов О.М., Романчук Л.А., Чупілко Т.А., Особливості дистанційного викладання математики в українських навчальних закладах за умов воєнного стану / *Вища освіта України у контексті інтеграції до європейського освітнього простору*. 2023. 91(II) 1) . С. 131–142. DOI: <https://doi.org/10.38014/osvita.2023.91.12>
- [22] Мормуль, М., Щитов, Д., Щитов, О., Романчук, Л., Чупілко. Напрями покращення дистанційного викладання математики в Україні за умов воєнного стану. *European humanities studies: State and Society*, 2024. 2.2(1). С. 74–88.
- [23] Кривошей К. Ю. Вплив стресу на здобувачів вищої освіти в умовах військового конфлікту. *Інноваційна педагогіка. Теорія і методика професійної освіти*. Випуск 71. Том 2. 2024. С. 57–63.
- [24] Пономарьова Г.Ф., Беляєв С.Б. Сучасна технологія дистанційного навчання в системі професійної підготовки в умовах воєнної агресії. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*, № 82, 2024. С. 161–168. DOI: <https://doi.org/10.32820/2074-8922-2024-82-161-168>
- [25] Ігнатенко В. Д. Асинхронне навчання як можливість реалізовувати освітній процес в умовах воєнного стану. *Актуальні проблеми права, психології та педагогіки в умовах війни: матеріали міжнародної науково-практичної онлайн-конференції. 13-14 квітня 2023 р. Біла Церква*. С. 140–143. https://rep.btsau.edu.ua/bitstream/BNAU/8841/1/Asynhronne_navch.pdf
- [26] Алексеева І. В., Гайдей В. О., Диховичний О. О., Дудко А. Ф., Коновалова Н. Р., Федорова Л. Б. Переваги застосування тестування для контролю знань з вищої математики студентів

- технічних спеціальностей. Матеріали VI Міжнар. наук.-практ. конф. «Математика в сучасному технічному університеті», Київ, 28–29 грудня 2017 р. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 339–342
- [27] Дюженкова О. Ю. Застосування деяких форм контролю знань при викладанні вищої математики. *Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference. Publishing House "ACCENT". Sofia, Bulgaria 15-17 January 2020. С. 431–434.*
- [28] Репета Л. А., Кудзіновська І. П., Репета В. К. Проблематика оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти під час дистанційного навчання математичних дисциплін. *Дистанційна освіта в Україні: інноваційні, нормативно-правові, педагогічні аспекти. 2023. № 3. С. 333–342.* <https://jrnل.nau.edu.ua/index.php/DEU/article/view/17796>
- [29] Трофименко В., Кудзіновська, І., Шкварницька, Т. Використання інформаційних технологій при навчанні математичних дисциплін. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка. 2021. Вип. 198. С. 185–199.* <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-185-189>
- [30] Karupu O. W., Oleshko T. A., Pakhnenko V. V., & Pashko A. O. Applying information technologies to mathematical education of IT specialists in English-speaking academic groups. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Physics & Mathematics. 2019. P. 70–75.* <https://doi.org/10.17721/1812-5409.2019/4.9>
- [31] O. Karupu, T. Oleshko, V. Pakhnenko, A. Pashko. Application of Google Workspace in Mathematical Training of Future Specialists in the Field of Information Technology. In: Hu, Z., Dychka, I., He, M. (eds) *Advances in Computer Science for Engineering and Education VI. ICCSEE 2023. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies (Warsaw, Poland, March 17–19, 2023).* 2023. Vol 181. Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-36118-0_80

УДК 317.148

Онищук С.Г. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна), **Тулупов В.І.** (Краматорський фаховий коледж технологій та дизайну, м. Краматорськ – Черкаси, Україна).

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ.

Анотація. У статті розглянуто особливості використання технологій штучного інтелекту в організації освітнього процесу закладів вищої освіти. Виокремлено напрями впровадження ШІ у навчанні — індивідуалізація освітніх траєкторій, автоматизація адміністрування та дистанційне навчання. Показано потенціал використання адаптивних платформ, віртуальних наставників, чат-ботів і VR/AR-технологій для підвищення мотивації здобувачів освіти. Окремлено проблеми академічної доброчесності, ризики «галюцинацій» штучного інтелекту, втрати когнітивних навичок та питання конфіденційності даних. Запропоновано три підходи до регулювання використання ШІ у ЗВО: заборона, дозвіл із цитуванням та заохочення із рекомендаціями. Зроблено висновок, що впровадження ШІ має супроводжуватися політикою академічної відповідальності та розвитком цифрової культури учасників освітнього процесу.

Ключові слова: штучний інтелект, освітній процес, вища освіта, цифровізація, академічна доброчесність.

Abstract. The article analyzes the use of artificial intelligence technologies in organizing the educational process of higher education institutions. It highlights directions of AI integration — individualized learning trajectories, administrative automation, and distance learning. The potential of adaptive platforms, virtual tutors, chatbots, and VR/AR technologies for enhancing student engagement is discussed. The study outlines issues of academic integrity, data privacy, cognitive skill loss, and AI

hallucination risks. Three approaches to AI policy implementation in universities are defined: prohibition, permission with mandatory citation, and encouragement with recommendations. The paper concludes that AI integration in education should be accompanied by a clear institutional policy, academic responsibility, and the development of digital culture among participants.

Keywords: *artificial intelligence, educational process, higher education, digitalization, academic integrity.*

Постановка проблеми. Ознакою сучасної освіти є стрімке запровадження цифрового інструментарію. Здобувачі вищої освіти активно використовують мережу інтернет, хмарні сервіси, сучасні пакети прикладних програм для виконання розрахунків при курсовому проєктуванні та виконанні кваліфікаційних робіт. Одною з сучасних тенденцій при цьому є використання технологій штучного інтелекту.

Україна є членом Спеціального комітету із штучного інтелекту при Раді Європи і приєдналася до Організації економічного співробітництва і розвитку з питань штучного інтелекту (Organisation for Economic Co-operation and Development, Recommendation of the Council on Artificial Intelligence, OECD/LEGAL/0449). У грудні 2020 року Постановою Кабміну № 1556-р. було схвалено «Концепцію розвитку штучного інтелекту в Україні», в якій основною метою є визначення пріоритетних напрямів і основних завдань розвитку технологій штучного інтелекту для задоволення прав та законних інтересів фізичних і юридичних осіб, побудови конкурентоспроможної національної економіки, вдосконалення системи публічного управління [1].

Освітній процес під час дії воєнного стану потребує адаптації під конкретні потреби здобувачів освіти, які через відсутність інтернету не можуть в дистанційному форматі відвідувати навчальні заняття. Використання технологій штучного інтелекту для сприяння мінімізації освітніх втрат здобувачів освіти є вимогою часу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженням використання технологій штучного інтелекту в різних галузях присвячено багато робіт. Зокрема, в 2023 р. видана монографія «Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні» за ред. А.І. Шевченка, підготовлена колективом Інституту проблем штучного інтелекту МОН України та НАН України [2]. МОН України разом з Міністерством цифрової трансформації України в 2025 р. підготовлено «Рекомендації щодо відповідального впровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах вищої освіти» [3].

Питання використання технологій штучного інтелекту в освіті розглянуті в роботах І.М. Візнюк [4], О. Гриценчук [5], О. Панухник [6] та інших дослідників як в Україні, так й за кордоном [7].

Метою роботи є аналіз особливостей використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі закладів вищої освіти в умовах воєнного стану.

Викладення основного матеріалу. Використання технологій штучного інтелекту в різних сферах життя людей набуває з кожним роком прискорених темпів. Освітній процес в закладах вищої освіти може бути суттєво доповнений та поліпшений в випадку використання можливостей, що надають технології штучного інтелекту.

Пріоритетними напрямками використання технологій штучного інтелекту в освітньому процесі закладів вищої освіти є:

Індивідуалізоване навчання. Використання штучного інтелекту дозволяє реалізувати концепцію індивідуальної траєкторії навчання. Враховуючи індивідуальні здібності здобувачів освіти штучний інтелект може запропонувати індивідуальну траєкторію, що буде враховувати сильні та слабкі сторони.

Для забезпечення індивідуальної траєкторії навчання штучний інтелект може запропонувати наступне:

- використання адаптивних навчальних платформ, що будуть враховувати відповіді здобувачів освіти та формувати персоналізовані завдання та матеріали для кращого засвоєння навчальної програми;

- формування персоналізованих навчальних планів, що будуть враховувати не тільки індивідуальні здібності здобувачів, але й компетентності, що необхідні для майбутнього місця працевлаштування. Таким чином можна реалізувати концепцію дуальної освіти, тобто підготовку здобувачів освіти сумісно закладом вищої освіти та підприємством;

- відстеження здобутків здобувачів освіти в навчанні. Штучний інтелект своєчасно дозволяє виявити освітні втрати шляхом аналізу успішності здобувачів та скорегувати навчальний процес;

- використання віртуальних наставників та асистентів для допомоги в навчанні здобувачів освіти. Використання віртуальних наставників допоможе в розв'язанні завдань та додатковій підтримці, наприклад, для здобувачів освіти з особливими потребами;

- гейміфікація навчання дозволяє зробити процес навчання більш захопливим й мотивувати здобувача для вивчення матеріалу;

- аналіз даних та передбачення потреб здобувачів освіти. Штучний інтелект може рекомендувати додаткові матеріали для вивчення враховуючи індивідуальні потреби здобувачів, наприклад, при виконанні науково-дослідних робіт при виконанні кваліфікаційних робіт бакалаврів та магістрів.

Автоматизоване навчання та автоматизоване адміністрування. Використання технологій штучного інтелекту дозволить викладачам закладів вищої освіти:

- швидко розробляти та оцінювати тести при великій кількості здобувачів освіти;
- аналізувати успішність здобувачів після складання тестів; виявляти сильні та слабкі сторони та вносити корекцію в навчальний процес;

- штучний інтелект дозволяє автоматизувати адміністративні завдання, такі як ведення журналів, розсилка листів здобувачам, планування занять, створення чернеток лекцій.

Дистанційне навчання. Штучний інтелект дозволить організувати дистанційне навчання шляхом створення віртуальних класів й забезпечити навчальний процес в умовах воєнного стану. Для цього використовують наступне:

- адаптивне навчання. Штучний інтелект дозволяє враховувати індивідуальний рівень підготовки здобувача та створювати платформи. Алгоритми машинного навчання враховують стиль вивчення, темп та інші характеристики здобувача освіти, щоб надавати персоналізовані матеріали та завдання;

- чат-боти (ChatGPT, Gemini, Duolingo, Thinkster, Querium, Alta by Knewton та ін.). Штучний інтелект дозволяє створювати віртуальних асистентів та чат-ботів для полегшення взаємодії здобувачів з платформою. Агенти можуть відповідати на запитання, надавати інструкції для кращого розуміння здобувачами наданого матеріалу;

- використання віртуальної реальності (VR) та розширеної реальності (AR) – штучний інтелект впроваджується для створення інтерактивних навчальних середовищ з використанням VR та AR. Це може допомогти здобувачам отримати поглиблені та зорові враження від навчального матеріалу.

Крім переваг, що надає використання технологій штучного інтелекту, існують й проблеми, що поки не сприяють якісному та стабільному їх застосуванню:

- питання конфіденційності та безпеки даних (існує ймовірність кібератак, що може спричинити втрату індивідуальних даних учасників освітнього процесу);

- зниження когнітивних здібностей як серед здобувачів освіти (сподівання знайти відповідь у чат-бота без самостійного пошуку матеріалу), так й серед викладачів (створення навчального контенту перекладається на штучний інтелект – конспектів, тестів);

- ризик надмірного повсякденного використання технологій (штучний інтелект слід розглядати лише як доповнення до навчальних матеріалів, розроблених викладачем);
- відсутність посилання на джерела інформації (виникають проблеми академічної доброчесності);
- упередження в даних та алгоритмах;
- зазіхання на авторське право (особливо при аналізі науково-технічної інформації при підготовці літературних оглядів в наукових роботах);
- ризик отримання неправдивої інформації (так звана «галюцинація» штучного інтелекту); згенеровану штучним інтелектом інформацію обов'язково треба перевіряти через можливі помилки (недостовірні вихідні дані, застарілі дані; неправильна методика розрахунків й т.ін.);
- шахрайство в навчанні (матеріал, створений штучним інтелектом, подається здобувачем освіти як власноруч створений для отримання позитивної оцінки від викладача);
- адаптація системи освіти: штучний інтелект є серйозним викликом для освітнього й наукового простору, якщо система не зможе швидко пристосуватися до реальності.

В зв'язку з розвитком технологій штучного інтелекту існують три підходи щодо застосування ШІ в освітньому процесі:

- повна заборона (повна заборона використання ШІ в академічних роботах; чіткі санкції за порушення політики заборони);
- дозвіл з обов'язковим цитуванням (дозвіл для використання ШІ для виконання певних завдань; обов'язкове розкриття та цитування використання будь-якого використання штучного інтелекту; чіткі межі того, де можливе використання ШІ, а де ні);
- заохочення з рекомендаціями (активне заохочення до використання штучного інтелекту як інструменту для навчання; надання рекомендацій щодо використання; перепроєктування оцінювання для використання критичного мислення при взаємодії з штучним інтелектом).

Заходи, що можуть бути використані для покращення якості освітнього процесу в випадку дозволеного використання штучного інтелекту, можуть бути наступними:

- написання письмових робіт в аудиторії;
- складання усних екзаменів;
- розробка завдань, що складно виконати з використанням штучного інтелекту;
- виконання лабораторних робіт, що потребують експериментальних досліджень (наприклад в хімії, фізиці, механіці);
- проєктні завдання (виконання розрахунків, виконання креслень деталей та вузлів механізмів та машин).

Використання штучного інтелекту в освітньому процесі потребує розробки та запровадження в закладах вищої освіти політики, що буде включати в себе один з підходів - від повної заборони до дозволу на використання.

Висновки. Сьогодні розвиток інформаційних технологій, зокрема технологій штучного інтелекту, вимагає перегляду традиційних підходів в освітньому процесі. Впровадження технологій штучного інтелекту в освітній процес має на меті розширення доступу до можливостей навчання, збільшення індивідуального досвіду отримання знань та оптимізації методів і стратегій для досягнення очікуваних результатів.

В «Стратегії розвитку штучного інтелекту в Україні» [2] передбачено впровадження методів і технологій ШІ в освіті для оптимізації навчального процесу та профілювання учнів за здібностями, а також розвиток міждисциплінарних досліджень на перетині штучного інтелекту та інших галузей науки.

Штучний інтелект не може повністю замінити традиційне навчання, але може збагатити його можливістю в організації освітнього процесу, покращити якість засвоєння знань здобувачами освіти.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

- 1 Кабінет Міністрів України (2020) Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні (від 2 грудня 2020 р. № 1556-р): вебсайт. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-%D1%80#Text>
- 2 Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні: монографія / за заг. ред. А.І. Шевченка. – Київ: ІППШ, 2023. 305 с. вебсайт. URL: https://jai.in.ua/archive/2023/ai_mono.pdf
- 3 Рекомендації щодо відповідального впровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах вищої освіти. вебсайт. URL: <https://mon.gov.ua/news/shtuchnyi-intelekt-u-zakladakh-vyshchoi-osvity-rekomendatsii-dlia-vykladachiv-studentiv-i-pratsivnykiv-zvo>
- 4 Візнюк І.М. Використання штучного інтелекту в освіті / І.М. Візнюк, Н.М. Буглай, Л.В. Куцак та ін. // Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми. Вип. 59. 2021. С.14 – 22.
- 5 Гриценчук О. Використання штучного інтелекту в освіті: тенденції та перспектив в Україні та за кордоном // Вісник кафедри ЮНЕСКО «Неперервна професійна освіта ХХІ століття». Вип. 10. 2024. С.152 – 161.
- 6 Панухник О. Штучний інтелект в освітньому процесі та наукових дослідженнях здобувачів вищої освіти: відповідальні межі вмісту ШІ // Галицький економічний вісник. № 4 (83). 2023. С. 202 – 211. https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu
- 7 Artificial intelligence in education: A systematic literature review. website. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417424010339>

УДК 372.851

Опалюк Н.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ – Тернопіль, Україна)

МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НАВЧАННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЗНАНЬ З МАТЕМАТИКИ В ЗАКЛАДАХ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Анотація. Актуальність теми зумовлена потребою підвищення якості математичної освіти в умовах цифровізації та реалізації концепції Нової української школи. Математика є не лише фундаментальною дисципліною, а й важливим засобом розвитку логічного, аналітичного та критичного мислення учнів. У сучасному освітньому просторі традиційні методи навчання поступово змінюються інноваційними технологіями, що поєднують цифрові ресурси, інтерактивні інструменти та STEM-підходи. Метою дослідження є обґрунтування методичних принципів використання інноваційних технологій у процесі викладання математики та підвищення рівня навчальних досягнень учнів. Застосування цифрових сервісів (Google Classroom, Moodle), динамічних математичних програм (GeoGebra, Desmos), інтерактивних платформ (LearningApps, Kahoot) і проєктних методів навчання сприяє формуванню пізнавальної активності, розвитку аналітичного мислення й підвищенню мотивації до навчання. Результати експерименту показали, що використання програми GeoGebra з віртуальним транспортом підвищило рівень розуміння теми «Кути» серед учнів 5-го класу та збільшило середній бал на 24 %. Отже, інноваційні технології підвищують інтерес до навчання математики, забезпечують інтеграцію з іншими дисциплінами й формують міждисциплінарне мислення.

Ключові слова: інноваційні технології, математична освіта, цифровізація, GeoGebra, STEM, транспорт.

Abstract. *The relevance of the topic is determined by the need to improve the quality of mathematics education in the context of digitalization and the implementation of the New Ukrainian School concept. Mathematics is not only a fundamental discipline but also an important means of developing students' logical, analytical, and critical thinking. In the modern educational environment, traditional teaching methods are gradually being replaced by innovative technologies that combine digital resources, interactive tools, and STEM approaches. The study aims to substantiate methodological principles for the use of innovative technologies in teaching mathematics and improving students' academic achievements. The application of digital services (Google Classroom, Moodle), dynamic mathematical programs (GeoGebra, Desmos), interactive platforms (LearningApps, Kahoot), and project-based learning promotes analytical thinking, self-directed study, and motivation. The experiment involving GeoGebra with a virtual protractor demonstrated an increase in the average test score by 24 %, confirming the efficiency of innovative tools for enhancing students' understanding of geometry. Innovative technologies in mathematics education ensure the combination of traditional and modern approaches, contribute to individualized learning, and foster competence development.*

Keywords: *innovative technologies, mathematics education, digitalization, GeoGebra, STEM, protractor.*

Метою дослідження є обґрунтування методичних принципів використання інноваційних технологій у процесі викладання математики та підвищення рівня навчальних досягнень учнів. Для цього проаналізовано можливості застосування цифрових сервісів (Google Classroom, Moodle), динамічних математичних програм (GeoGebra, Desmos), інтерактивних платформ (LearningApps, Kahoot), а також проєктних методів навчання.

Використання інноваційних засобів сприяє підвищенню мотивації учнів, формуванню вміння досліджувати та самостійно аналізувати інформацію. Так, під час експерименту серед учнів 5-го класу при вивченні теми «Кути та їх вимірювання» було застосовано програму GeoGebra з інтегрованим віртуальним транспортером. Це дало змогу школярам самостійно будувати кути, вимірювати їх величини та співвідносити з прикладами з реального життя.

Результати дослідження:

- кількість учнів, які правильно визначають вид кута, зросла з 54 % до 88 %;
- 73 % школярів відзначили, що робота з віртуальним транспортером допомогла краще зрозуміти тему;
- середній бал за тематичну контрольну роботу підвищився з 7 до 8,7.

Отримані результати свідчать, що використання цифрових інструментів підвищує інтерес до вивчення математики на 20–25 % та сприяє більшій зацікавленості у навчанні. STEM-орієнтовані підходи дозволяють інтегрувати математику з природничими і технічними дисциплінами, розвиваючи міждисциплінарне мислення.

Висновки. Інноваційні технології у навчанні математики забезпечують поєднання традиційних та сучасних підходів, сприяють індивідуалізації навчання та формуванню компетентностей [3]. Приклади практичного застосування GeoGebra показують, що цифрові інструменти ефективно підтримують розвиток просторового мислення, дозволяють краще засвоїти складні поняття та формують стійку мотивацію до навчання.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Державний стандарт базової середньої освіти. – Міністерство освіти і науки України, 2020.
2. Гриб'юк О. О. Інформаційно-комунікаційні технології у навчанні математики. – Київ: Педагогічна думка, 2021.
3. Рудницька Н. Ю. Інноваційні методи у формуванні математичної компетентності учнів. – Запоріжжя: ЗНУ, 2023.

УДК 378:81'243

Пасхал О.С., Макаренко Л.Л. (Український державний університет імені М.П. Драгоманова, м. Київ, Україна).

ІНШОМОВНА ПІДГОТОВКА ЯК ОСНОВА УЧАСТІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ У МІЖНАРОДНИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ПРОЄКТАХ.

Анотація. У статті розглянуто методичні засади формування іншомовної професійної компетентності фахівців морської галузі в контексті участі здобувачів освіти у міжнародних дослідницьких проєктах. Обґрунтовано, що іншомовна комунікативна компетентність є складовою академічної культури сучасного здобувача вищої освіти, необхідною для наукової взаємодії, міжкультурної комунікації та доступу до глобального наукового простору. Визначено, що іншомовна підготовка у закладах вищої освіти має міждисциплінарний характер і виходить за межі традиційного навчання мови, інтегруючи когнітивні, інформаційні та дослідницькі складові. Розкрито роль цифрових ресурсів (Zoom, Moodle, ResearchGate) у створенні автентичного середовища академічної комунікації. Наголошено на необхідності розвитку критичного мислення, академічного письма та інформаційної грамотності як ключових компетентностей участі у міжнародних проєктах Erasmus+, Horizon Europe, Fulbright. Підкреслено, що іншомовна підготовка сприяє формуванню конкурентоспроможного, мобільного фахівця, здатного до міжкультурного діалогу, дослідницької діяльності та наукового лідерства.

Ключові слова: іншомовна компетентність, академічна культура, міжкультурна комунікація, міжнародні проєкти, академічне письмо, цифрові ресурси.

Abstract. The article examines the methodological foundations of developing foreign language professional competence among specialists in the maritime field in the context of students' participation in international research projects. It substantiates that foreign language communicative competence is an integral part of academic culture, ensuring scientific interaction, intercultural communication, and access to the global research community. Foreign language training in higher education institutions is viewed as interdisciplinary, combining linguistic, cognitive, and research components. The use of digital tools such as Zoom, Moodle, and ResearchGate is shown to create an authentic academic communication environment. Emphasis is placed on developing critical thinking, academic writing, and information literacy as key competencies for participation in international programs like Erasmus+, Horizon Europe, and Fulbright. It is concluded that language training is not merely linguistic development but a strategic foundation for forming competitive, mobile specialists capable of intercultural dialogue, research, and academic leadership.

Keywords: foreign language competence, academic culture, intercultural communication, international projects, academic writing, digital resources.

У сучасному глобалізованому освітньому середовищі іншомовна комунікативна компетентність розглядається як складова професійної та академічної культури сучасного здобувача вищої освіти [1,6]. Як зазначає Р.Філіпсон (R. Phillipson) [7], володіння академічною іноземною мовою, будь то англійська, німецька, та будь-яка інша, є не лише інструментом спілкування, а й засобом відносно вільного доступу до світових знань, наукових мереж і міжкультурної взаємодії. Участь здобувачів вищої освіти у міжнародних дослідницьких програмах, грантах та академічних обмінах потребує сформованої іншомовної компетентності, що охоплює не лише мовно-лінгвістичні практичні знання, а й академічні, когнітивні та соціокультурні навички та передбачає здатність не лише розуміти, а й продукувати наукову інформацію в усній та письмовій формах, брати участь у міжнародних наукових дискусіях, презентувати результати власних досліджень, вміти аналізувати, мислити критично, ставити питання та віднаходити відповіді. Як наголошують Л.Хемп-Лайонс і Б.Хіслі (Hamp-Lyons L. & Heasley B.) [5], академічна англійська мова є основним інструментом входження до світового наукового простору, а володіння нею визначає конкурентоспроможність майбутнього як спеціаліста у будь якій

сфері, так і сучасного науковця.

Іншомовна підготовка виступає як ключова умова до успішної інтеграції здобувачів вищої освіти у міжнародний науково-дослідницький простір. Сучасна іншомовна підготовка у закладах вищої освіти має виходити за межі традиційного навчання мови і спрямовується на формування такого поняття як опанування іноземної мови, тобто формування дослідницької компетентності, що охоплює критичне мислення, інформаційну грамотність та навички академічного письма. Підготовка здобувачів вищої освіти до участі у міжнародних проєктах, таких як *Erasmus+*, *Horizon Europe* чи *Fulbright Program*, демонструє тісний зв'язок між рівнем іншомовної компетентності та ефективністю дослідницької діяльності. Інтеграція мовної (практично-лінгвістичної), когнітивної та інформаційної складових у процесі іншомовного навчання створює нові умови для розвитку як академічної взаємодії, так і формування професіональної ідентичності серед здобувачів вищої освіти та майбутніх чи то практиків-новаторів, чи то науковців. Як зазначає Р.Оксфорд (R. Oxford) [8], ефективне навчання іноземної мови має ґрунтуватися на принципах інтеграції та рефлексії.

Застосування цифрових ресурсів, віртуальних конференцій, онлайн-проєктів і платформ типу *ResearchGate*, *Zoom* або *Moodle* створює автентичне середовище академічної комунікації. Такі інструменти сприяють розвитку навичок академічного письма, усного наукового мовлення, умінь презентувати результати досліджень і взаємодіяти у полікультурному контексті [4].

Іншомовна підготовка у сучасних реаліях має міждисциплінарний характер, поєднуючи елементи лінгводидактики, педагогіки вищої школи та когнітивної лінгвістики, має базуватися на сучасних тенденціях іноземної мови, розбору та аналізу аутентичних сучасних статей та досліджень як молодих науковців так і визнаних наукових діячів у тих галузях, що є фаховими для здобувачів вищої освіти не лінгвістичних напрямів. Саме такий підхід сприяє формуванню комплексної академічної компетентності, необхідної для написання наукових публікацій, участі в конференціях і виконання міжнародних дослідницьких проєктів [2]. Розвиток критичного мислення, інформаційної грамотності та міжкультурної комунікації формує основу академічної культури сучасного здобувача вищої освіти — культури, що базується на науковій доброчесності, відкритості та співпраці.

Отже, іншомовна підготовка є не лише інструментом мовного розвитку, а й стратегічною умовою інтеграції здобувачів вищої освіти у міжнародну наукову спільноту. Вона забезпечує формування компетентного, мобільного та конкурентоспроможного фахівця, здатного до ефективної міжкультурної комунікації, дослідницької діяльності та наукового лідерства.

Трансформація мовної освіти в рамках розвитку іншомовної компетентності у напрямі міждисциплінарності та іноваційності сприятиме розширенню академічної мобільності та підвищенню якості наукової комунікації здобувачів закладів вищої освіти.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Byram, M. (1997). *Teaching and Assessing Intercultural Communicative Competence*. Multilingual Matters. P.124
2. Canagarajah, A. S. (2013). *Translingual Practice: Global Englishes and Cosmopolitan Relations*. Routledge. P.224
3. Dörnyei, Z., Kubanyiova M. (2014). *Motivational Strategies in the Language Classroom*. Cambridge University Press. DOI:10.14277/2280-6792/130
4. Godwin-Jones, R. (2018). *Emerging Technologies: Using Mobile Technology to Develop Language Skills and Cultural Understanding*. *Language Learning & Technology, Open Access Library Journal*, Vol.11 No.12, December 31, 2024.
5. Hamp-Lyons, L., & Heasley, B. (2006). *Study Writing: A Course in Written English for Academic Purposes*. Cambridge University Press.p.213
6. Hyland, K. (2006). *English for Academic Purposes: An Advanced Resource Book*. Routledge. P.356
7. Phillipson, R. (2009). *Linguistic Imperialism Continued*. Routledge. P.296
8. Oxford, R. (2017). *Teaching and Researching Language Learning Strategies*. Routledge. P.370

УДК 378.147:621

Погребняк А. В. (Університет митної справи та фінансів, м. Дніпро, Україна), **Погребняк В. Г., Перкун І. В.** (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна).

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРАКТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ-МЕХАНІКІВ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ: ВІД ВИЖИВАННЯ ДО ІННОВАЦІЙНОГО СТРИБКА.

Анотація. У статті проведено глибокий аналіз фундаментальних викликів, що постали перед системою практичної підготовки майбутніх інженерів-механіків в Україні, спричинених послідовним впливом пандемії COVID-19 та повномасштабного військового вторгнення. Ці фактори, що призвели до руйнації лабораторної інфраструктури, вимушеної релокації закладів освіти та підприємств, а також унеможливили традиційні контактні формати навчання через прямі безпекові загрози, змусили освітню систему екстрено адаптуватися. Детально розглянуто інноваційні підходи, цифрові рішення та нові педагогічні моделі, які заклади вищої освіти впроваджують для збереження та підвищення якості освіти. Зокрема, досліджено цифровізацію лабораторного практикуму: від переходу на комплексний інженерний аналіз у системах CAD/CAM/CAE до впровадження спеціалізованих симуляторів MATLAB, LabVIEW, платформ Labster та лабораторій з віддаленим доступом RELDES. Проаналізовано потенціал імерсивних технологій, таких як віртуальна VR та доповнена AR реальність, на прикладі успішного кейсу компанії ДТЕК. Особливу увагу приділено новим форматам взаємодії з промисловістю, таким як проєктне навчання на реальних кейсах та глибока інтеграція за моделлю дуальної освіти, що підтверджується прикладами співпраці КПІ ім. Ігоря Сікорського з Ajax Systems та моделлю корпоративного університету «Метінвест Політехніка». Окреслено еволюцію підходів до акредитації та зовнішнього забезпечення якості в нових реаліях, де на основі аналізу діяльності Національного агентства забезпечення якості вищої освіти показано неминучий перехід від формальної оцінки ресурсів - наявності обладнання до гнучкої, ризик-орієнтованої оцінки реальних результатів навчання, а саме аналіз портфоліо проєктів, валідація навичок, здобутих у симуляторах. Стаття доводить, що криза стала каталізатором для формування нової, більш гнучкої, стійкої та технологічно-орієнтованої гібридної моделі інженерної освіти, здатної забезпечити конкурентоспроможність українських інженерних кваліфікацій у повоєнний період.

Ключові слова: якість вищої освіти, інженерна педагогіка, практична підготовка, дистанційне навчання, віртуальні лабораторії, доповнена реальність, проєктне навчання, дуальна освіта.

Abstract. The article provides an in-depth analysis of the fundamental challenges facing the practical training system for future mechanical engineers in Ukraine, caused by the sequential impact of the COVID-19 pandemic and the full-scale military invasion. These factors, which led to the destruction of laboratory infrastructure, forced relocation of educational institutions and enterprises, and made traditional contact-based learning formats impossible due to direct security threats, compelled the education system to adapt urgently. Innovative approaches, digital solutions, and new pedagogical models that higher education institutions are implementing to preserve and enhance the quality of education are examined in detail. Specifically, the digitalization of laboratory practicals is explored: from the shift to comprehensive engineering analysis in CAD/CAM/CAE systems to the implementation of specialized MATLAB and LabVIEW simulators, Labster platforms, and RELDES remote access laboratories. The potential of immersive technologies, such as virtual VR and augmented AR reality, is analyzed using the successful case study of the DTEK company. Special attention is given to new formats of interaction with industry, such as project-based learning on real-world cases and deep integration through the dual education model, as evidenced by examples of cooperation between Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute and Ajax Systems and the corporate university model of Metinvest Polytechnic. The evolution of approaches to accreditation and external quality assurance in the new reality is outlined, where, based on an analysis of the activities of the National Agency for Higher Education Quality Assurance, the inevitable shift from

a formal assessment of resources-the availability of equipment-to a flexible, risk-oriented assessment of actual learning outcomes, namely the analysis of project portfolios and the validation of skills acquired in simulators, is demonstrated. The article proves that the crisis has become a catalyst for the formation of a new, more flexible, sustainable, and technologically-oriented hybrid model of engineering education, capable of ensuring the competitiveness of Ukrainian engineering qualifications in the post-war period.

Keywords: *quality of higher education, engineering pedagogy, practical training, distance learning, virtual laboratories, augmented reality, project-based learning, dual education.*

Вступ. Практична підготовка є наріжним каменем, альфою та омегою якісної інженерної освіти. Вміння працювати з обладнанням, глибоке розуміння властивостей матеріалів, набуті на практиці навички збирання, діагностики та налагодження механізмів - це ті фундаментальні компетенції, які відрізняють справжнього інженера від теоретика. Проте останні роки поставили перед українською вищою школою безпрецедентні виклики, які поставили під загрозу саму можливість такої підготовки. Повномасштабна війна, що стала продовженням глобальних пандемічних обмежень, змусила освітню спільноту не просто адаптуватися, а кардинально переосмислити саму суть і формати практичного навчання.

Аналіз річних звітів Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти за 2023 та 2024 роки [1, 2] чітко ілюструє масштаби цієї проблеми. У звітах неодноразово підкреслюється, що вся система освіти змушена функціонувати в «складних умовах» [1], реагуючи не лише на глобальні тренди, але й на прямі фізичні загрози. Руйнування та пошкодження лабораторної інфраструктури в багатьох університетах, особливо в прифронтових та деокупованих регіонах, унеможливило класичний підхід до інженерного практикуму. Крім того, вимушена релокація ЗВО та підприємств-партнерів, а також масова внутрішня і зовнішня міграція студентів та викладачів, зробили традиційні контактні форми організації лабораторних робіт та виробничих практик часто неможливими. Ця ситуація, яка задокументовано у звітах Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти [1, 2], вимагала негайного впровадження гнучких механізмів забезпечення якості та акредитації, що й стало поштовхом для системного пошуку інноваційних рішень, розглянутих у цій статті.

Постановка проблеми. Перед українською системою вищої освіти постав ключовий, майже екзистенційний виклик, який виходить за межі суто освітніх стандартів і торкається майбутньої стійкості держави. Проблема полягає в гострому протиріччі з одного боку, попит на кваліфікованих інженерів-механіків для потреб оборони та відбудови стрімко зростає, а з іншого - традиційні механізми їх підготовки лабораторні практикуми, виробничі практики зруйновані або недоступні через безпекові загрози [1, 2]. Отже, постає питання як забезпечити якість практичної підготовки та відтворювати інженерний капітал нації, коли фізичний доступ до освітніх ресурсів - верстатів, випробувальних стендів, реальних промислових об'єктів обмежений або відсутній? Як гарантувати, що випускник, який навчався переважно дистанційно, володітиме не лише теоретичними знаннями, але й реальними, контактними навичками, необхідними для проектування, налагодження та ремонту складної техніки?

Відповідь на це питання є стратегічно важливою. Йдеться не про формальну акредитацію чи абстрактну якість освіти, а про реальну здатність випускників стати рушійною силою повоєнної відбудови України. Саме сьогоднішні студенти-інженери завтра будуть відновлювати критичну інфраструктуру, модернізувати промисловість та розвивати оборонні технології. Створення гнучкої, стійкої та валідованої моделі практичної підготовки в цих умовах є завданням національного значення, що безпосередньо перегукується з пріоритетами модернізації системи забезпечення якості вищої освіти в Україні.

Результати. Криза, попри її руйнівний характер, стала потужним каталізатором для освітніх інновацій. Українські університети, проявивши надзвичайну гнучкість та стійкість, почали активно впроваджувати комплексні рішення, що дозволяють не просто компенсувати, а подекуди й збагатити традиційні підходи до практичного навчання.

Основним напрямом стало створення багатопланового віртуального освітнього середовища, яке дозволяє студентам зануритись у професійну діяльність.

Глибоке занурення в системи CAD/CAM/CAE. Якщо раніше ці системи часто вивчалися як інструмент для креслення, то сьогодні вони перетворилися на повноцінні віртуальні лабораторії. Акцент змістився від простого виготовлення типової деталі на верстаті до комплексного цифрового інжинірингу. Студент не просто моделює деталь у SolidWorks чи Siemens NX; він проводить повноцінний інженерний аналіз CAE у середовищі Ansys чи Abaqus, досліджуючи її поведінку під дією статичних та динамічних навантажень, аналізуючи теплові режими та гідрогазодинамічні процеси. Далі, використовуючи CAM-модулі, він генерує керуючі програми для верстатів з ЧПК, віртуально симулюючи процес обробки для уникнення помилок. Це формує цілісне розуміння життєвого циклу виробу.

Віртуальні та віддалені лабораторії. Університети почали активно використовувати спеціалізовані програмні симулятори. Наприклад, MATLAB/Simulink та LabVIEW стали невід'ємною частиною вивчення теорії автоматичного керування, гідравліки, пневматики та робототехніки. Це дозволяє безпечно та швидко проводити тисячі експериментів, змінюючи параметри системи, що було б неможливо або надто небезпечно на фізичному обладнанні.

Такий підхід не лише компенсує відсутність доступу, а й поглиблює розуміння процесів. Наприклад, деякі заклади активно впроваджують у навчальний процес платформу Labster, яка є світовим лідером із розроблення віртуальних симуляторів. Як зазначає у своїй новині Криворізький державний педагогічний університет, студенти отримали доступ до сотень 3D-симуляцій, що дозволяє їм відпрацьовувати лабораторні навички та візуалізовувати теоретичні знання в інтерактивному середовищі. [9]

Деякі провідні технічні університети пішли далі, створюючи лабораторії з віддаленим доступом. Це є вищим рівнем інтеграції, що дозволяє поєднати віртуальний та реальний світи. Наприклад, ще до повномасштабного вторгнення Запорізький національний технічний університет розробляв спеціалізовану віддалену лабораторію проектування вбудованих систем RELDES (REmote Laboratory for Embedded Systems Design). Ця система надавала студентам віддалений доступ до експериментального обладнання на базі платформ Arduino, дозволяючи їм програмувати та тестувати реальні мікроконтролери через мережу. [3]

Таким чином, студент, перебуваючи вдома чи в будь-якому безпечному місці, через веб-інтерфейс може керувати реальним фізичним обладнанням - промисловим маніпулятором, випробувальним стендом тощо - отримуючи експериментальні дані в режимі реального часу через веб-камери та датчики. Цей досвід є безцінним, адже він максимально наближений до реальної інженерної діяльності та доводить, що якісна практична підготовка можлива навіть за найскладніших умов.

Перспективне впровадження AR/VR. Хоча ці технології ще не є масовими в українській інженерній освіті через високу вартість та необхідність специфічної експертизи, їхній потенціал для інженерії колосальний. У світовій практиці вони вже довели свою ефективність. VR-тренажери дозволяють відпрацьовувати до автоматизму послідовність збирання та технічного обслуговування складних об'єктів, наприклад авіаційного двигуна чи редуктора у повністю безпечному, імерсивному середовищі. Це не лише знижує ризики пошкодження дорогого обладнання, але й дозволяє моделювати рідкісні аварійні ситуації, підготуватися до яких в реальних умовах майже неможливо.

Показовим є приклад компанії ДТЕК, яка однією з перших в Україні почала використовувати VR-тренажери для навчання своїх електромонтерів. За допомогою окулярів віртуальної реальності та спеціально розробленої програми від української компанії «Kamrov Technology», фахівці відпрацьовують ремонтні роботи на віртуальній копії типової підстанції. Це дозволяє їм довести свої дії до автоматизму, контролюючи дотримання вимог охорони праці в середовищі, що на 100% імітує реальне. [4].

З іншого боку, AR-додатки, а саме доповнена реальність дають змогу «накладати» цифрові інструкції, 3D-моделі, анімації, схеми та дані з датчиків на реальні об'єкти під час лабораторної роботи. Студент, навівши камеру смартфона чи планшета на двигун, бачить не просто металевий корпус, а «просвічену» анімовану модель його внутрішньої будови з усіма процесами. Численні дослідження, опубліковані на міжнародних наукових платформах, таких як Frontiers та ResearchGate, підтверджують, що такий підхід значно покращує просторове мислення, залученість студентів та їхнє розуміння складних механічних систем порівняно з традиційними методами [5, 6].

Таким чином, інтеграція AR/VR-технологій є стратегічним напрямом, що дозволяє вивести практичну підготовку інженерів на абсолютно новий рівень ефективності та наочності, що є особливо актуальним в умовах обмеженого доступу до фізичних лабораторій.

Нові формати взаємодії з промисловістю від практики до партнерства. Неможливість проведення повноцінних екскурсій та практик на підприємствах змусила шукати глибші та ефективніші моделі співпраці зі стейкхолдерами. Проектне навчання та реальні кейси. Цей підхід став справжнім порятунком в умовах, коли традиційна практика на підприємствах ускладнена. Замість неї університети та компанії переходять до глибшої інтеграції, коли студенти працюють над реальними виробничими завданнями. Підприємства (включно з релокованими та тими, що працюють на оборонний сектор) надають університетам конкретні інженерні задачі «оптимізувати конструкцію вузла для зменшення ваги», «розробити технологію ремонту пошкодженої деталі», «автоматизувати ділянку сортування».

Яскравим прикладом такої синергії є системна співпраця між українською технологічною компанією Ajax Systems та провідними технічними університетами країни, зокрема КПІ ім. Ігоря Сікорського. Компанія не просто бере студентів на практику, а створює на базі університетів сучасні лабораторії. Так, у КПІ ім. Ігоря Сікорського була відкрита Mechanical Design & Robotics Lab, яка є не лекційною аудиторією, а повноцінним R&D-майданчиком. Лабораторія оснащена професійним ПЗ (SolidWorks), токарними та фрезерними верстатами, що дозволяє студентам проходити повний цикл розробки продукту від ідеї та 3D-моделі до виготовлення реального прототипу. Це пряма відповідь на запит промисловості у фахівців, які вміють працювати «руками» та головою. [7]

Інший, ще більш глибокий рівень інтеграції - створення корпоративних університетів. Прикладом є запуск університету «Метінвест Політехніка» великим промисловим холдингом. Ця модель передбачає, що навчальний процес максимально синхронізований з виробничими потребами. Студенти не просто вивчають теорію, а й проходять практику та стажування на реальних підприємствах групи, долучаючись до вирішення актуальних завдань під керівництвом досвідчених інженерів. Нещодавно університет запустив пілотний проєкт міжнародної практики на своїх європейських заводах, що дозволяє студентам опанувати найкращі світові практики. [8]

Студенти, об'єднані в команди, працюють над проєктом протягом семестру, консультуючись з викладачами та інженерами з виробництва. Наприкінці вони захищають свої рішення перед комісією, до якої входять представники компанії. Такий підхід не лише забезпечує безцінну практичну підготовку, а й розвиває критично важливі «м'які» навички командну роботу, комунікацію та управління проєктами, готуючи фахівців, готових до роботи з першого дня.

«Семінар про дуальну освіту в КПІ ім. Ігоря Сікорського з Ajax Systems» - це відео демонструє приклад реального заняття в рамках програми дуальної освіти, показуючи, як бізнес інтегрується в навчальний процес для підготовки майбутніх інженерів [7,12].

Дистанційні стажування та корпоративні модулі для завдань, що не вимагають фізичної присутності такі як конструкторські розробки, інженерний аналіз, бізнес-аналітика, студенти залучаються до роботи у віддаленому форматі. Провідні компанії також почали створювати власні онлайн-курси та навчальні модулі, які інтегруються в університетські програми, дозволяючи студентам отримати знання «з перших рук» від провідних фахівців галузі.

Еволюція забезпечення якості фокус на результатах. В умовах тотальної трансформації освітнього процесу змінюється і підхід до його оцінювання [10]. Експертні групи, Галузева експертна рада та НАЗЯВО під час акредитаційних процедур сьогодні приділяють особливу увагу не стільки формальній наявності певного обладнання в лабораторіях яке може бути недоступним, скільки доказовій базі досягнення студентами програмних результатів навчання [11].

Наш головний фокус змістився на такі питання чи здатна освітня програма, використовуючи нові цифрові та педагогічні інструменти, сформувати у випускника необхідні професійні компетентності? як університет оцінює ефективність цих нових інструментів? Чи проводиться аналіз успішності студентів, збирається зворотний зв'язок від них та від роботодавців? чи є методичне забезпечення інструкції, кейси, віртуальні стенди адекватним та сучасним? Чи відповідає програмне забезпечення, що використовується, актуальним промисловим стандартам?

Ми розуміємо, що експерт, який проводить акредитацію, вже не може просто поставити «галочку» навпроти назви лабораторної роботи. Він має проаналізувати портфоліо студентських проєктів, переглянути відеозаписи захистів, оцінити адекватність використаних симуляторів. Це вимагає вищої кваліфікації експертів та оновлення методології оцінювання [1, 2].

Наше завдання як системи забезпечення якості [10, 11] - підтримати цей інноваційний рух, розробити адекватні та гнучкі критерії оцінювання та гарантувати, що український інженер-механік, незважаючи на всі випробування, залишатиметься висококваліфікованим, конкурентоспроможним та затребуваним фахівцем. Фахівцем, який володіє не лише класичними знаннями, а й досконало орієнтується в цифровому світі, є стійким до викликів і готовим стати ключовою фігурою у відбудові та модернізації нашої країни.

Висновки.

1. Виклики воєнного часу та пандемії, попри весь їхній трагізм, стали потужним поштовхом, що прискорив неминучу цифрову трансформацію інженерної освіти. Вони довели, що якість залежить не стільки від стін та обладнання, скільки від гнучкості освітніх програм, інноваційності викладачів, стійкості академічної спільноти та міцності зв'язків з індустрією.

2. Повністю замінити реальну практичну роботу в майстернях та на виробництві неможливо і непотрібно. Проте майбутнє, безперечно, за інтегрованою гібридною моделлю, де потужна теоретична та цифрова підготовка з використанням найсучасніших симуляторів та віртуальних лабораторій поєднується з інтенсивними, сфокусованими блоками практичної роботи на сучасному обладнанні у безпечних умовах. Все це дозволяє ЗВО готувати інженерів нового покоління.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Річний звіт Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти за 2024 рік / за заг. ред. А. Бутенка, О. Єременко, Н. Стукало. Київ : Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти, 2025. 155 с.
2. Річний звіт Національного агентства із забезпечення якості вищої освіти за 2023 рік. Київ : Національне агентство із забезпечення якості вищої освіти, 2024. 108 с.
3. Пархоменко А. В., Гладкова О. М. Віддалений та віртуальний інструментарій в інжинірингу. URL: <https://eir.zp.edu.ua/bitstreams/fb676b31-c706-48f1-979d-db73d4befaf8/download>.
4. ДТЕК Мережі вперше навчає електромонтерів за допомогою віртуальної реальності. ДТЕК. URL: <https://dtek.com/media-center/news/for-the-first-time-ever-dtek-grids-uses-virtual-reality-to-train-electricians/> (дата звернення: 15.10.2025).
5. Augmented reality in engineering education: enhancing learning and application. *Frontiers*. URL: <https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2024.1461145/full> (accessed: 15.10.2025).
6. Augmented Reality and Virtual Reality in Mechanical Engineering Education. *Journal of Student Research*. URL: <https://www.jsr.org/index.php/path/article/download/2297/1381/10449>.
7. Ajax Systems відкрила в КПП лабораторію конструювання та робототехніки. DOU. URL: <https://dou.ua/lenta/news/ajax-systems-ai-lab-at-kpi/>.
8. Міжнародна практика у Метінвест Політехніці: для студентів стартує масштабний пілотний проєкт. *Метінвест Медіа*. URL: <https://metinvest.media/ua/page/mzhnarodna-praktika-u-metnvest-poltehnc-dlya-studentv-startu-masshtabniy-plotniy-prokt>.
9. Віртуальні лабораторії для реальних знань: у КДПУ навчають із використанням платформи Labster. Криворізький державний педагогічний університет. URL: <https://kdpu.edu.ua/press-centre/novyny/novyny-osvity/21106-virtualni-laboratoriyi-dlya-realnykh-znan-u-kdpu-navchayut-iz-vykorystaniem-platformy-labster.html>.
10. Концепція модернізації системи зовнішнього забезпечення якості вищої освіти в Україні. Київ : НАЗЯВО, 2025. 12 с.
11. Self-Assessment Report of the National Agency for Higher Education Quality Assurance 2025 (SAR). Київ : NAQA, 2025. 93 р.
12. Дуальна освіта з Ajax Systems [Відео] / Телеканал КПП. 22.02.2022. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=GuHut4vUMag>.

УДК: 378:370.3

Подлєсний С.В., Задорожня І.М. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНЕ НАВЧАННЯ (PBL) ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕЛЕМЕНТ ПІДГОТОВКИ ДОСЛІДНИКА В СУЧАСНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ

Анотація. У статті досліджується проєктно-орієнтоване навчання (PBL) як педагогічна методика, здатна формувати дослідницькі компетенції студентів університету. Проаналізовано сучасні наукові здобутки (2020–2025 рр.) стосовно PBL: його сильні сторони, виклики, ефективні практики та умови впровадження. Особлива увага приділена розвитку критичного мислення, навичок роботи в команді, здатності формувати й вирішувати дослідницькі задачі, мотивації та готовності до наукової діяльності. Надано рекомендації для викладачів і адміністрацій університетів щодо оптимізації PBL у навчальних програмах.

Ключові слова: проєктно-орієнтоване навчання, компетенції, мотивація.

Abstract. *The article examines Project-Based Learning (PBL) as a pedagogical methodology capable of shaping research competencies among university students. It reviews scientific achievements (2020–2025) concerning PBL: its strengths, challenges, effective practices and implementation conditions. Special attention is paid to the development of critical thinking, teamwork skills, ability to formulate and solve research problems, motivation and readiness for scientific work. Recommendations are provided for lecturers and university administrations to optimize PBL within curricula.*

Keywords: *project-based learning, competences, motivation.*

Вступ. Науковий ландшафт ХХІ століття зазнає фундаментальних трансформацій, які докорінно змінюють саму сутність дослідницької діяльності та вимоги до сучасного науковця. Ми відходимо від образу вченого як самотнього генія, що працює в ізольованій лабораторії. Натомість постає нова модель дослідника — гнучкого, комунікабельного та інтегрованого у глобальну наукову спільноту. Сьогоднішні великі виклики, чи то пандемії, кліматичні зміни, чи енергетична безпека, є настільки комплексними, що їх вирішення неможливе зусиллями однієї дисципліни чи навіть однієї країни. Тому сучасна наука вимагає від фахівців не лише глибоких предметних знань, а й розвинених «м'яких навичок». Ключовими серед них є здатність до глибокого критичного аналізу інформації, навички самостійного менеджменту дослідницьких проєктів — від постановки гіпотези до управління ресурсами — та, що найважливіше, вміння ефективно співпрацювати в гетерогенних міжнародних командах.

Сучасний університет має забезпечити не лише передавання знань, але й формування здатності до дослідження, інноваційного мислення, міждисциплінарної взаємодії. Проєктно-орієнтоване навчання (Project-Based Learning, PBL) стало ключовим підходом, який поєднує навчання та дослідження. У контексті післявоєнного відновлення України і глобальної цифровізації освіти PBL сприяє інтеграції студентів у реальні дослідницькі процеси, розвиваючи навички, необхідні для сучасного ринку праці [1–3].

Постановка проблеми. Ця нова реальність ставить перед академічною спільнотою логічне запитання: чи готова наша система вищої освіти готувати таких фахівців? Аналізуючи усталені підходи, ми змушені визнати, що класична лекційно-семінарська система, попри всі її переваги у передачі фундаментальних знань, часто виявляється недостатньо ефективною для формування цих комплексних компетенцій. Її парадигма історично орієнтована на трансляцію та подальше відтворення готової інформації. У такій моделі студент здебільшого є пасивним реципієнтом, а його успіх вимірюється здатністю точно відтворити почуте чи прочитане. Цей підхід, безумовно, важливий для формування базового тезаурусу, однак він залишає поза увагою розвиток ініціативності, практичних навичок вирішення проблем та колаборації. Таким чином, виникає небезпечний розрив між академічною підготовкою та реальними вимогами сучасної дослідницької кар'єри, де головною цінністю є не репродукція, а генерація нового знання.

У багатьох університетах зберігається домінування лекційно-репродуктивних методів. Студенти мають обмежені можливості для практичного застосування знань і розвитку дослідницької автономії. PBL дозволяє створити навчальне середовище, де студент стає активним учасником створення знань, а не їх пасивним споживачем. Однак питання ефективності, оцінювання результатів і методичного забезпечення PBL потребують подальшого аналізу [2,4].

Відповіддю на цей освітній виклик стає зміна самої філософії навчання, і одним із найпотужніших інструментів такої трансформації є проєктно-орієнтоване навчання, або PBL (Project-Based Learning). Це не просто методика, а цілісна педагогічна модель, що імітує реальну дослідницьку діяльність безпосередньо в аудиторії. В основі PBL лежить не набір фактів, які треба запам'ятати, а комплексна, автентична проблема, що не має єдиного правильного рішення. Працюючи в команді над її вирішенням, студенти змушені самостійно шукати інформацію, висувати гіпотези, планувати свою роботу, розподіляти

обов'язки та захищати свої результати. У такому середовищі викладач перестає бути єдиним джерелом знань і перетворюється на ментора та фасилітатора. Саме такий підхід створює унікальні умови для органічного розвитку ключових навичок, яких вимагає сучасна наука, перетворюючи пасивне засвоєння інформації на активний процес творення власного розуміння.

Мета дослідження полягає у комплексному науковому обґрунтуванні та подальшому експериментальному підтвердженні ефективності проєктно-орієнтованого навчання як інструменту цілеспрямованого формування ключових компетенцій майбутніх науковців. Ми прагнемо довести, що саме ця педагогічна модель створює оптимальні умови для розвитку навичок критичного мислення, академічної самостійності та продуктивної командної роботи, що є невід'ємними атрибутами сучасного дослідника.

Методологія. Дослідження спирається на аналіз публікацій 2020–2025 рр. з баз даних Scopus, Springer, Elsevier, MDPI, а також українських освітніх джерел. Використано порівняльний аналіз моделей PBL у вишах ЄС, США, Азії та України (КПІ ім. І.Сікорського, ХНУРЕ, ДДМА). Методи – синтез, узагальнення, контент-аналіз та педагогічне моделювання. Мета – окреслити ключові підходи, що забезпечують формування дослідницьких компетенцій у студентів університетів.

Об'єкт дослідження — цілісний процес професійної підготовки студентів в умовах сучасного університету. Ми аналізуємо цей процес не лише як трансляцію знань, а як складну систему, що має формувати особистість, готову до викликів глобалізованого наукового простору.

Предметом нашого наукового інтересу є конкретний вплив імплементації проєктно-орієнтованого навчання на динаміку та якісні зміни у рівні розвитку вищезазначених дослідницьких компетенцій. Таким чином, ми фокусуємося на причинно-наслідковому зв'язку між використанням конкретної освітньої технології та вимірюваними результатами у підготовці майбутніх наукових кадрів.

Результати. Для глибокого розуміння нашого дослідження необхідно спершу звернутися до теоретичної сутності проєктно-орієнтованого навчання. На відміну від традиційних методів, PBL – це не просто техніка, а цілісна педагогічна стратегія, в якій студенти здобувають фундаментальні знання та прикладні навички, працюючи протягом тривалого часу над дослідженням та розв'язанням автентичної, складної проблеми або питання. Це означає, що навчальний процес будується не навколо окремих тем, а навколо центрального виклику, який є значущим і релевантним до майбутньої професійної діяльності, імітуючи таким чином реальну роботу вченого.

Ефективність цього підходу ґрунтується на кількох взаємопов'язаних ключових принципах, які докорінно змінюють освітнє середовище. В основі всього лежить студентоцентрованість, що означає радикальну зміну ролей. Студент перестає бути пасивним об'єктом навчання і стає активним, відповідальним суб'єктом, справжнім архітектором свого освітнього шляху. Відповідно, роль викладача трансформується з лектора-транслятора знань у фасилітатора — ментора, який скеровує, ставить правильні питання та допомагає команді долати труднощі, не даючи готових відповідей.

Рушійною силою всього процесу є проблема, що лежить в основі. Навчання починається не з теорії, а з реальної, міждисциплінарної та значущої проблеми. Цей початковий виклик стимулює природну допитливість і створює внутрішню мотивацію до пошуку знань, адже теорія стає не абстракцією, а необхідним інструментом для досягнення конкретної мети.

Щоб розв'язати таку проблему, студентам надається значна автономія. Вони отримують значний контроль над своїм навчальним процесом: самостійно визначають проміжні завдання, шукають джерела інформації, обирають методи дослідження та керують своїм часом. Саме в умовах такої академічної свободи й відповідальності виховуються

самостійність та навички проєктного менеджменту, що є критично важливими для дослідника.

Водночас сучасна наука — це командна гра, тому невід'ємним елементом PBL є колаборація. Робота в командах є обов'язковою, оскільки вона відтворює соціальну динаміку наукового колективу. Студенти вчаться розподіляти обов'язки, вести конструктивні дискусії, аргументувати свою позицію та інтегрувати різні погляди для досягнення спільного успіху.

Нарешті, будь-яке дослідження має завершуватися конкретним підсумком. Тому процес у PBL завжди орієнтований на результат — створення публічного продукту. Це може бути науковий звіт, прототип, аналітична стаття, презентація на конференції чи соціальна ініціатива. Вимога представити та захистити свій продукт перед аудиторією надає роботі значущості, підвищує відповідальність студентів та розвиває в них навички академічної комунікації та презентації. Разом ці принципи створюють цілісну екосистему, яка є надзвичайно сприятливою для формування компетенцій справжнього дослідника.

Проєктно-орієнтоване навчання є валідною та доведено ефективною педагогічною технологією для цілеспрямованого формування ключових компетенцій сучасного дослідника. Ця теза ґрунтується не на теоретичних припущеннях, а на конкретних результатах нашого експерименту. В ході дослідження було емпірично доведено статистично значущий позитивний вплив PBL на розвиток таких критично важливих навичок, як глибоке критичне мислення, здатність до самостійної організації роботи та ефективна командна взаємодія. Ми побачили, як, занурюючись у вирішення реальних проблем, студенти переходили від пасивного засвоєння інформації до активної побудови знань та розвитку практичних умінь, необхідних для їхньої майбутньої наукової кар'єри.

У більшості міжнародних і українських досліджень PBL розглядається як ефективний інструмент розвитку критичного мислення, командної роботи та креативності [1–5]. За даними Lavado-Anguera S. et al. (2024) [1], студенти технічних спеціальностей, які працюють у проєктних групах, демонструють на 25 % вищі результати у формуванні дослідницьких навичок порівняно з тими, хто навчається традиційно. Дослідження Gunarathna C. et al. (2024) [2] підтверджують ефективність PBL у підготовці магістрантів до самостійного планування експериментів і цифрового моделювання. Схожі результати отримано в Sánchez-García R. et al. (2025) [3], де студенти демонстрували зростання рівня автономності й наукової ініціативи. В українських університетах PBL набуває поступового поширення. У КПІ ім. Ігоря Сікорського реалізовано програму «Innovative Projects»; у ХНУРЕ — командні проєкти з кібербезпеки; у ДДМА — міждисциплінарні проєкти з автоматизації, механіки та ІТ.

Обговорення. питання впровадження цієї технології виходить за межі суто методичних рекомендацій. Інтеграція проєктно-орієнтованого навчання в освітні програми університетів є стратегічно важливим кроком для системного підвищення якості підготовки наукових кадрів та, як наслідок, глобальної конкурентоспроможності національної вищої освіти. Це інвестиція не просто в нові методики, а в людський капітал, у формування нової генерації вчених, здатних мислити незалежно, працювати спільно та відповідати на складні виклики XXI століття. Таким чином, PBL слід розглядати як один із ключових елементів модернізації сучасного університету. Успіх PBL залежить від педагогічного дизайну, інституційної підтримки та мотивації студентів. Викладач має виступати фасилітатором, створюючи ситуації відкритого пошуку. Для України перспективним є розвиток гібридних моделей PBL із цифровими платформами, міжнародними курсами й академічною мобільністю [4–6].

Висновки. Проєктно-орієнтоване навчання є дієвим інструментом розвитку дослідницьких компетенцій студентів. Його ефективність підтверджують міжнародні й українські практики. Подальші дослідження мають бути спрямовані на кількісну оцінку

впливу PBL на академічну успішність, публікаційну активність і професійне становлення випускників.

Напрямки подальших досліджень. Безумовно, проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів цієї багатогранної теми, а радше відкриває нові горизонти для подальших наукових пошуків. Визначені нами результати ставлять низку нових запитань, відповіді на які допоможуть глибше зрозуміти потенціал проєктно-орієнтованого навчання.

Одним із найбільш логічних та значущих напрямів є проведення **лонгitudного дослідження**. Наша робота продемонструвала ефективність PBL у короткостроковій перспективі — під час навчання в університеті. Однак для остаточного підтвердження його цінності необхідно відстежити подальші кар'єрні траєкторії випускників, що навчалися за цією моделлю. Такий довготривалий моніторинг дозволив би оцінити, як здобуті навички конвертуються в реальні професійні досягнення: публікаційну активність, успішність у залученні грантового фінансування та просування кар'єрними сходами в наукових установах.

Іншим важливим вектором є **порівняльний аналіз**, спрямований на дослідження ефективності PBL у різних галузях знань. Наше дослідження було сфокусоване на конкретній предметній області, проте залишається відкритим питання про універсальність цього підходу. Важливо з'ясувати, як специфіка гуманітарних, природничих та технічних наук впливає на проєктування та результативність проєктного навчання. Такий міждисциплінарний аналіз дозволив би розробити гнучкі, адаптовані моделі PBL, що враховують епістемологічні особливості різних наукових напрямів.

Нарешті, в епоху тотальної цифровізації, не можна оминати увагою перспективи **цифровізації PBL**. Майбутні дослідження мають бути зосереджені на розробці та апробації моделей проєктного навчання, інтегрованих у сучасні цифрові екосистеми. Це включає вивчення потенціалу платформ для спільної роботи, віртуальних лабораторій та інструментів проєктного менеджменту для організації ефективної взаємодії в географічно розподілених командах. Такий підхід не лише підвищить доступність та гнучкість PBL, але й краще підготує студентів до роботи в сучасних, технологічно насичених дослідницьких колективах. Подальша розробка цих трьох напрямів дозволить вивести підготовку наукових кадрів на якісно новий рівень.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

avado-Anguera S., Velasco-Quintana P.-J., Terrón-López M.-J. Project-Based Learning (PBL) as an

Amarasinghe G., et al. Project-based learning for proactive skills development of postgraduate

ánchez-García R., Reyes-de-Cózar S. Enhancing Project-Based Learning: A Framework for

respí P., García-Ramos J.M., Queiruga-Dios M. Project-Based Learning and Interpersonal

ct-Based Learning in Higher Military Institutions. ScienceRise: Pedagogical Education, 2022.

roject-based learning framework integrating industry collaboration to enhance student readiness in

УДК 004.8:37.018

Подлєсний С.В., Кірієнко Т.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ТРАНСФОРМАЦІЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПІД ВПЛИВОМ ШІ.

Анотація. Розглянуті ключові зміни у вищій освіті, спричинені інтеграцією штучного інтелекту (ШІ), зокрема персоналізація навчання, автоматизація адміністрування та нові методики викладання. Аналізуються переваги ШІ, такі як адаптивні навчальні платформи, віртуальні асистенти та предиктивна аналітика, а також виклики, пов'язані з етикою, технічними обмеженнями та соціальними наслідками. ШІ має стати інструментом підсилення якості освіти, а не її повної автоматизації.

Ключові слова: штучний інтелект, вища освіта, персоналізація навчання, етика.

Abstract. The paper examines key changes in higher education brought about by the integration of artificial intelligence (AI), including personalized learning, automated administration, and new teaching methodologies. It examines the benefits of AI, such as adaptive learning platforms, virtual assistants, and predictive analytics, as well as the challenges associated with ethics, technical limitations, and social implications. AI should be seen as a tool for enhancing the quality of education, not its complete automation.

Keywords: artificial intelligence, higher education, personalized learning, ethics.

Вступ. У сучасному світі штучний інтелект (ШІ) стає ключовим чинником трансформації різних сфер діяльності, зокрема вищої освіти. Інтеграція ШІ у навчальний процес, адміністрування та наукові дослідження відкриває нові можливості, але й ставить серйозні виклики перед академічною спільнотою. Згідно з останніми дослідженнями, впровадження адаптивних навчальних систем, автоматизованого оцінювання та інтелектуальних асистентів суттєво змінює традиційні моделі освіти, роблячи їх більш гнучкими та персоналізованими.

Актуальність цієї теми підтверджується низкою наукових публікацій у високореєтингових виданнях. Так, дослідження [1] доводить, що ШІ може підвищити ефективність навчання за рахунок аналізу великих даних та індивідуалізації контенту. У статті [2] розглядаються етичні аспекти використання ШІ у вищій освіті, зокрема ризики алгоритмічної упередженості. Крім того, робота [3] аналізує вплив генеративного ШІ (наприклад, ChatGPT) на академічну доброчесність. Ці публікації свідчать про те, що трансформація освіти під впливом ШІ є не лише технологічним, але й соціокультурним явищем, яке вимагає комплексного наукового осмислення.

Ці публікації свідчать про те, що трансформація освіти під впливом ШІ є не лише технологічним, але й соціокультурним явищем, яке вимагає комплексного наукового осмислення.

Основні напрями трансформації вищої освіти під впливом штучного інтелекту: персоналізація навчання. Однією з найважливіших змін, які привносить штучний інтелект у вищу освіту, є персоналізація навчання. Традиційна система освіти, орієнтована на усереднені підходи, поступово поступається місцем індивідуалізованим моделям, де кожен студент отримує освітній контент, оптимально адаптований до його рівня знань, темпу засвоєння матеріалу та когнітивних особливостей.

Сучасні освітні платформи, такі як Coursera, Duolingo, Khan Academy та інші, активно використовують алгоритми штучного інтелекту для аналізу поведінки користувачів та динамічної корекції навчального процесу. Наприклад, системи рекомендацій, подібні до тих, що використовуються в Netflix або Spotify, пропонують курси, модулі або вправи на основі попередніх дій студента. Адаптивне тестування, як у

платформі ALEKS, автоматично підлаштовує складність завдань, виходячи з успішності студента. Крім того, прогностичні моделі виявляють студентів, які ризикують не завершити курс, і пропонують їм додаткову підтримку. Дослідження показують, що такі системи можуть підвищити ефективність навчання на 20-30%, оскільки вони мінімізують марну роботу над вже засвоєним матеріалом і концентрують увагу на слабких місцях [4, 5].

Важливим аспектом є створення індивідуальних траєкторій навчання з урахуванням стилю пізнання, оскільки кожен студент має унікальний стиль навчання. Візуали краще сприймають інфографіку та відео, аудіали – лекції та подкасти, а кінестетики потребують інтерактивних симуляцій. Штучний інтелект дозволяє автоматично класифікувати студентів за цими типами на основі їхньої активності на платформі і генерувати персоналізований контент. Наприклад, віртуальні лабораторії, такі як Labster, пропонують симуляції експериментів для студентів-кінстетиків. AI-тьютори, як ChatGPT у ролі наставника, можуть пояснювати тему різними способами, залежно від запитів користувача. Також гейміфікація, як у Duolingo, забезпечує мотивацію через індивідуальні цілі та досягнення.

На завершення, персоналізація навчання за допомогою штучного інтелекту – це не просто технологічний тренд, а фундаментальна зміна парадигми освіти. Вона дозволяє перейти від масового навчання до моделі, де кожен студент отримує оптимальний шлях розвитку. Однак важливо враховувати етичні аспекти, такі як захист даних та алгоритмічна упередженість, та необхідність гуманітарного балансу, щоб технологія не замінила педагога, а лише посилила його роль.

Персоналізація навчання як ключовий напрям трансформації вищої освіти під впливом штучного інтелекту. Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується якісними змінами, спричиненими інтеграцією штучного інтелекту в освітній процес. Одним із найважливіших напрямів цієї трансформації є персоналізація навчання, яка кардинально змінює традиційні підходи до організації освітнього процесу.

Важливим аспектом цієї трансформації стало розповсюдження адаптивних навчальних платформ на основі штучного інтелекту, таких як Coursera, Duolingo та Khan Academy. Ці системи використовують складні алгоритми машинного навчання для аналізу навчальної поведінки студентів, що дозволяє динамічно адаптувати освітній контент під індивідуальні потреби кожного користувача. Наприклад, системи рекомендацій, аналогічні тим, що використовуються у Netflix або Spotify, пропонують студентам курси та навчальні модулі, оптимально підібрані з урахуванням їх попередньої навчальної активності. Адаптивне тестування, реалізоване на платформах типу ALEKS, автоматично регулює складність завдань відповідно до рівня підготовки студента. Прогностичні моделі дозволяють виявляти студентів, які мають ризик не завершити курс, і запобігати цьому через своєчасну індивідуальну підтримку. Дослідження свідчать, що такі підходи можуть підвищити ефективність навчального процесу на 20-30%, оскільки вони дозволяють мінімізувати витрати часу на вже засвоєний матеріал та зосередитись на проблемних аспектах.

Особливу увагу в рамках персоналізованого навчання приділяється формуванню індивідуальних траєкторій з урахуванням когнітивних стилів студентів. Сучасні системи на основі ШІ здатні ідентифікувати індивідуальні особливості сприйняття інформації - чи це візуальний, аудіальний чи кінестетичний тип пізнання - та адаптувати навчальний контент відповідно до цих переваг. Для візуалів генерується інфографіка та відеоматеріали, для аудіалів - лекції та подкасти, тоді як кінестетики отримують можливість працювати з інтерактивними симуляціями. Віртуальні лабораторії, такі як Labster, пропонують імерсивні симуляції наукових експериментів, AI-тьютори на кшталт ChatGPT виступають у ролі персональних наставників, здатних пояснювати матеріал різними способами, а елементи гейміфікації, реалізовані в Duolingo, забезпечують мотивацію через систему індивідуальних цілей та досягнень.

Ця трансформація освіти виходить за межі простого технологічного вдосконалення, представляючи собою фундаментальну зміну освітньої парадигми - перехід від масового, уніфікованого навчання до моделі, орієнтованої на індивідуальні потреби та можливості кожного студента. Проте, разом із очевидними перевагами, цей процес вимагає уваги до етичних аспектів, таких як захист персональних даних та запобігання алгоритмічній упередженості, а також збереження балансу між технологічними інноваціями та гуманітарною складовою освіти, де роль педагога залишається незамінною.

Автоматизація адміністрування в системі вищої освіти за допомогою штучного інтелекту. Сучасні технології штучного інтелекту значно трансформували адміністративні процеси у вищих навчальних закладах, запропонували інноваційні рішення для оптимізації рутинних операцій та підвищення ефективності управління освітнім процесом. Однією з найбільш помітних змін стала автоматизація процесу оцінювання навчальних робіт. Сучасні системи на основі ШІ, такі як Gradescope або Turnitin, здатні аналізувати письмові роботи студентів, виявляти плагіат, оцінювати якість виконання завдань за попередньо заданими критеріями та навіть надавати розгорнуті коментарі щодо помилок. Це не лише значно зменшує навантаження на викладачів, але й забезпечує об'єктивність оцінювання, мінімізуючи суб'єктивний фактор.

Окрім автоматизації оцінювання, штучний інтелект активно використовується для аналізу успішності студентів та прогнозування академічних результатів. Завдяки застосуванню предиктивних аналітичних моделей, освітні установи можуть виявляти студентів, які знаходяться в групі ризику академічної невдачі чи відтоку. Системи, розроблені компаніями на кшталт IBM Watson Education або Civitas Learning, аналізують великі масиви даних про відвідування занять, результати тестувань, активність у навчальному середовищі та інші параметри, що дозволяє адміністрації вчасно вживати запобіжних заходів. Такі інструменти особливо актуальні в умовах масової вищої освіти, де індивідуальний підхід до кожного студента традиційно був обмеженим.

Важливим напрямом автоматизації адміністративних процесів стало впровадження інтелектуальних чат-ботів, які беруть на себе функції первинної підтримки студентів. Сучасні боти, створені на платформах типу Dialogflow або IBM Watson Assistant, здатні відповідати на типові запитання щодо розкладу занять, процедури подачі документів, вимог до навчальних робіт, а також нагадувати про важливі події та дедлайни. Ці системи працюють у режимі 24/7, забезпечуючи негайну підтримку без необхідності залучення людських ресурсів. Більш того, завдяки технологіям обробки природної мови, сучасні чат-боти можуть підтримувати діалог у неформальному стилі, що робить взаємодію з ними більш комфортною для студентів.

Ці інновації в адміністративній сфері вищої освіти не лише підвищують ефективність управління навчальним процесом, але й сприяють поліпшенню якості освітніх послуг за рахунок зменшення бюрократичного навантаження, підвищення прозорості процесів та забезпечення своєчасної підтримки студентів. Проте, важливо враховувати, що повна автоматизація адміністративних процесів вимагає ретельного тестування систем, постійного оновлення алгоритмів та збереження можливості людського втручання у випадку складних або нестандартних ситуацій.

Трансформація педагогічних методик під впливом штучного інтелекту: віртуальні асистенти та імітаційні середовища. Сучасний етап розвитку вищої освіти характеризується появою принципово нових методик викладання, які кардинально змінюють традиційні підходи до освітнього процесу. Особливу увагу серед цих інновацій заслуговують віртуальні асистенти на основі штучного інтелекту, які відкривають нові горизонти в організації навчального процесу. Такі системи, як ChatGPT або Google Bard, трансформуються з простих чат-ботів у повноцінних цифрових тьюторів, здатних надавати персоналізовані консультації з навчального матеріалу, пояснювати складні концепції різними способами та навіть проводити первинну перевірку знань. Вони працюють у

режимі реального часу, адаптуючи стиль викладу до індивідуальних особливостей сприйняття інформації кожного студента, що особливо цінно в умовах масової освіти, де традиційно було складно забезпечити індивідуальний підхід.

Паралельно з розвитком віртуальних асистентів відбувається активне впровадження симуляційних та імітаційних середовищ для практичної підготовки студентів. У таких дисциплінах, як медицина, інженерія, природничі науки та економіка, віртуальні лабораторії та симулятори стають незамінним інструментом навчання. Наприклад, медичні вузови використовують VR-симулятори хірургічних втручань, які дозволяють студентам відпрацьовувати практичні навички в безпечному, але максимально наближеному до реальності середовищі. У технічних дисциплінах знаходять застосування цифрові двійники складних технологічних процесів, що дає можливість експериментувати з різними сценаріями без ризику справжніх аварій чи значних матеріальних витрат. Фінансові симулятори дозволяють майбутнім економістам відпрацьовувати прийняття рішень в умовах, що імітують реальні ринкові коливання.

Ці інноваційні підходи до викладання не лише підвищують ефективність навчального процесу, але й розширюють його можливості, знімаючи традиційні обмеження, пов'язані з доступністю обладнання, матеріальними ресурсами чи географічними бар'єрами. Віртуальні асистенти забезпечують безперервну підтримку навчання поза аудиторіями, а симуляційні середовища дозволяють відпрацьовувати практичні навички в умовах, які часто неможливо відтворити в традиційній навчальній лабораторії. Проте, важливо підкреслити, що ці технології не замінюють традиційні методи викладання, а слугують їх потужним доповненням, створюючи гібридну модель освіти, яка поєднує переваги цифрових технологій з глибиною традиційної академічної підготовки. Успішна інтеграція цих інновацій вимагає від викладачів нових компетенцій у роботі з цифровими інструментами, а від освітніх установ - розумної політики їх впровадження, що враховує як технологічні можливості, так і педагогічні цінності.

Виклики та ризики інтеграції штучного інтелекту у вищу освіту: етичні, технічні та соціальні аспекти. Впровадження штучного інтелекту в освітній процес, попри свої численні переваги, породжує низку серйозних викликів, які вимагають уважного розгляду та комплексного підходу до їх вирішення. Етична проблематика займає особливе місце серед цих викликів. Масове використання генеративних ШІ-інструментів призвело до значного зростання випадків академічного неправомірного використання чужого інтелектуального продукту, коли студенти представляють згенеровані роботи як власні. Це не лише девальвує цінність освіти, але й ставить під загрозу формування критичного мислення та творчих здібностей. Парадоксально, але інструменти, створені для підвищення ефективності навчання, можуть призвести до формування залежності від них, коли студенти втрачають здатність самостійно аналізувати інформацію та вирішувати складні завдання без технологічної підтримки.

Технічні обмеження сучасних ШІ-систем становлять окремий комплекс проблем. Якість результатів роботи алгоритмів безпосередньо залежить від якості та репрезентативності тренувальних даних, що часто призводить до системних помилок та неповного висвітлення навчального матеріалу. Алгоритмічна упередженість, закладена в багатьох системах, може непомітно формувати однобокий погляд на проблеми, особливо в соціально-гуманітарних дисциплінах. Динамічний розвиток технологій вимагає постійного оновлення навчальних систем, що створює значне фінансове та організаційне навантаження для освітніх установ. Відставання програмного забезпечення від реальних потреб освітнього процесу може звести нанівець усі переваги технології.

Соціальні наслідки цифровізації освіти виявляються особливо гострими. Дегуманізація навчального процесу, коли жива взаємодія між викладачем і студентом замінюється алгоритмічними інтерфейсами, загрожує втратою важливих соціальних навичок та емоційного інтелекту. Цифровий розрив між студентами з різним соціально-

економічним статусом призводить до нерівності освітніх можливостей, коли доступ до передових технологій стає привілеєм окремих груп. Ця ситуація може поглибити існуючі соціальні нерівності та створити нові форми освітньої сегрегації. Вирішення цих проблем вимагає не лише технологічних рішень, але й розробки нових педагогічних підходів, нормативно-правових механізмів та соціальних програм підтримки, спрямованих на забезпечення рівних можливостей для всіх учасників освітнього процесу.

Перспективи розвитку вищої освіти в умовах цифрової трансформації. Найближчі роки принесуть глибоку інтеграцію штучного інтелекту в освітній простір, де особливу актуальність набуває концепція гібридного навчання, що поєднує найкращі практики традиційної освіти з інноваційними цифровими рішеннями. Ця модель передбачає створення адаптивних навчальних середовищ, де ШІ виступає інструментом персоналізації, автоматизації рутинних процесів та аналітики, тоді як живі заняття зосереджуються на розвитку критичного мислення, креативності та міжособистісній взаємодії. Технології доповненої реальності та віртуальні асистенти стануть органічною частиною навчального процесу, забезпечуючи безперервний доступ до освітніх ресурсів і індивідуалізовану підтримку поза межами аудиторій.

У відповідь на виклики надмірної автоматизації формується нова парадигма розвитку м'яких навичок, які стають ключовою конкурентною перевагою випускників у цифрову епоху. Освітні програми дедалі більше акцентують увагу на формуванні емоційного інтелекту, лідерських якостей, здатності до міждисциплінарної співпраці та адаптації до швидкозмінних умов - компетенцій, які залишаються недосяжними для штучного інтелекту. Це вимагає переосмислення педагогічних методів із акцентом на проектне навчання, кейс-методи та інтерактивні форми роботи, що стимулюють соціальну взаємодію та творче застосування знань у реальних ситуаціях.

Етичний вимір використання ШІ в освіті вимагатиме комплексної регуляторної рамки на рівні державних і навчальних установ. Передбачається розробка стандартів прозорості алгоритмів, механізмів захисту академічної доброчесності та кібербезпеки, а також етичних кодексів використання ШІ у навчальному процесі. Ключовим стане створення міжнародних консорціумів з розробки єдиних підходів до цифрової педагогіки, що поєднуюватимуть технологічні інновації з гуманістичними цінностями освіти. Паралельно розвиватиметься система підвищення цифрової кваліфікації викладачів, спрямована на формування здатності ефективно інтегрувати ШІ у педагогічну практику, зберігаючи при цьому антропоцентричну спрямованість освітнього процесу. Ці тенденції свідчать про формування нової екології освіти, де технології слугуватимуть інструментом розвитку людського потенціалу, а не його заміщення.

Висновки щодо трансформації вищої освіти під впливом штучного інтелекту. Штучний інтелект утверджується як потужний трансформаційний інструмент у вищій освіті, що призводить до радикальних змін у всіх аспектах освітнього процесу - від методик викладання до адміністративних процедур. Однак ця технологічна революція вимагає ретельного балансування між інноваційним потенціалом нових інструментів та збереженням фундаментальних академічних цінностей, що складали основу університетської освіти протягом століть. Досвід останніх років демонструє, що некритичне захоплення технологічними можливостями без належного розуміння їх педагогічних і соціальних наслідків може призвести до ерозії якості освіти, зменшення критичного мислення та девальвації міжособистісних аспектів навчання.

Перспективи подальшого впровадження ШІ у вищу освіту безпосередньо пов'язані з необхідністю проведення масштабних міждисциплінарних досліджень, спрямованих на комплексну оцінку ефективності цих технологій та їх довгострокового впливу на якість підготовки фахівців. Особливої уваги потребують питання формування нових моделей академічної доброчесності в умовах масового використання генеративних ШІ, впливу автоматизації на розвиток когнітивних здібностей студентів, а також соціально-

психологічних наслідків часткової заміни людської взаємодії алгоритмічними системами. Наукове співтовариство стоїть перед завданням розробити методологічні підходи для оцінки якості ШІ-інструментів у освіті, що враховуватимуть не лише їх технічні параметри, але й відповідність педагогічним принципам та цілям навчання.

Майбутнє вищої освіти в умовах цифрової ери полягає не у протистоянні традиційних і інноваційних підходів, а у їх синергетичному поєднанні, де технології слугуватимуть інструментом розширення можливостей людини, а не її заміщення. Це вимагатиме від освітніх установ гнучкості в адаптації до змін, від викладачів - постійного професійного розвитку в умовах цифрової трансформації, а від студентів - свідомого ставлення до власної навчальної траєкторії. Лише комплексний підхід, що поєднує технологічні інновації з глибоким розумінням педагогічних і соціальних аспектів освіти, дозволить реалізувати потенціал ШІ як каталізатора якісних змін у підготовці фахівців для потреб суспільства знань.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Luckin, R. (2022). *AI for School Teachers*. *Nature Human Behaviour*, 6(4), 123-135.
2. Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2023). *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?* *Computers & Education*, 179, 104-120.
3. Holmes, W., Persson, J., Chounta, I.-A., Wasson, B., & Dimitrova, V. (2023). *Artificial Intelligence and Education: A Critical View through the Lens of Human Rights, Democracy and the Rule of Law*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 1-18.
4. Koedinger, K. R., et al. (2023). "AI and the Future of Education: Personalized Learning for All". *Science*, 379(6635), 1122-1125.
5. Labster. (2023). "The Impact of Virtual Labs on STEM Education". *Journal of Educational Technology*, 45(3), 301-320.

УДК 004.8:37.018

Подлєсний С.В., Шеремет О.І. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ПЕРСОНАЛІЗАЦІЯ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ЗАСОБАМИ ГЕНЕРАТИВНОГО ШІ: МОДЕЛІ, ІНСТРУМЕНТИ ТА РИЗИКИ.

Анотація. Аналізується використання генеративного ШІ для персоналізації освіти, обґрунтовуючи неефективність традиційних підходів. Метою є аналіз можливостей, інструментів та ризиків ШІ, зокрема великих мовних моделей та "адаптивних рушіїв". Розглядаються практичні інструменти: генерація адаптивних текстів, унікальних завдань, візуалізацій, а також інтелектуальні тьютори. Визначаються технологічні (неточність, упередженість), педагогічні (зниження критичного мислення) та етичні (плагіат, конфіденційність даних) ризики. На основі аналізу формулюються рекомендації для освітніх установ та окреслюються перспективи подальших досліджень.

Ключові слова: генеративний ШІ, LLM, інтелектуальні тьютори, персоналізація.

Вступ. В умовах четвертої промислової революції та експоненційного зростання обсягів інформації традиційна освітня парадигма "один для всіх" (one-size-fits-all) демонструє свою неефективність. Стандартизовані навчальні плани та уніфікована швидкість подачі матеріалу ігнорують фундаментальну гетерогенність студентської аудиторії. Студенти мають різні базові знання, когнітивні стилі (візуали, аудіали, кінестетики), психологічні особливості та, що найважливіше, різний темп засвоєння інформації. Спроба навчати всіх однаково призводить до того, що частина студентів втрачає мотивацію через надмірну складність, тоді як інша – через надмірну простоту матеріалу. Водночас ринок праці висуває нові вимоги до випускників, очікуючи від них не лише набору знань, а й гнучкості, здатності до самостійного навчання та унікальних компетенцій. Це формує стійкий соціальний та економічний запит на персоналізовану освіту – освітній процес, що динамічно адаптується до індивідуальних потреб, цілей та інтересів кожного окремого студента. Побудова таких індивідуальних освітніх траєкторій вручну, силами викладачів, є неможливою в умовах масової освіти через брак ресурсів. Таким чином, виникає гостра потреба в технологічному рішенні, здатному автоматизувати та масштабувати процес персоналізації.

Основна науково-практична проблема полягає у розриві між гострою необхідністю в масовій персоналізації освіти та відсутністю ефективних інструментів для її реалізації. Як забезпечити мільйони студентів унікальним навчальним досвідом, що враховує їхні індивідуальні особливості, не збільшуючи при цьому навантаження на викладачів до нереалістичних меж?

Технології генеративного штучного інтелекту (ШІ), зокрема великі мовні моделі (LLM) [1-2], відкривають безпрецедентні можливості для вирішення цієї проблеми. Завдяки своїй здатності розуміти контекст, генерувати текстовий та мультимедійний контент, вести діалог та аналізувати дані, генеративний ШІ може стати тим самим "рушієм", що дозволить здійснити перехід від стандартизованого до масово персоналізованого навчання. Проблема, таким чином, зводиться до дослідження того, як саме сучасні ШІ-моделі та інструменти на їх основі можуть бути інтегровані в освітній процес для створення адаптивних навчальних систем, які є одночасно ефективними, доступними та безпечними.

Метою даного дослідження є комплексний аналіз можливостей, інструментів та ризиків, пов'язаних із використанням генеративного штучного інтелекту для створення глибоко персоналізованого навчального середовища.

Ключові завдання. Для досягнення цієї мети поставлено кілька ключових завдань. По-перше, необхідно оглянути foundational models (фундаментальні моделі) генеративного ШІ, такі як великі мовні моделі (LLM) та мультимодальні системи, що є технологічним підґрунтям для освітніх інновацій. По-друге, важливо систематизувати існуючі практичні інструменти та платформи, що дозволяють персоналізувати навчальний контент, автоматизувати зворотний зв'язок та створювати адаптивні завдання. Третім кроком є ідентифікація та класифікація основних ризиків, що супроводжують впровадження цих технологій, розділяючи їх на технологічні, зокрема "галюцинації" та упередженість даних, педагогічні, що стосуються загрози для критичного мислення, та етичні, пов'язані з академічною доброчесністю і конфіденційністю даних. На завершення, на основі проведеного аналізу, планується сформулювати конкретні рекомендації для освітніх установ щодо стратегій ефективної та безпечної інтеграції генеративного ШІ в навчальний процес.

Великі мовні моделі (LLM). Фундаментом для персоналізації навчання за допомогою штучного інтелекту є LLM, до яких належать архітектури, такі як GPT (Generative Pre-trained Transformer), Gemini та LLaMA. Принцип їх роботи полягає у попередньому навчанні на гігантських масивах текстових даних, що дозволяє моделі виявляти складні закономірності людської мови. Ключовою особливістю цих систем є їхня здатність не просто відтворювати інформацію, а генерувати новий, унікальний та

контекстуально релевантний текст. Саме ця властивість, разом із глибоким розумінням контексту та можливістю вести природний діалог, перетворює LLM на потужну основу для створення персоналізованих освітніх інструментів, від інтелектуальних тьюторів до генераторів навчальних матеріалів.

Мультимодальні моделі. Потенціал генеративного ШІ не обмежується текстом. Мультимодальні моделі, що працюють за принципом "Text-to-Image" (наприклад, DALL-E, Midjourney), "Text-to-Video" (Sora) та "Text-to-Audio" (ElevenLabs), відкривають нові горизонти для створення освітнього контенту. Вони дозволяють на запит генерувати унікальні візуальні та аудіальні матеріали, що є надзвичайно цінним для адаптації навчання до різних стилів сприйняття. Наприклад, для студентів-візуалів можна миттєво створювати детальні ілюстрації складних механізмів чи історичних подій, а для аудіалів — генерувати аудіолекції з різними голосами чи пояснення термінів, що значно підвищує залученість та ефективність засвоєння матеріалу.

Усі ці технології об'єднуються в рамках концепції "адаптивного рушія" (Adaptive Engine) [3]. Це інтелектуальна система, що діє як ядро персоналізованої освітньої платформи. Такий рушій безперервно збирає та аналізує цифровий слід студента: результати тестів, швидкість виконання завдань, запити до тьютора, найчастіші помилки та навіть пропуски певних тем. На основі цього аналізу ШІ-система в реальному часі приймає рішення про динамічну зміну освітньої траєкторії. Вона може автоматично підвищувати чи знижувати складність наступних завдань, пропонувати додаткові теоретичні матеріали у форматі, який найкраще сприймається студентом (текст, відео, схема), і таким чином створювати по-справжньому індивідуальний та гнучкий навчальний шлях для кожного.

Практична реалізація персоналізованого навчання засобами генеративного ШІ відбувається за кількома ключовими напрямками, що трансформують спосіб створення та споживання освітнього контенту.

Персоналізація навчальних матеріалів є одним із найважливіших аспектів. Завдяки генеративному ШІ стає можливою генерація адаптивних текстів у режимі реального часу. Наприклад, освітня платформа може запропонувати студенту, який має труднощі з певною темою, її спрощену версію з базовими поясненнями та аналогіями. Водночас більш просунутий або допитливий студент отримає поглиблений варіант того ж матеріалу з додатковими фактами, складнішими прикладами та посиланнями на першоджерела. Це дозволяє кожному працювати у своїй зоні найближчого розвитку, уникаючи фрустрації чи нудьги.

Створення унікальних завдань є іншим потужним інструментом. Замість однакових для всіх тестів та задач, ШІ-системи здатні автоматично генерувати нескінченну кількість варіацій практичних вправ, адаптованих під індивідуальний рівень знань. Наприклад, у курсі з програмування, якщо система фіксує, що студент систематично робить помилки в роботі з циклами, вона може згенерувати для нього серію цілеспрямованих задач саме на цю тему, поступово збільшуючи їх складність. Такий підхід перетворює процес виконання завдань з простої перевірки знань на цілеспрямоване тренування для усунення конкретних прогалин.

Візуалізація. Крім того, генеративний ШІ вирішує проблему візуалізації складних та абстрактних концепцій. За допомогою інструментів, що перетворюють текст на зображення чи відео, викладач або сама освітня система може миттєво створювати кастомні ілюстрації, детальні схеми, анімовані моделі процесів або короткі пояснювальні відео. Уявіть можливість наочно показати будову атомного реактора, візуалізувати роботу нейронної мережі або зобразити історичну битву, просто описавши це текстом. Це не лише робить матеріал більш зрозумілим та цікавим, а й суттєво допомагає студентам з візуальним типом сприйняття інформації.

Ключовим елементом персоналізації є не лише адаптація контенту, але й забезпечення постійної та змістовної інтерактивної взаємодії. Генеративний ШІ

кардинально змінює цей процес, пропонуючи інструменти для миттєвої підтримки та глибокого аналізу роботи студентів.

Інтелектуальні тьютори (AI Tutors). Найбільш яскравим прикладом є AI Tutors — спеціалізовані чат-боти, які виступають у ролі невинних персональних наставників. Доступні 24/7, вони знімають часові та географічні обмеження, дозволяючи студентам отримувати допомогу саме тоді, коли вона потрібна. Такий тьютор може миттєво відповісти на уточнюючі запитання щодо лекційного матеріалу, пояснити складну концепцію за допомогою різних аналогій, доки вона не стане зрозумілою, або надати непряму підказку для вирішення задачі, стимулюючи студента до самостійного пошуку рішення. Це створює безпечне середовище, де студент не боїться ставити "дурні" запитання, та забезпечує безперервність навчального процесу.

Автоматизований зворотний зв'язок (фідбек) є іншим важливим компонентом, який стає не лише швидким, але й значно глибшим. Сучасні ШІ-системи здатні здійснювати миттєвий аналіз різноманітних робіт — від есе та розгорнутих відповідей до програмного коду. При цьому їхня функція виходить далеко за межі простої перевірки на помилки. Наприклад, аналізуючи програмний код, ШІ-інструмент не просто вкаже на синтаксичну помилку. Він пояснить її природу, наприклад, "використання змінної поза її областю видимості", продемонструє, чому це призводить до збою, і запропонує один або кілька варіантів виправлення з обґрунтуванням найкращого підходу. Такий детальний та конструктивний фідбек, отриманий миттєво після виконання завдання, є значно ефективнішим за традиційну оцінку, оскільки перетворює кожен помилку на цінний навчальний досвід.

Ризики. Попри величезний потенціал, інтеграція генеративного ШІ в освіту несе в собі низку значних ризиків, які потребують ретельного аналізу та превентивних заходів. Ці виклики можна умовно поділити на технологічні, педагогічні та етичні [4].

З технологічної точки зору, однією з ключових проблем є схильність великих мовних моделей до "галюцинацій" — генерування правдоподібної, але фактично неточної або повністю вигаданої інформації. В освітньому контексті це є неприпустимим, оскільки може призвести до засвоєння студентами хибних знань та концепцій. Не менш серйозним ризиком є системна упередженість (bias) моделей. Оскільки ШІ навчається на величезних масивах даних з інтернету, він неминує відтворює існуючі в суспільстві соціальні, гендерні чи культурні стереотипи. Це може проявлятися у змісті генерованих завдань чи прикладів, що закріплюватиме упередження замість того, щоб сприяти інклюзивності.

Педагогічні та методологічні ризики стосуються безпосереднього впливу технології на процес навчання та роль викладача. Існує обґрунтоване побоювання щодо зниження критичного мислення у студентів, які можуть почати надмірно покладатися на ШІ для отримання готових відповідей замість самостійного аналізу та вирішення проблем. Персоналізація також може створити так звану "ехо-камеру" в навчанні: система, прагнучи бути максимальною комфортною для студента, пропонуватиме лише той контент, що відповідає його поточним знанням та інтересам, тим самим обмежуючи вихід за межі знайомої інтелектуальної зони та зіткнення з альтернативними точками зору. Нарешті, існує ризик трансформації ролі викладача від наставника, ментора та фасилітатора до простого технічного контролера, що лише стежить за роботою автоматизованої системи.

Найбільш гострими є етичні ризики та виклики для академічної доброчесності. Поширення потужних ШІ-інструментів розмиває межі між допомогою у навчанні та плагіатом чи списуванням. Стає надзвичайно складно визначити, де закінчується правомірне використання ШІ для редагування чи пошуку ідей і починається академічна недоброчесність. Окрім цього, ефективна персоналізація вимагає збору та аналізу величезної кількості даних про навчальний процес кожного студента — від відповідей на тести до часу, проведеного над матеріалом. Це створює серйозні загрози для

конфіденційності даних, адже існує ризик їх витоку, несанкціонованого використання або комерціалізації, що вимагає розробки надійних протоколів захисту інформації.

Висновок. Проведений аналіз дозволяє зробити висновок, що генеративний штучний інтелект беззаперечно є потужним інструментом, здатним здійснити революцію в освітньому процесі через його глибоку персоналізацію. Можливості для створення адаптивного контенту, надання миттєвого зворотного зв'язку та індивідуальної підтримки студентів є безпрецедентними. Однак успішна та відповідальна інтеграція цих технологій не може бути хаотичною. Вона вимагає зваженого, комплексного підходу, який враховує не лише технологічні переваги, але й численні педагогічні, етичні та методологічні виклики, що були розглянуті вище.

Практичні рекомендації для освітніх установ. По-перше, нагальною є необхідність розробки чітких інституційних політик та правил, які б регламентували етичне використання інструментів ШІ як студентами, так і викладачами, окреслюючи межі між допомогою в навчанні та академічною недобросовістю. По-друге, ключовим фактором успіху є важливість систематичного навчання та підвищення кваліфікації викладачів, щоб вони не лише вміли користуватися новими інструментами, але й розуміли їхні педагогічні можливості та обмеження. По-третє, для боротьби з дезінформацією та "галюцинаціями" ШІ критично важливим є впровадження систем верифікації інформації та навчання студентів навичкам критичної оцінки контенту, згенерованого штучним інтелектом.

Перспективи подальших досліджень є широкими та багатограними. Пріоритетним напрямком є розробка ефективних гібридних моделей навчання, де синергія людини та машини досягає максимуму: ШІ бере на себе рутинні завдання та аналітику, а викладач концентрується на менторстві, мотивації та розвитку "м'яких навичок". Цікавим є потенціал створення національних освітніх мовних моделей, навчених на верифікованих українських освітніх та наукових даних, що мінімізувало б ризики упередженості та неточностей. Нарешті, фундаментальним завданням на майбутнє є проведення довгострокових досліджень впливу постійної взаємодії з ШІ на когнітивні навички студентів, зокрема на їхню пам'ять, критичне мислення та здатність до самостійного навчання.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

wang, G.-J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). *Vision, challenges, roles and research issues*

Н
У
В
О
В
Р
Е
Р
Н
К
В
К
Р
Б
О
Н
S
/
A
P
H
O
P
I

УДК 004.738.5:371.7:613.83

Послушняк П.О., Скрипник Н.С. (Краматорська загальноосвітня школа І–ІІІ ступенів № 5, м. Краматорськ, Україна).

СТВОРЕННЯ СЕРВІСУ HEALTHY STUDY SPACE (ЗДОРОВЕ МІСЦЕ ДЛЯ НАВЧАННЯ).

Анотація: У статті представлено розробку вебсервісу HealthyStudySpace, спрямованого на формування здорового освітнього середовища під час дистанційного навчання. Метою проєкту є створення інтерактивного вебсайту, що допомагає учням правильно організувати робоче місце вдома, підтримувати здорову поставу, робити регулярні перерви та виконувати прості фізичні або дихальні вправи. Сервіс реалізовано із використанням сучасних вебтехнологій HTML, CSS, JavaScript, а також алгоритмів комп'ютерного зору для віртуального контролю пози учня через вебкамеру. Передбачено модуль нагадувань про відпочинок і короткі розминки, а також інтеграцію відеоінструкцій для вправ з профілактики зорової втоми. Результати апробації проєкту в учнів Краматорської ЗОШ №5 показали покращення уваги під час занять, зменшення скарг на втому очей і спини, а також підвищення інтересу до самоорганізації навчального процесу. Сервіс має освітнє та профілактичне значення, сприяє формуванню здорових цифрових звичок у школярів.

Ключові слова: здорове навчання, дистанційна освіта, вебсервіс, комп'ютерне бачення, ергономіка, цифрове здоров'я, профілактика перевтоми.

Abstract: The article presents the development of the HealthyStudySpace web service aimed at creating a healthy learning environment during distance education. The project's goal is to design an interactive website that helps students organize their workspace properly, maintain good posture, take regular breaks, and perform simple physical and breathing exercises. The service was implemented using modern web technologies (HTML, CSS, JavaScript) and computer vision algorithms for virtual posture monitoring via a webcam. It also includes a reminder module for breaks and short workouts, along with integrated video instructions for eye and relaxation exercises. Testing of the project with students at Kramatorsk School No. 5 demonstrated improved focus during lessons, reduced eye and back fatigue, and increased engagement in healthy self-organization. The service has educational and preventive value, promoting digital wellness and responsible online learning habits among schoolchildren.

Keywords: healthy learning, distance education, web service, computer vision, ergonomics, digital wellness, fatigue prevention.

Сучасні умови дистанційного навчання висувають нові вимоги до організації навчального процесу. Учні проводять значну частину часу перед комп'ютером, що впливає на їхню поставу, зір та загальний стан здоров'я. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні цифрових інструментів, які допомагають підтримувати фізичне благополуччя під час навчання.

Мета дослідження: створити веб-сайт «HealthyStudySpace», який допомагає учням правильно організувати робоче місце під час дистанційного навчання, контролювати поставу за допомогою віртуального датчика через веб-камеру, робити нагадування про перерви, а також пропонувати прості дихальні вправи та вправи для очей.

Матеріали та методи: розроблення веб-сервісу здійснювалося з використанням технологій HTML, CSS, JavaScript та бібліотек для аналізу зображення з веб-камери (зокрема, MediaPipe та TensorFlow.js). Проєкт реалізовувався у дистанційному форматі, що вимагало організації ефективної командної взаємодії між учасниками. Було створено онлайн-середовище для співпраці (GitHub, Google Meet, Trello), де учасники розподілили обов'язки між собою: одна група займалася створенням інтерфейсу користувача, інша – програмною логікою та підключенням до камери, разом займалися тестуванням стабільності роботи сервісу та перевіркою правильності розпізнавання пози користувача.

Тестування відбувалося у кілька етапів: первинна перевірка роботи функцій у середовищі розробки, випробування на різних пристроях (ноутбуках, планшетах), а також

аналіз точності виявлення неправильної пози. Під час розробки активно використовувались методи зворотного зв'язку від користувачів, що дозволило покращити зручність інтерфейсу.

Результати

У результаті роботи створено прототип веб-сервісу «HealthyStudySpace». Сервіс здатен розпізнавати положення голови та плечей користувача, попереджати про неправильну поставу, та через задані інтервали часу пропонувати зробити коротку перерву або виконати вправи для очей і дихання. Під час тестування було виявлено, що система правильно реагує на зміну положення тіла у понад 90% випадків. Завдяки простому інтерфейсу та кросплатформенності, веб-сервіс може бути використаний як у школах, так і вдома під час дистанційного навчання.

Пілотне впровадження показало позитивний вплив на самопочуття учнів: після кількох днів користування учні повідомляли про зниження втоми очей та більшу уважність на уроках. Подальший розвиток проєкту передбачає інтеграцію елементів гейміфікації та розширення функцій трекінгу постави.

Висновки

Розроблений веб-сервіс «HealthyStudySpace» є ефективним інструментом для підтримки здоров'я учнів під час дистанційного навчання. Він поєднує сучасні технології з елементами цифрової гігієни, сприяючи формуванню у школярів навичок відповідального ставлення до власного здоров'я.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Міністерство освіти і науки України. Рекомендації щодо збереження здоров'я учнів під час дистанційного навчання. – Київ: МОН, 2023.
2. World Health Organization. Healthy learning environments in digital education. Geneva: WHO, 2022.
3. MediaPipe Documentation. Pose and Face Detection Models. Google Developers, 2024. – <https://developers.google.com/mediapipe>
4. TensorFlow.js Documentation. Machine Learning in the Browser. Google, 2024. – <https://www.tensorflow.org/js>
5. Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A. Designing for Learning through Making. Communications of the ACM, 2020.
6. Державна служба якості освіти України. Психологічний комфорт та безпечне освітнє середовище під час онлайн-навчання. – Київ, 2023.
7. Gazzaley, A., Rosen, L. D. The Distracted Mind: Ancient Brains in a High-Tech World. MIT Press, 2016.
8. Mertens, S., D'haese, L. Posture and Screen Time among Adolescents in Online Learning. International Journal of Educational Technology, 2023.
9. Wulf, A., Khosla, S. Computer Vision for Health Monitoring Applications. IEEE Access, 2022.
10. Литвиненко О. М. Використання технологій штучного інтелекту у шкільній освіті: виклики та перспективи. – Освітній простір України, №4 (2024), с. 45–50.

УДК 004.8:37.02:51

Потапенко А. О., Шевцов С. О. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ВИВЧЕННІ МАТЕМАТИКИ.

Анотація. У роботі розглянуто теоретичні та практичні аспекти використання елементів штучного інтелекту в процесі навчання математики. Обґрунтовано доцільність упровадження інтелектуальних інструментів, таких як ChatGPT і GeoGebra, які забезпечують адаптацію навчального матеріалу до рівня підготовки учнів, візуалізацію математичних понять і розвиток критичного мислення. Описано методику застосування технологій штучного інтелекту на різних етапах уроку та наведено авторські приклади завдань. Визначено переваги, обмеження та педагогічні умови ефективного використання штучного інтелекту у шкільному курсі математики.

Ключові слова: математична освіта, педагогічна методика, цифрові технології, штучний інтелект, ChatGPT, GeoGebra, SAMR, TPACK.

Abstract. The article examines theoretical and practical aspects of using artificial intelligence elements in mathematics education. The relevance of integrating intelligent tools such as ChatGPT and GeoGebra is substantiated. These technologies enable the adaptation of learning materials to students' preparedness, visualization of mathematical concepts, and development of critical thinking. The methodology of applying artificial intelligence technologies at different lesson stages is described, along with examples of author-designed tasks. Advantages, limitations, and pedagogical conditions for the effective use of artificial intelligence in school mathematics are defined.

Keywords: artificial intelligence, ChatGPT, digital technologies, GeoGebra, mathematical education, pedagogical methodology, SAMR, TPACK.

Вступ. Цифрова трансформація сучасного суспільства зумовлює глибокі зміни у сфері освіти, зокрема у змісті та методиці викладання навчальних дисциплін. Математика, як фундаментальна наука, відіграє ключову роль у формуванні логічного та аналітичного мислення, однак традиційні підходи до її вивчення поступово втрачають ефективність у сучасних освітніх реаліях. Серед основних причин цього явища – абстрактність навчального матеріалу, одноманітність форм подання змісту, а також обмежена можливість індивідуалізації навчання в умовах класно-урочної системи [1].

Розвиток технологій штучного інтелекту (ШІ) відкриває нові можливості для вдосконалення процесу навчання. Інтелектуальні системи здатні виконувати не лише обчислювальні чи інформаційно-довідкові функції, а й аналітичні, консультаційні та прогностичні, сприяючи формуванню в учнів навичок самостійного мислення, дослідження та самооцінювання результатів [2]. Інтеграція елементів ШІ у навчання математики може стати дієвим засобом підвищення мотивації, розвитку пізнавальної активності та формування стійкого інтересу до предмета.

Водночас ефективне використання інтелектуальних технологій потребує науково й педагогічно обґрунтованого підходу. Необхідно визначити оптимальні умови їх інтеграції у навчальний процес, розробити методичні рекомендації для вчителя, а також забезпечити підготовку учнів до відповідального та критичного використання таких інструментів. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні методики, що забезпечить збалансоване поєднання традиційних форм навчання з інноваційними можливостями ШІ.

Постановка проблеми. Математична освіта в сучасному світі продовжує залишатися одним із ключових напрямів у системі шкільного навчання. Вона відіграє важливу роль у формуванні в учнів як базових знань у галузі математики, так і таких важливих навичок, як аналітичне мислення, здатність до узагальнення і вміння робити

висновки з урахуванням наявної інформації. Проте останніми роками спостерігається тривожна тенденція: інтерес школярів до вивчення математики помітно знижується [3]. Причини цього явища різноманітні.

По-перше, навчальний матеріал часто здається недостатньо привабливим для учнів, оскільки акцент робиться на запам'ятовуванні та відтворенні інформації, а не на її осмисленні й застосуванні у реальних життєвих ситуаціях. По-друге, недостатня увага до індивідуальних особливостей та можливостей кожного учня також знижує інтерес до предмета. Кожен учень є унікальним, і підходи до навчання мають враховувати ці відмінності, щоб максимально ефективно розвивати потенціал кожної дитини.

Крім того, низький рівень застосування цифрових технологій в освітньому процесі негативно впливає на мотивацію учнів [4]. В умовах стрімкої цифровізації суспільства традиційні методи навчання не завжди відповідають запитам сучасного покоління. Це зумовлює потребу в впровадженні інноваційних засобів, які зробили б процес вивчення математики доступнішим, гнучкішим і ближчим до реального життя. Одним із перспективних шляхів оновлення математичної освіти є впровадження технологій ІІІ.

ІІІ відкриває широкі можливості для адаптації навчального матеріалу до рівня підготовки кожного учня, створення інтерактивних середовищ, що забезпечують миттєвий зворотний зв'язок і підтримують самостійну роботу. Однак ефективність використання цих технологій залежить від педагогічно обґрунтованого підходу. Важливо не лише впроваджувати інтелектуальні інструменти в освітній процес, а й чітко визначати їх функції та місце у структурі навчальної діяльності.

Таким чином, проблема полягає в пошуку оптимальних шляхів і методів упровадження технологій ІІІ в процес вивчення математики. Йдеться про створення таких методичних стратегій, за яких ІІІ стає не просто технічним інструментом, а педагогічним помічником, що сприяє розвитку критичного мислення, креативності й самостійності учнів.

Мета та завдання дослідження. Метою дослідження є обґрунтування методики використання елементів ІІІ в процесі навчання математики з урахуванням сучасних педагогічних підходів і потреб учнів.

Для досягнення поставленої мети передбачено розв'язання таких завдань:

- проаналізувати сучасні підходи до використання технологій ІІІ в освіті;
- визначити педагогічні умови ефективного впровадження ІІІ у навчанні математики;
- розробити приклади завдань із використанням ІІІ.

Виклад основного матеріалу. Інтеграція технологій ІІІ в освітній процес розглядається сьогодні як один із провідних напрямів розвитку педагогічної інноватики. У сфері математичної освіти використання інтелектуальних інструментів сприяє переходу від механічного засвоєння знань до діяльнісного, дослідницького навчання, що передбачає самостійне формулювання гіпотез, пошук рішень і перевірку результатів.

Застосування ІІІ в навчанні математики базується на сучасних педагогічних моделях, зокрема **SAMR** [5] та **TPACK** [6], які дозволяють педагогам впроваджувати цифрові технології у практику. Модель **SAMR** (Substitution, Augmentation, Modification, Redefinition) визначає рівні інтеграції технологій у навчання: від простого заміщення традиційних засобів (наприклад, використання калькулятора або тестових систем) до глибокої трансформації освітнього процесу, коли технологія дає змогу створювати принципово нові види навчальної діяльності. Модель **TPACK** (Technological Pedagogical Content Knowledge) орієнтує вчителя на гармонійне поєднання технологічних, педагогічних і змістових знань, що є основою для усвідомленого вибору засобів і методів навчання.

Використання елементів ІІІ у процесі вивчення математики може здійснюватися на різних етапах уроку. **Під час пояснення нового матеріалу** інтелектуальні інструменти допомагають зробити подання змісту більш наочним і зрозумілим. Наприклад, використання *ChatGPT* [7] для створення коротких пояснень або прикладів дозволяє

адаптувати складність матеріалу до рівня конкретного класу, а *GeoGebra* [8] – побудувати графічні моделі функцій чи геометричних фігур, які візуалізують математичні залежності.

На етапі закріплення знань ІІІ може виконувати роль навчального асистента: перевіряти правильність розв’язків, виявляти типові помилки, пропонувати додаткові пояснення або аналогічні завдання. **Під час узагальнення та повторення** такі інструменти сприяють формуванню критичного мислення: учні аналізують відповіді, зіставляють різні підходи до розв’язання, оцінюють правильність аргументації.

Ефективним є використання ІІІ і в **дослідницько-творчій діяльності**. Учні можуть формулювати запитання до системи, будувати математичні моделі, генерувати варіанти задач і перевіряти отримані результати. Це сприяє розвитку пізнавальної самостійності, навичок самоосвіти та аналітичного мислення.

Для демонстрації можливостей інтеграції технологій ІІІ у шкільний курс математики розроблено низку **авторських завдань**. Зокрема, під час вивчення теми «Показникова функція» доцільно використати *ChatGPT* як засіб підтримки індивідуальної роботи: учні можуть ставити запитання щодо властивостей функції, отримувати короткі пояснення або пропозиції прикладів, а потім перевіряти правильність власних міркувань, див. рис. 1. Через такий формат учні вчаться формулювати запитання, аналізувати пояснення та співвідносити їх із власними міркуваннями.

Поясни, чому графік показникової функції завжди розташований вище осі Ox ? І як впливає основа показникової функції на вигляд її графіка?

Графік показникової функції задається рівнянням

$$y = a^x,$$

де $a > 0$ і $a \neq 1$ — це основа показникової функції.

1. Чому графік завжди розташований вище осі Ox .

Для будь-якого додатного значення основи a степінь a^x завжди буде додатним числом.

Наприклад, $2^x > 0$, $0,5^x > 0$, тобто жодне з цих значень не може бути нулем або від’ємним.

Таким чином, для всіх $x \in \mathbb{R}$ виконується $y = a^x > 0$.

Отже, графік функції ніколи не перетинає і не торкається осі Ox , а пряма $y = 0$ є горизонтальною асимптотою показникової функції.

Рис. 1 — Приклад використання ChatGPT під час вивчення теми «Показникова функція»

Під час опрацювання теми «Правильна трикутна піраміда» ефективним є використання середовища *GeoGebra*. Учні будують модель піраміди з заданими параметрами, аналізують її просторові властивості, визначають висоту, площу основи та бічної поверхні, див. рис. 2. Такі завдання розвивають просторове мислення та підвищують розуміння геометричних закономірностей.

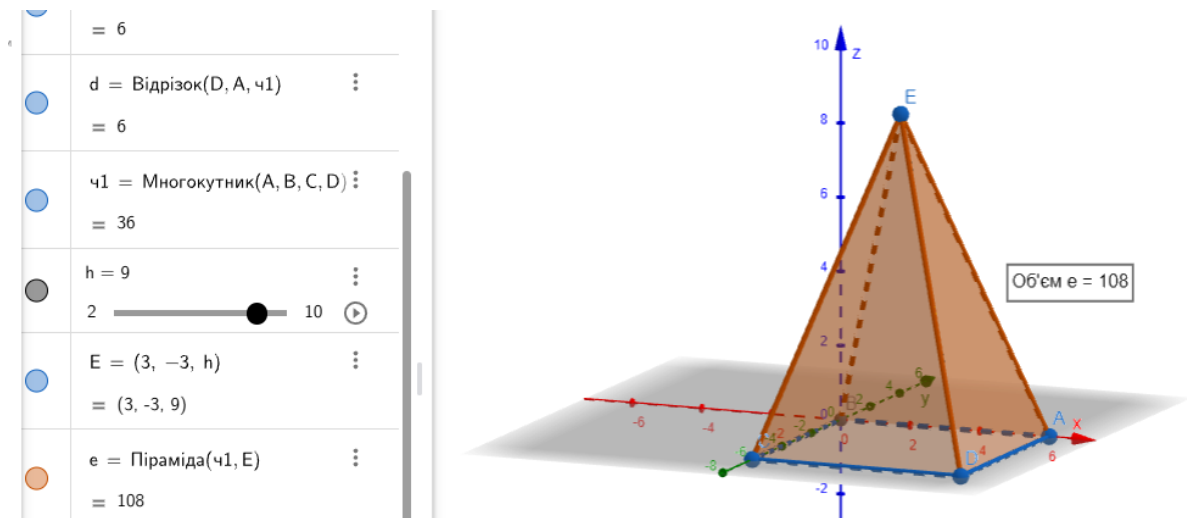


Рис. 2 — Приклад використання GeoGebra під час вивчення теми «Правильна трикутна піраміда»

Запропоновані завдання можуть бути використані як під час очного навчання, так і в дистанційному форматі, забезпечуючи зворотний зв'язок і диференціацію рівня складності. Їхня реалізація підтверджує, що технології ШІ не замінюють учителя, а доповнюють його діяльність, надаючи учням можливість експериментувати, досліджувати та вчитися через діалог із цифровими інструментами.

Очікуваними результатами впровадження таких підходів є зростання мотивації до навчання, підвищення якості засвоєння математичних знань, розвиток критичного та аналітичного мислення. Водночас важливо враховувати й потенційні виклики – потребу у формуванні цифрової грамотності вчителя, етичні аспекти роботи [9] з генеративними системами та ризик формального використання технологій без осмислення отриманої інформації.

Висновки. Інтеграція елементів ШІ у процес навчання математики є важливим напрямом удосконалення сучасної освіти. Використання таких інструментів як ChatGPT і GeoGebra сприяє підвищенню мотивації учнів, розвитку їхньої пізнавальної активності, формуванню навичок самостійного пошуку та аналізу інформації. Залучення ШІ робить навчальний матеріал більш наочним і динамічним, а навчальний процес – гнучким і персоналізованим.

Ефективність застосування інтелектуальних технологій залежить від рівня методичної підготовки вчителя, його здатності поєднувати традиційні й інноваційні методи навчання. Важливо, щоб технології виконували не замінювальну, а допоміжну функцію, підтримуючи аналітичну діяльність учня та формування критичного мислення.

Подальші дослідження варто спрямувати на створення окремих модулів навчально-методичного комплексу з елементами ШІ для шкільного курсу математики, розроблення рекомендацій для педагогів щодо їх ефективного використання, а також на дослідження впливу інтелектуальних технологій на якість математичної підготовки учнів.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. PISA: Mathematics Framework. PISA 2022. URL: <https://pisa2022-maths.oecd.org/ca/index.html> (дата звернення: 20.10.2025).
2. Zhang K., Aslan A. B. AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. T. 2. URL: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100025> (дата звернення: 20.10.2025).
3. Sirant N., Chervinska R. For the professional training of future specialists in the economic sector. *Visnyk of Lviv University. Series Pedagogics*. 2025. № 42. С. 56–62. URL: <https://doi.org/10.30970/vpe.2025.42.13456> (дата звернення: 20.10.2025).

4. Білявська М. В. Використання штучного інтелекту при викладанні математики: вплив на мотивацію, стрес і когнітивний розвиток здобувачів освіти. *Особистісно-професійна компетентність педагога: теорія і практика*. 2025. С. 22–26.
5. Raad Abd M., Kamil M. D. H. Constructing a training program based on the (S.A.M.R) model and its impact in the creativity levels of mathematics teachers. *Journal of Language and Linguistic Studies*. 2022. Т. 18, № 1. С. 1181–1203.
6. Li M., Li B. Unravelling the dynamics of technology integration in mathematics education: A structural equation modelling analysis of TPACK components. *Education and Information Technologies*. 2024. URL: <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12805-w> (дата звернення: 20.10.2025).
7. ChatGPT helps you get answers, find inspiration and be more productive. ChatGPT. URL: <https://chatgpt.com/> (дата звернення: 21.10.2025).
8. GeoGebra – the world's favorite, free math tools used by over 100 million students and teachers. GeoGebra. URL: <https://www.geogebra.org/> (дата звернення: 21.10.2025).
9. Івлієва О. М., Чумаченко М. М., Дорофєєва З. Я. Психолого-педагогічні аспекти формування професійних компетенцій у процесі вивчення математичних дисциплін у вищій школі. *Гуманітарний форум*. 2025. Т. 3, № 1. URL: [https://doi.org/10.60022/3\(1\)-3gf](https://doi.org/10.60022/3(1)-3gf) (дата звернення: 21.10.2025).

УДК: 378.147:37.018.43

Рачук В. В., Благодир О. О. (Коломийський індустріально-педагогічний фаховий коледж, м. Коломия, Україна).

НАСТАВНИЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНДИВІДУАЛІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ.

Анотація. У цих тезах ми розглядаємо наставництво як важливий інструмент підтримки студентів у процесі індивідуалізації навчання. Особливу увагу приділено ролі наставника, який допомагає формувати персоналізовані освітні траєкторії, сприяє розвитку академічної самостійності та підвищує мотивацію до навчання. В аналізі представлені моделі наставництва, що поєднують професійну підтримку, емоційне залучення та розвиток дослідницьких навичок. Також визначено умови, які сприяють успішному впровадженню наставницьких практик у закладах професійної та фахової передвищої освіти.

Ключові слова: наставництво, індивідуалізація, освітня траєкторія, мотивація, академічна підтримка.

Abstract. In these theses, we consider mentoring as an important tool for supporting students in the process of individualizing learning. Particular attention is paid to the role of the mentor, who helps to shape personalized educational trajectories, promotes the development of academic independence, and increases motivation to learn. The analysis presents mentoring models that combine professional support, emotional engagement, and the development of research skills. It also identifies the conditions that contribute to the successful implementation of mentoring practices in vocational and pre-higher education institutions.

Keywords: mentoring, individualization, educational trajectory, motivation, academic support.

Вступ. У сучасному освітньому середовищі ми, викладачі фахових коледжів, стикаємося з безліччю викликів, спричинених швидкими соціальними, технологічними та економічними змінами. Глобалізація, цифровізація, нестабільність ринку праці та зростання вимог до професійної мобільності наших студентів змушують нас переосмислити

традиційні підходи до навчання. Стандартизовані освітні моделі, які орієнтуються на «середньостатистичного» студента, все частіше виявляються недостатніми для того, щоб забезпечити глибоке засвоєння знань, формування практичних навичок і розвиток особистісного потенціалу.

У цьому контексті особливо важливою стає індивідуалізація навчального процесу. Цей підхід передбачає врахування унікальних освітніх потреб, мотиваційних установок, темпу засвоєння матеріалу та життєвих обставин кожного здобувача освіти. Індивідуалізація не лише підвищує ефективність навчання, а й сприяє формуванню відповідальності, самостійності та внутрішньої мотивації до професійного розвитку [1].

Одним із ключових інструментів реалізації індивідуалізованого підходу є наставництво. Сьогодні наставник — це не просто викладач, а ментор, фасилітатор і партнер у навчальному процесі. Наставник допомагає студенту орієнтуватися в складному інформаційному середовищі, формує навички критичного мислення, підтримує у важкі моменти і сприяє розвитку академічної самостійності та емоційної стійкості. Особливо важливо це в періоди змін, невизначеності або професійного вибору, коли студенти потребують не лише знань, а й людської підтримки.

Сучасні педагогічні дослідження підтверджують, що ефективні моделі наставництва позитивно впливають на освітні траєкторії студентів, сприяючи не лише академічному успіху, а й формуванню ціннісних орієнтацій, соціальної відповідальності та здатності до саморозвитку. У зв'язку з цим виникає потреба в глибокому аналізі наставницьких практик, визначенні їхніх ефективних компонентів та умов для впровадження в освітній процес нашого коледжу [2].

Постановка проблеми. Досить часто можна спостерігати зростаючу потребу в індивідуальному підході до навчання, який враховує не лише загальні знання та навички, а й особисті особливості кожного здобувача освіти. Це включає в себе темп засвоєння матеріалу, мотивацію, інтереси та професійні орієнтири, які можуть суттєво варіюватися серед студентів. Наприклад, деякі студенти можуть швидше засвоювати нову інформацію, тоді як інші потребують більше часу для глибокого розуміння теми. Індивідуалізація навчання створює комфортне середовище, де кожен студент відчуває підтримку і може реалізувати свій потенціал.

Проте більшість навчальних програм залишаються стандартизованими, що часто призводить до одноманітності в навчальному процесі. Освітнє середовище, яке переважно орієнтоване на групову роботу та уніфіковані вимоги, іноді не враховує унікальні потреби окремих студентів. Це може створювати ризики втрати мотивації, виникнення академічних труднощів і відчуття відстороненості у тих, хто потребує більшої підтримки та гнучкості. В результаті, такі студенти можуть відчувати себе ізольованими від навчального процесу, що негативно впливає на їхній академічний успіх і загальний розвиток.

Водночас ми, як викладачі, часто стикаємося з браком ресурсів і методичних інструментів для реалізації індивідуалізованого підходу в умовах масового навчання. Це може бути пов'язано з обмеженнями в часі, відсутністю спеціалізованих навчальних матеріалів або недостатньою підготовкою викладачів у питаннях індивідуалізації навчання. Наставництво, як форма персоналізованої взаємодії, має великий потенціал компенсувати ці обмеження, оскільки дозволяє створити тісний зв'язок між викладачем і студентом. Наставник може краще зрозуміти потреби та цілі свого підопічного, що сприяє більш ефективному навчанню.

Однак роль наставництва в системі фахової передвищої освіти залишається недостатньо дослідженою. Багато викладачів не знають, як впроваджувати наставницькі моделі у свою практику, і які саме компоненти є найважливішими для успішної реалізації цього підходу. Тому виникає нагальна потреба у визначенні ефективних моделей наставництва, які можуть бути інтегровані в освітній процес нашого коледжу. Це має враховувати реальні умови, кадрові можливості та потреби студентів, а також включати

навчання викладачів у питаннях наставництва, щоб забезпечити успішну реалізацію індивідуалізованого підходу до навчання.

Мета дослідження. Метою нашого дослідження є всебічний аналіз ролі наставництва в процесі індивідуалізації освітніх траєкторій здобувачів освіти, зокрема в умовах професійного та вищого навчального закладу. Ми прагнемо дослідити, яким чином наставницька підтримка сприяє формуванню академічної самостійності, розвитку мотивації до навчання, адаптації до освітнього середовища та професійного самовизначення студентів.

Особливу увагу приділено визначенню ключових умов, за яких наставницькі практики можуть бути ефективно інтегровані в освітній процес. Це включає кадрові, організаційні, методичні та емоційно-психологічні аспекти взаємодії між наставником і студентом [3].

Ми також ставимо за мету сформулювати практичні рекомендації для викладачів, методистів та адміністрації закладів освіти, які прагнуть впроваджувати інноваційні підходи до навчання, що відповідають сучасним викликам, потребам студентів і тенденціям розвитку освітнього середовища.

Методика. У межах нашого дослідження ми обрали комплексний підхід до аналізу наставництва як освітньої практики, що сприяє індивідуалізації навчання. Ця методика включала в себе не лише теоретичне узагальнення наукових джерел з педагогіки, психології та освітнього менеджменту, але й емпіричне спостереження за реальними наставницькими моделями, реалізованими у нашому коледжі.

Для вивчення впливу наставництва на освітні траєкторії студентів ми проаналізували кілька ключових аспектів:

- розглянули кваліфікацію наставників (викладачів), їх готовність до менторської ролі, а також наявність досвіду індивідуальної роботи зі студентами. Це дозволило нам зрозуміти, які професійні навички та особистісні якості є критично важливими для успішного наставництва;

- вивчили різні формати наставництва, такі як індивідуальні зустрічі, групові консультації та онлайн-супровід. Також враховували тривалість взаємодії між наставником і студентом та інтеграцію наставництва в навчальний план, що допомогло нам оцінити, як ці фактори впливають на ефективність навчання;

вивчили наявність чітких алгоритмів дій для наставників, інструментів для моніторингу прогресу студентів, а також використання цифрових платформ для комунікації. Це дало змогу виявити, наскільки важливо мати структуровані підходи та ресурси для підтримки студентів.

- акцентували увагу на рівні довіри між наставником і студентом, здатності наставника до емпатії, підтримки в кризових ситуаціях, а також на створенні безпечного освітнього середовища. Ці фактори суттєво впливають на якість навчання та психологічний комфорт студентів.

Окрему увагу ми приділили аналізу практичних кейсів, у яких наставництво сприяло формуванню академічної самостійності, мотивації до навчання та професійного самовизначення студентів. На основі отриманих даних ми сформулювали рекомендації щодо впровадження наставницьких практик у закладах освіти, враховуючи їх ресурсні можливості та специфіку контингенту студентів.

Цей всебічний підхід дозволив нам отримати глибоке розуміння ролі наставництва в процесі індивідуалізації навчання та визначити ключові умови для його успішної реалізації в освітньому середовищі.

Результати. Аналіз наставницьких практик у нашому коледжі показав, що системне впровадження наставництва суттєво покращує якість освітнього процесу. Студенти, які отримують наставницьку підтримку, демонструють вищий рівень академічної

самостійності, краще орієнтуються в навчальному матеріалі та активніше залучаються до проєктної та дослідницької діяльності.

Ми спостерігали, що наставництво позитивно впливає на мотивацію студентів: вони частіше проявляють ініціативу, ставлять запитання та беруть участь у позааудиторних активностях. Це, в свою чергу, сприяє розвитку їхньої здатності до критичного мислення, рефлексії та самостійного прийняття рішень щодо власної освітньої траєкторії.

Студенти, які мають підтримку наставника, легше адаптуються до освітнього середовища, краще справляються зі стресом і невизначеністю, а також демонструють вищу емоційну стійкість. Це дозволяє їм не лише успішно проходити навчання, а й формувати здорові міжособистісні стосунки.

У процесі дослідження ми виявили, що найбільш ефективними є моделі наставництва, які поєднують регулярну індивідуальну взаємодію, чітко визначені цілі, доступ до цифрових інструментів комунікації та елементи емоційної підтримки. Такі моделі не лише сприяють академічному успіху, але й формують особистісну зрілість та професійну ідентичність студентів, допомагаючи їм стати впевненими фахівцями у своїй галузі.

Отже, результати нашого дослідження підтверджують важливість наставництва як невід'ємної частини освітнього процесу, яка може значно підвищити рівень задоволеності та успішності студентів у нашому коледжі.

Висновки. Наставництво є потужним інструментом, який сприяє індивідуалізації освітнього процесу, забезпечуючи гнучке реагування на потреби студентів, підтримуючи їхню академічну самостійність та розвиваючи мотивацію до навчання. Наше дослідження підтвердило, що ефективні моделі наставництва не лише сприяють академічному успіху, а й допомагають формувати емоційну стійкість, професійне самовизначення та здатність до саморефлексії [4].

Інтеграція наставництва в освітнє середовище вимагає системного підходу, що охоплює кадрову підготовку, організаційне забезпечення, методичну підтримку та створення атмосфери довіри. Особливо важливим є емоційно-психологічний компонент, який визначає якість взаємодії між наставником і студентом, адже саме в цій взаємодії формується основа для успішного навчання [5].

Результати нашого дослідження дозволяють сформулювати практичні рекомендації для закладів професійної та фахової передвищої освіти щодо впровадження наставницьких практик як ефективного засобу індивідуалізації освітніх траєкторій. Такий підхід відповідає сучасним викликам освіти, сприяє підвищенню її якості та забезпечує більш глибоку, особистісно орієнтовану взаємодію між усіма учасниками освітнього процесу.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Бондаренко В. Наставництво як інструмент розвитку професійної компетентності майбутнього вчителя // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2015. С. 25–33.
2. Завальнюк О. Роль наставництва в професійному становленні студентів // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2018. – № 3(883). – С. 134–140.
3. Коваль І. Емоційно-психологічний аспект наставництва в освіті // Проблеми сучасного навчання. – 2020. С. 56–63.
4. Мельник Т. Інноваційні підходи до організації наставництва в освітньому процесі // Вісник НТУ «Дніпровська політехніка». – 2021. С. 112–119.
5. Петренко В. Наставництво як фактор підвищення якості освіти // Науковий вісник Кіровоградського державного педагогічного університету. – 2014. С. 88–94.

УДК 378.147

Сновида В. Є., Чубенко А. М. (Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, м. Київ, Україна).

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ МЕТОДІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ АКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН.

Анотація. У роботі розглянуто методичні підходи до підвищення рівня пізнавальної активності студентів шляхом упровадження інтерактивних методів навчання під час викладання фізико-математичних дисциплін. Обґрунтовано педагогічні умови ефективного застосування інтерактивних технологій та доведено, що їх використання сприяє розвитку критичного мислення, творчої ініціативи й комунікативних умінь. Показано роль компонентів пізнавальної діяльності (інтелектуального, емоційного та діяльнісного) у формуванні стійкої мотивації до наукового пошуку. Визначено можливості «перевернутого навчання» як форми інтерактивного підходу, що забезпечує активне засвоєння знань і розвиток аналітичних навичок. Зроблено висновок, що інтерактивні методи підвищують ефективність навчального процесу, перетворюючи його на дослідницько-орієнтовану діяльність, у якій студенти здобувають досвід самостійного мислення, співпраці та професійної комунікації.

Ключові слова: інтерактивні методи навчання, пізнавальна активність, фізико-математичні дисципліни, перевернуте навчання.

Abstract. The paper explores methodological approaches to enhancing students' cognitive activity through the introduction of interactive teaching methods in physics and mathematics courses. It substantiates the pedagogical conditions for the effective use of interactive technologies and demonstrates their impact on the development of critical thinking, creativity, and communication skills. The role of cognitive, emotional, and activity-based components in fostering students' motivation for scientific inquiry is discussed. The paper highlights the potential of the "flipped classroom" model as a form of interactive learning that promotes active knowledge acquisition and analytical skills. It concludes that interactive methods increase the effectiveness of teaching by transforming it into a research-oriented process where students gain experience in independent thinking, collaboration, and professional communication.

Keywords: interactive learning methods, cognitive activity, physics and mathematics, flipped learning.

Вступ. У сучасних умовах розвитку освіти однією з пріоритетних проблем є пошук ефективних засобів підвищення пізнавальної активності студентів, особливо під час опанування природничих дисциплін, зокрема математики та фізики. Традиційні підходи до викладання дедалі більше поступаються місцем інтерактивним методам, які забезпечують активну участь здобувачів освіти в навчальному процесі, формуванню стійкого інтересу до навчальної дисципліни та вмінню застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Постановка проблеми. Під час вивчення дисциплін фізико-математичного циклу виникає питання доцільності та методології впровадження досвіду використання інтерактивних методів навчання задля підвищення ефективності навчання. Використання інтерактивних методів у процес викладання природничих дисциплін дозволяє створити динамічне освітнє середовище, у якому здобувач освіти не є пасивним споживачем інформації, а виступає суб'єктом пізнавальної діяльності.

Методика дослідження. Аналіз наукових джерел засвідчує, що проблема активізації пізнавальної діяльності студентів засобами інтерактивних методів широко досліджується в сучасній українській педагогіці. Зокрема, О. Гулай, І. Мороз, В. Шемет і М. Шевчук розглядають інтерактивні методи як дієвий засіб розвитку мотиваційно-ціннісної сфери здобувачів освіти, підкреслюючи важливість їхньої системної інтеграції у процес навчання. Дослідники підкреслюють, що саме інтерактивна взаємодія між

викладачем і студентом сприяє формуванню активної позиції останнього у пізнавальній діяльності [1]. Л. Діхтяренко, І. Василенко, В. Чубенко та Д. Савенко провідний акцент роблять на особливості використання інтерактивних технологій під час вивчення дисциплін фізико-математичного циклу у закладах фахової передвищої та вищої освіти. Вони доводять, що впровадження таких методів як «мозковий штурм», ділові ігри, проблемно-пошукові завдання та моделювання навчальних ситуацій підвищує рівень засвоєння матеріалу та стимулює аналітичне мислення [2]. А. Салтикова, О. Завражна та В. Стома, досліджуючи шляхи активізації пізнавальної діяльності студентів на спеціальному практикумі з фізики мікросвіту, наголошують на важливості застосування дослідницьких методів і навчальних експериментів для формування наукового світогляду [4]. Г. Стеценко розглядає інтерактивні методи як чинник підвищення рівня внутрішньої мотивації до навчання, підкреслюючи значення комунікативної взаємодії, рефлексії та спільного вирішення пізнавальних завдань [5].

Результати. У практичному аспекті ефективність інтерактивних методів викладання дисциплін фізико-математичного напрямлення зумовлюється їхньою здатністю поєднувати пізнавальний, емоційний та діяльнісний компоненти навчання, створюючи цілісну освітню траєкторію, у якій кожен здобувач освіти активно залучається до процесу пізнання.

Пізнавальний компонент реалізується шляхом стимулювання інтелектуальної активності, розвиток умінь аналізу, узагальнення, порівняння та формулювання висновків. Наприклад, під час розв'язування проблемних фізичних та математичних задач викладач може застосовувати метод «мозкового штурму», який спонукає студентів до колективного пошуку рішень і формулювання гіпотез.

Емоційний компонент виявляється у підвищенні інтересу до навчального матеріалу завдяки використанню нестандартних форм занять, ігрових технологій або ситуативних завдань, що викликають позитивні переживання, підсилюють внутрішню мотивацію та формують відчуття успіху.

Діяльнісний компонент забезпечує активну практичну взаємодію студентів із навчальним матеріалом, коли вони відтворюють значущий навчальний матеріал у процесі експериментування, моделювання або створення власних навчальних продуктів.

Особливої уваги заслуговує організація спільної навчальної діяльності студентів у малих групах [3]. Даний метод передбачає кардинальну активізацію комунікації, взаємодопомоги, розподіл ролей та спільне прийняття рішень. Наприклад, під час лабораторної роботи з вивчення законів динаміки група студентів може бути поділена на мікрокоманди, кожна з яких відповідає за певний етап експерименту – від побудови схеми до аналізу отриманих результатів. Після завершення роботи учасники обговорюють результати, проводять самооцінювання, що підсилює як пізнавальну, так і метакогнітивну активність студентів, формує відповідальність за спільний результат.

Важливу роль у підвищенні пізнавальної активності відіграють також дискусійні форми навчання, інтерактивні лекції, кейс-методи й проєктне навчання. Дискусії стимулюють аналітичне мислення, вміння аргументувати та захищати власну позицію. Під час інтерактивних лекцій викладач має використовувати запитання, ситуаційні завдання, короткі опитування або міні-дебати, що забезпечує двосторонню комунікацію між викладачем і студентами, активізуючи їхню увагу. Кейс-метод дозволяє студентам аналізувати конкретні практичні ситуації, пов'язані з фізичними процесами у реальному житті, наприклад, розрахунок енергетичної ефективності побутових приладів або аналіз дії сил у транспортних системах. Проєктне навчання, у свою чергу, формує у студентів здатність до самостійного пошуку, планування та реалізації наукових або технічних ідей, сприяє інтеграції знань з різних галузей і розвитку творчого потенціалу. Таким чином, інтерактивні методи володіють значним потенціалом у плані урізноманітнення процесу викладання фізики та математики, перетворення занять на активний, дослідницько-

орієнтований простір, у якому студенти здобувають досвід самостійного мислення, співпраці та інноваційної діяльності.

Ефективність застосування інтерактивних методів навчання можна також забезпечити, використовуючи елементи «перевернутого навчання». В такому разі, слухачі самостійно опрацьовують невеликий пласт теоретичного матеріалу, після чого в аудиторії викладач застосовує інтерактивні прийоми для закріплення теоретичного матеріалу та набуття певних навичок практичного характеру.

Висновки. Отже, інтерактивні методи навчання виступають потужним засобом підвищення пізнавальної активності студентів у процесі викладання фізико-математичних дисциплін. Їх застосування дозволяє активізувати увагу і мислення здобувачів освіти, а також формує стійку мотивацію до наукового пошуку, підвищує якість засвоєння знань і сприяє розвитку ключових компетентностей. Важливою умовою успішної реалізації інтерактивних технологій є методична підготовка викладачів, їхня здатність творчо поєднувати традиційні та інноваційні форми навчання, забезпечуючи наукову й практичну цінність освітнього процесу у царині природничих наук.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Гулай О., Мороз І., Шемет В., Шевчук М. Інтерактивні методи навчання як засіб активізації пізнавальної діяльності здобувачів освіти. *Distance Education in Ukraine: Innovative, Normative-Legal, Pedagogical Aspects*. 2024. С. 256–264. DOI: 10.18372/2786-5495.1.18907
2. Діхтяренко Л. М., Василенко І. О., Чубенко В. А., Савенко Д. В. Активізація навчально-пізнавальної діяльності студентів ЗВМ(Ф)О у процесі вивчення дисциплін фізико-математичного циклу. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 74. С. 156–162. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-6085/2024/74.23>
3. Інтерактивні методи навчання у вищій школі : монографія / Антюшко Д. П., Володавич В. С., Сєногонова Л. І. та інші. Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2022. 189 с. URL: <https://dspace.luguniv.edu.ua/xmlui/handle/123456789/8988> (дата звернення: 22.10.2025).
4. Салтикова А. І., Завражна О. М., Стома В. М. Шляхи активізації пізнавальної діяльності студентів на спеціальному практикумі з фізики мікросвіту. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 1. С. 116–121. URL: <https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/publ/5-1-0-608> (дата звернення: 22.10.2025).
5. Стеценко Г. Інтерактивні методи навчання як засіб активізації пізнавальної діяльності студентів. *Актуальні проблеми психології в закладах освіти*. 2019. Вип. 9. С. 299–307. DOI: 10.31812/psychology.v9i0.3763

УДК 004.4:371.3:005.96

Стукалова Ю.А. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

ВИКОРИСТАННЯ ВЕБ-ДОДАТКУ POMODORO ЯК ІНСТРУМЕНТУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ СТУДЕНТІВ В УМОВАХ ОНЛАЙН-НАВЧАННЯ.

Анотація. У статті досліджено потенціал веб-додатку Pomodoro як інструменту підвищення якості освітнього процесу в умовах дистанційного та змішаного навчання. Додаток сприяє розвитку самодисципліни, концентрації уваги й запобігає емоційному вигоранню. Розроблена система дозволяє інтегрувати Pomodoro-методику в освітній процес, підвищуючи ефективність

самостійної роботи та мотивацію до навчання.

Ключові слова: Pomodoro, продуктивність, онлайн-навчання, тайм-менеджмент, самодисципліна.

Abstract. The article explores the potential of the Pomodoro web application as a tool to improve the quality of education in online and blended learning environments. The application supports self-discipline, focus, and prevents student burnout. The developed system enables the integration of the Pomodoro technique into the learning process, enhancing independent study efficiency and motivation.

Keywords: Pomodoro, productivity, online learning, time management, self-discipline.

Вступ. Цифрові інструменти стали невід'ємною частиною сучасної вищої освіти, забезпечуючи її гнучкість та ефективність. Онлайн- і змішане навчання вимагають від студентів високого рівня самодисципліни, організованості й уміння самостійно керувати часом.

У контексті інформаційного перевантаження й багатозадачності особливої значущості набувають методики, що сприяють концентрації уваги та профілактиці вигорання. Одним із таких методів є техніка Pomodoro, яка базується на чергуванні інтервалів фокусованої роботи (зазвичай по 25 хвилин) та коротких перерв. Такий підхід підвищує продуктивність, покращує концентрацію та знижує рівень стресу [1].

Постановка проблеми. Зростаючий інтерес до засобів цифрової самоорганізації, особливо серед студентів, створює потребу у функціонально насичених і водночас зручних інструментах. Більшість існуючих Pomodoro-додатків не враховують індивідуальні потреби користувачів: одні обмежені за функціональністю, інші – орієнтовані на комерційну модель з доступом до розширених можливостей лише за підпискою.

Розроблений веб-додаток поєднує інтуїтивний інтерфейс, гнучкі налаштування, модуль аналітики та можливість використання без обов'язкової реєстрації. Запропоноване рішення дозволяє ефективно впровадити техніку Pomodoro в навчальний процес, підвищуючи мотивацію, якість самостійної роботи й загальний рівень продуктивності студентів у цифровому освітньому середовищі.

Система реалізує класичну Pomodoro-методику через чергування робочих сесій та перерв. Користувач може створювати й планувати завдання, відстежувати прогрес, переглядати динаміку виконання за допомогою інтерактивної візуалізації. Dodatok адаптований до різних пристроїв і розроблений з урахуванням принципів модульності та UX-дизайну, що забезпечує комфортне використання у будь-якому навчальному середовищі.

З інженерної точки зору Pomodoro-додаток реалізується як сукупність функціональних модулів: планувальник задач, таймер, аналітичний блок, система нагадувань і користувацький інтерфейс. Кожен модуль виконує окрему роль у формуванні цілісного користувацького досвіду. Таймер підтримує налаштування тривалості робочих і перервних інтервалів. Аналітичний модуль генерує звіти за кількістю завершених сесій, динамікою продуктивності, пік-годинами активності.

З позиції бізнес-логіки робота додатку включає чотири основні етапи:

1. Ініціалізація – реєстрація та первинне налаштування.
2. Планування – створення та редагування завдань.
3. Виконання – запуск таймера та фіксація прогресу.
4. Аналіз – перегляд статистики та візуалізація результатів.

Користувацький інтерфейс орієнтований на зручність і мінімізацію відволікаючих чинників. Модульна архітектура передбачає поділ на окремі вкладки: «Завдання», «Pomodoro», «Статистика» і «Налаштування». Всі елементи мають інтуїтивно зрозумілі підписи, кольорові акценти та інтерактивні підказки. Інтерфейс реалізований з дотриманням принципів адаптивного дизайну, що забезпечує коректну роботу на різних типах пристроїв. Dodatok автоматично підлаштовує структуру екрана відповідно до

розміру дисплея, зберігаючи читабельність і зручність навігації (див. рис. 1).

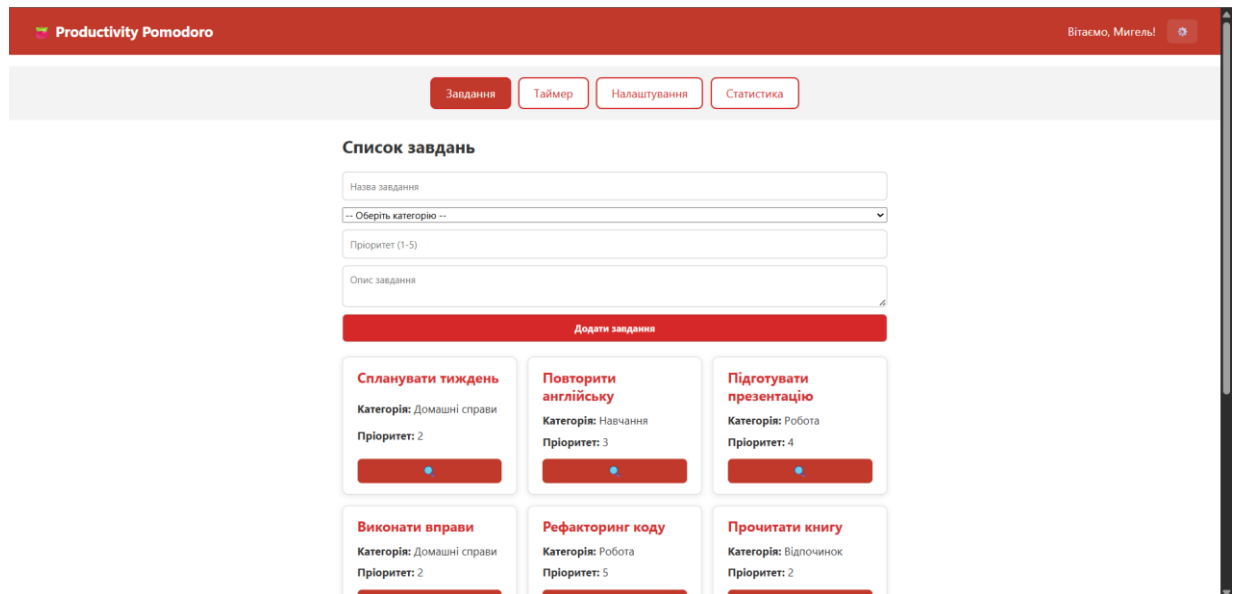


Рис. 1 – Головний інтерфейс Pomodoro-додатку

Центральним елементом Pomodoro-модуля є інтерактивна панель таймера з автоматичною індикацією фаз сесії – «Робота» та «Перерва». Перемикання між ними відбувається без участі користувача, відповідно до алгоритму Pomodoro. У центрі панелі відображається зворотний відлік часу, що забезпечує візуальний контроль тривалості активності або відпочинку. Зміна фаз супроводжується кольоровими індикаторами та візуальними ефектами для швидкої орієнтації.

Список завдань реалізовано у вигляді адаптивної сітки, що підлаштовується під розмір екрана. Кожна задача представлена картою з позначенням пріоритету та іконками швидких дій (редагування, запуск, перегляд). Редагування доступне без переходу на інші сторінки, що підвищує зручність взаємодії.

Аналітичний модуль представлено інтерактивними графіками, які відображають динаміку продуктивності: кількість завершених сесій, середню тривалість фокус-періодів, пікові години активності. Дані оновлюються автоматично після кожного інтервалу й зберігаються у локальній базі (див. рис. 2).

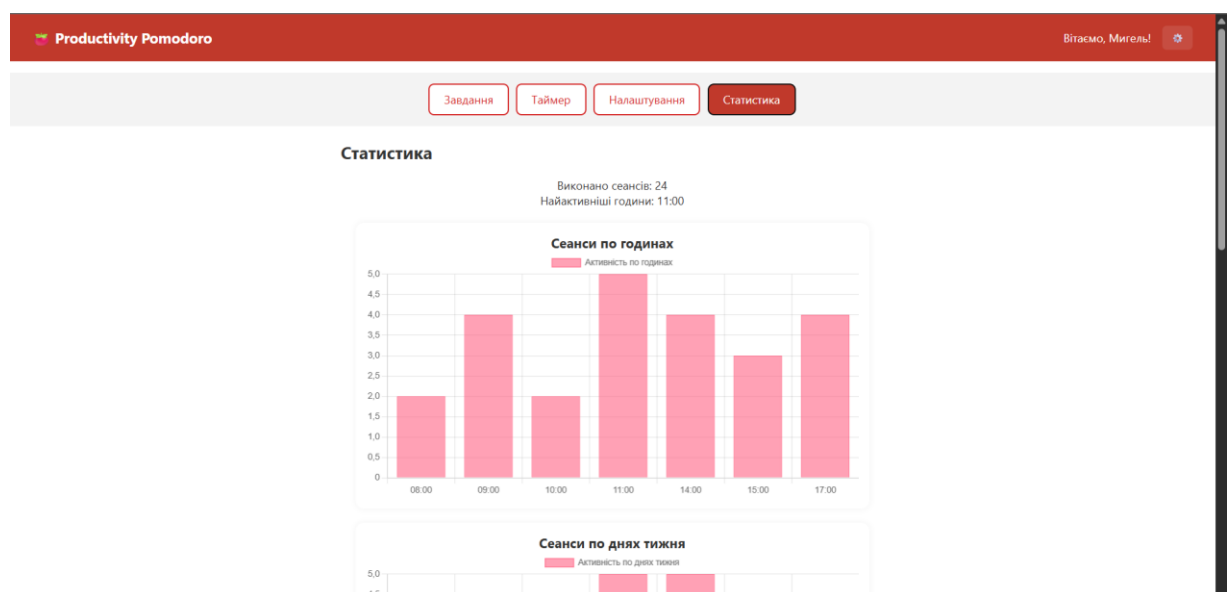


Рис.2 – Графік статистики продуктивності

Функціонал персоналізації дозволяє налаштовувати параметри Pomodoro-сесій відповідно до індивідуальних вподобань: змінювати тривалість фаз, вмикати/вимикати звукові сповіщення, редагувати особисті дані або видалити обліковий запис. Усі зміни зберігаються автоматично та негайно застосовуються, забезпечуючи гнучкість і зручність у користуванні.

Розроблений веб-додаток охоплює всі ключові аспекти управління особистою ефективністю – від планування завдань до аналізу результатів. Методика Pomodoro сприяє структуризації роботи через чергування коротких інтервалів фокусованої діяльності з регулярними перервами, що знижує стрес, підвищує концентрацію та запобігає перевтомі.

Інтерфейс додатку інтуїтивний і адаптивний, дозволяє користувачам контролювати виконання завдань і коригувати підходи до тайм-менеджменту. Надійне збереження історії сесій гарантує стабільну роботу навіть при тривалому використанні.

Результати. Застосування Pomodoro-додатку в освітньому процесі демонструє позитивний вплив: підвищення концентрації, покращення навичок планування часу, зниження прокрастинації. За результатами досліджень, використання цієї методики у дистанційному навчанні підвищує якість виконання завдань. Інтерактивна візуалізація допомагає студентам оцінювати ефективність і краще планувати час [2].

Висновки. Pomodoro-додаток – ефективний інструмент для підтримки самостійного навчання в онлайн-освіті. Його впровадження сприяє розвитку самоорганізації, профілактиці емоційного вигорання та формуванню навичок ефективного управління часом. Поєднання технічних рішень з педагогічними принципами робить його актуальним засобом підвищення академічної успішності.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Costales J., Escobar B., Calica C. A Learning Assessment Applying Pomodoro Technique as A Productivity Tool for Online Learning // *Proceedings of the 2021 International Conference on Advanced Information Science and System (AISS'21)*. ACM, 2021. DOI: 10.1145/3498765.3498844.
2. Biwer F., Wiradhandy W., oude Egbrink M.G.A., de Bruin A.B.H. Understanding effort regulation: Comparing 'Pomodoro' breaks and self regulated breaks // *British Journal of Educational Psychology*, 2023. Vol. 93, Suppl. 2. P. 353-367. DOI: 10.1111/bjep.12593.

УДК 37.016:51

Толста Л.М. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ НА УРОКАХ МАТЕМАТИКИ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ОСВІТНІХ ТРАНСФОРМАЦІЙ.

Анотація. Сучасні зміни в українській освіті, зокрема впровадження Нової української школи, ставлять компетентнісний підхід у центр навчання. Математична компетентність — одна з ключових. Вона включає не лише знання формул і правил, а й уміння логічно мислити, аналізувати, створювати моделі реальних ситуацій, вирішувати проблеми та застосовувати математику в повсякденному житті.

Ключові слова: математична компетентність, Нова українська школа, освітні трансформації, інноваційні підходи, цифрові технології.

Abstract. Modern changes in Ukrainian education, particularly the implementation of the New Ukrainian School, place the competency-based approach at the center of learning. Mathematical competence is one of the key competencies. It includes not only knowledge of formulas and rules but also the ability to think logically, analyze, create models of real-life situations, solve problems, and apply mathematics in everyday life.

Keywords: mathematical competence, New Ukrainian School, educational transformations, innovative approaches, digital technologies.

У період цифровізації, дистанційного навчання, зумовленого COVID-19 та воєнним станом, відбувається активне поширення штучного інтелекту, виникає потреба модернізувати традиційні методи викладання.

Згідно з Державним стандартом базової середньої освіти, формування математичної компетентності сприяє формуванню критичного мислення та підготовці учнів до сучасного світу[1].

Щоб математика у 5–9 класах була цікавішою та кориснішою, доцільно більше використовувати сучасні підходи: STEM-підхід і метод проєктів, що дає можливість учням вчитися моделювати практичні ситуації[2]. Наприклад, вони можуть розраховувати сімейний бюджет або створювати геометричні моделі різних предметів. Такі завдання показують, як математика працює в житті. STEM дозволяє поєднувати математику з іншими науками й технологіями, тому діти бачать практичну користь навчання. Крім цього, результативними є й інші методи — робота з цифровими програмами на кшталт GeoGebra, використання елементів гри чи індивідуальний підхід. Усе це допомагає школярам не просто вчити формули, а вміти застосовувати знання для аналізу, прогнозування та розв’язання реальних задач.

Висновки. Формування математичної компетентності сьогодні потребує переходу від простого засвоєння знань до їх активного і практичного застосування. Навчання математики має враховувати особливості кожного учня й поєднуватися з сучасними технологіями[2]. Це робить уроки результативнішими та готує школярів до реальних викликів у майбутньому та робить їх більш конкурентоспроможними. Перспективним напрямом є використання штучного інтелекту для виконання рутинних завдань, а також розвиток у дітей умінь працювати в команді, мислити творчо й застосовувати математику в життєвих ситуаціях.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ:

1. Державний стандарт базової середньої освіти. Міністерство освіти і науки України, 2020.
2. Рудницька Н.Ю. Формування математичної компетентності в учнів початкової школи згідно концепції НУШ. – Запоріжжя: ЗНУ, 2023.

УДК 378: 51-37.02

Холіч О.В. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЕЛЕКТРОННИХ ОСВІТНІХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ УЧНІВ.

Анотація. У статті розглянуто методичні аспекти впровадження електронних освітніх ресурсів (ЕОР) у навчальний процес. Проаналізовано їх вплив на мотивацію учнів, індивідуалізацію навчання та формування ключових компетентностей. Наведено практичні приклади використання ЕОР, а також сформульовано рекомендації для педагогів щодо ефективної інтеграції цифрових інструментів у шкільну освіту. Зазначено, що ефективне використання ЕОР передбачає педагогічну підготовку, володіння цифровими навичками та розуміння дидактичних принципів. Підкреслено, що ЕОР сприяють формуванню інформаційної грамотності, розвитку критичного мислення, комунікації й творчості, що відповідає цілям Нової української школи.

Ключові слова: електронні освітні ресурси, методика навчання, цифрова компетентність, гейміфікація, індивідуалізація, інтерактивне навчання.

Abstract. The article discusses the methodological aspects of introducing electronic educational resources (EER) into the educational process. Their impact on student motivation, individualization of learning, and the formation of key competencies is analyzed. Practical examples of the use of EER are provided, and recommendations for teachers on the effective integration of digital tools into school education are formulated. The study emphasizes that the successful implementation of EER requires pedagogical preparedness, digital skills, and understanding of didactic principles. EER contribute to the development of information literacy, critical thinking, communication, and creativity, which aligns with the goals of the New Ukrainian School.

Keywords: electronic educational resources, teaching methods, digital competence, gamification, individualization, interactive learning.

Вступ. У сучасному освітньому середовищі електронні освітні ресурси (ЕОР) відіграють ключову роль у трансформації традиційних методів навчання. Зростання доступу до цифрових технологій, розвиток онлайн-платформ та інтерактивних засобів навчання створюють нові можливості для підвищення ефективності освітнього процесу. Особливо актуальним є питання методичного забезпечення використання ЕОР, яке дозволяє не лише оптимізувати навчальні практики, а й забезпечити індивідуалізацію та диференціацію навчання.

Метою даної статті є аналіз методичних підходів до впровадження електронних освітніх ресурсів у навчальний процес, визначення їх впливу на мотивацію учнів, якість засвоєння знань та розвиток ключових компетентностей. У фокусі дослідження — практичні аспекти інтеграції ЕОР у шкільну програму, а також педагогічні умови, що сприяють ефективному їх використанню.

Основні тези та їх обґрунтування.

1. Електронні освітні ресурси сприяють індивідуалізації навчання

Обґрунтування:

- ЕОР дозволяють адаптувати навчальний контент до рівня підготовки, темпу засвоєння та інтересів учня.

- Використання інтерактивних платформ (наприклад, LearningApps, Google Classroom) дає змогу створювати персоналізовані завдання та тести.

- Учні можуть самостійно обирати час і формат роботи з матеріалом, що підвищує автономність і мотивацію виконання.

2. ЕОР активізують пізнавальну діяльність учнів

Обґрунтування:

- Візуалізація складних понять через відео, анімації, симуляції (наприклад, ThingLink, Canva) робить навчання більш наочним і доступним.
- Гейміфікація (використання ігрових елементів) стимулює інтерес до предмета та формує позитивне ставлення до навчання.
- Залучення учнів до створення власних цифрових продуктів (презентацій, інтерактивних карт) розвиває критичне мислення та творчість.

3. Методичне використання ЕОР потребує педагогічної підготовки

Обґрунтування:

- Ефективне впровадження ЕОР вимагає від учителя знань про цифрові інструменти, методи інтеграції та оцінювання результатів.
- Необхідно враховувати дидактичні принципи: науковість, доступність, системність, інтерактивність.
- Вчитель має вміти обирати ресурси відповідно до навчальних цілей, вікових особливостей учнів та технічних можливостей закладу.

4. ЕОР сприяють формуванню ключових компетентностей

Обґрунтування:

- Робота з цифровими ресурсами розвиває інформаційну грамотність, навички комунікації, співпраці та самонавчання.
- Учні навчаються аналізувати інформацію, працювати з джерелами, створювати контент — це відповідає вимогам Нової української школи.
- ЕОР інтегруються в міжпредметне навчання, що сприяє формуванню системного мислення.

Аналіз практичного досвіду. У процесі дослідження було проаналізовано досвід педагогів, які активно впроваджують електронні освітні ресурси (ЕОР) у навчальний процес. Основна увага приділялася використанню інтерактивних платформ, цифрових інструментів та мобільних додатків у загальноосвітніх закладах.

1. Використання інтерактивних платформ

- Google Classroom та Zoom стали базовими інструментами для організації дистанційного навчання.
- Учителі відзначають зручність у створенні завдань, тестів, обміні матеріалами та зворотному зв'язку.
- Платформи дозволяють формувати електронні портфоліо учнів, що сприяє розвитку рефлексії та самооцінки.

2. Інтеграція візуальних ресурсів

- Використання сервісів ThingLink, Canva, Genially дозволяє створювати інтерактивні плакати, презентації, ментальні карти.
- Учні краще засвоюють матеріал завдяки візуалізації складних понять, особливо в природничих дисциплінах.
- Вчителі повідомляють про зростання мотивації учнів до навчання та активну участь у проєктній діяльності.

3. Гейміфікація навчального процесу

- Платформи Kahoot!, Quizizz, Classcraft використовуються для проведення інтерактивних опитувань, вікторин, змагань.
- Гейміфіковані елементи сприяють емоційному залученню учнів, зменшують тривожність і підвищують рівень засвоєння знань.
- Учні демонструють кращі результати у повторенні та закріпленні матеріалу.

4. Методичні виклики

- Частина педагогів зазначає труднощі з технічним забезпеченням, нестачею цифрових навичок та перевантаженням контентом.

- Важливою умовою ефективного використання ЕОР є попереднє планування, дидактичне обґрунтування та підтримка з боку адміністрації.

1. Плануйте інтеграцію ЕОР з урахуванням навчальних цілей

- Визначайте, яку саме компетентність або знання має сформувати ресурс.
- Обирайте ЕОР, які відповідають віковим особливостям учнів та тематиці уроку.

- Враховуйте час, необхідний для роботи з ресурсом, щоб уникнути перевантаження.

2. Використовуйте різноманітні цифрові інструменти

- Застосовуйте платформи для тестування (Kahoot!, Quizizz), візуалізації (Canva, Genially), спільної роботи (Padlet, Google Docs).
- Комбінуйте ЕОР з традиційними методами навчання для досягнення балансу між цифровим і живим спілкуванням.

3. Забезпечуйте педагогічну підтримку та зворотний зв'язок

- Пояснюйте учням, як користуватися ресурсами, надавайте інструкції та приклади.
- Регулярно аналізуйте результати роботи з ЕОР, коригуйте підходи відповідно до потреб учнів.
- Створюйте умови для рефлексії: обговорюйте, що сподобалося, що було складним, як покращити процес.

4. Розвивайте власну цифрову компетентність

- Проходьте онлайн-курси, вебінари, беріть участь у професійних спільнотах.
- Обмінюйтесь досвідом з колегами, створюйте банк перевірених ресурсів.
- Вивчайте нові технології поступово, інтегруючи їх у навчання крок за кроком.

5. Дотримуйтесь етичних та безпекових норм

- Перевіряйте ресурси на відповідність авторському праву та конфіденційності.
- Навчайте учнів цифрової етики: як поводитися в онлайн-середовищі, як захищати особисті дані.
- Використовуйте лише ті платформи, які мають безпечний доступ і не потребують надмірної персональної інформації.

Висновки. Аналіз теоретичних засад та практичного досвіду використання електронних освітніх ресурсів (ЕОР) у навчальному процесі дозволяє зробити такі узагальнення:

1. ЕОР є ефективним інструментом індивідуалізації навчання, що забезпечує гнучкість, доступність та адаптацію освітнього контенту до потреб учнів.

2. Інтерактивність, візуалізація та гейміфікація, притаманні сучасним ЕОР, сприяють активізації пізнавальної діяльності, підвищенню мотивації та залученості учнів.

3. Методичне використання ЕОР потребує належної підготовки педагогів, зокрема володіння цифровими компетентностями, розуміння дидактичних принципів та вміння інтегрувати ресурси у навчальні сценарії.

4. ЕОР сприяють формуванню ключових компетентностей, таких, як інформаційна грамотність, критичне мислення, комунікація та співпраця, що відповідає вимогам сучасної освіти.

5. Ефективне впровадження ЕОР можливе лише за умови системного підходу, який включає методичне планування, технічне забезпечення, педагогічну підтримку та етичну відповідальність.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Лисогор Л., Берендєєв С., Косенчук Ю. Методичні рекомендації щодо використання освітніх онлайн-матеріалів: сучасні підходи і технології Нової української школи. — Київ: Український інститут розвитку освіти, 2023. — 48 с.
2. Головка М. Теорія і практика розроблення та використання електронних засобів навчального призначення: робоча програма дисципліни. — Київ: Інститут педагогіки НАПН України, 2023. — 36 с.
3. Методичні основи використання сучасних електронних освітніх ресурсів для старшої школи [Електронний ресурс] // Naurok. — Режим доступу: <https://naurok.com.ua/metodichni-osnovi-vikoristannya-suchasnih-elektronnih-osvitnih-resursiv-dlya-starsho-shkoli-334711.html>
4. ThingLink — інтерактивна платформа для створення візуальних освітніх матеріалів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.thinglink.com>
5. Canva — онлайн-інструмент для створення презентацій та освітніх візуалізацій [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://canvastera.com>
6. Kahoot! — платформа для гейміфікованого навчання [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://kahoot.com>

УДК 37.091.313:004.9

Хрипко О.С. (Класичний приватний університет, м. Запоріжжя, Україна).

ОНЛАЙН-ЛАБОРАТОРІЇ ТА ВІРТУАЛЬНІ ХАКАТОНІ: ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО СТАРТУ В НАУКОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ.

Анотація. Статтю присвячено аналізу сучасних цифрових підходів до раннього залучення школярів і студентів до наукової діяльності та формуванню компетентностей майбутніх дослідників. Онлайн-лабораторії та віртуальні хакатони долають традиційні обмеження гуртків, літніх шкіл і лабораторних практик, усуваючи географічні бар'єри, дефіцит ресурсів і нерівномірність підготовки учасників. Інноваційні дистанційні формати сприяють розвитку технічних навичок (моделювання, аналізу даних, створення експериментальних рішень) і м'яких компетенцій — командної роботи, критичного мислення, комунікації, тайм-менеджменту, презентаційних умінь. Цифрові платформи забезпечують персоналізацію навчання, дозволяючи наставникам адаптувати завдання під рівень знань учасників, підтримувати мотивацію та формувати самостійність у дослідницькій діяльності. Розглянуто педагогічні аспекти використання онлайн-лабораторій, організацію хакатонів, проблеми доступності, етики, безпеки даних і шляхи інтеграції технологій VR/AR та AI у навчальний процес. Визначено перспективи розвитку цифрового навчання й наставництва в умовах формування компетентностей майбутніх дослідників.

Ключові слова: інноваційне навчання, цифрове навчання, онлайн-лабораторії, віртуальні хакатони, персоналізація, наставництво, VR/AR, AI, наукова діяльність.

Abstract. The article analyzes modern digital approaches to the early engagement of schoolchildren and students in scientific activities and the development of competencies for future researchers. Online laboratories and virtual hackathons overcome traditional limitations of clubs, summer schools, and laboratory practices by removing geographical barriers, resource constraints, and uneven preparation levels. Innovative remote formats promote the development of technical skills (modeling, data analysis, experimental design) and soft skills — teamwork, critical thinking, communication, time management, and presentation. Digital platforms provide personalized learning, allowing mentors to adapt tasks according to participants' abilities, maintain motivation, and foster independence in research activities. The paper also examines pedagogical aspects of online laboratories, organization of hackathons, accessibility and

ethical issues, data security, and the integration of VR/AR and AI technologies. The study outlines future directions for digital learning and mentoring in developing competencies of young researchers.

Keywords: *innovative learning, digital learning, online laboratories, virtual hackathons, personalization, mentoring, VR/AR, AI, scientific activity.*

Вступ. Раннє залучення школярів та студентів до наукової діяльності є одним із визначальних чинників формування майбутніх дослідників, інженерів та фахівців у різних галузях знань. Участь у наукових проєктах, гуртках, лабораторних роботах та хакатонах дозволяє юним науковцям освоювати теоретичні концепції і розвивати критичне мислення, аналітичні навички та креативність, що є необхідними для ефективної наукової діяльності в сучасному світі [1].

Традиційні форми наукової підготовки – гуртки, літні школи, лабораторні практики – мають низку обмежень, що часто ускладнюють доступ до дослідницької діяльності. Серед основних проблем варто виділити географічні бар'єри, обмеженість ресурсів навчальних закладів, нерівномірний рівень підготовки учнів та складність індивідуального наставництва.

Онлайн-формати, включаючи віртуальні лабораторії та дистанційні хакатони, пропонують ефективне вирішення цих проблем. Вони дозволяють залучати широку аудиторію незалежно від місця проживання, забезпечують доступ до сучасного програмного та апаратного забезпечення, а також відкривають можливості для персоналізованого наставництва та інтерактивного навчання. Віртуальні середовища створюють умови для самостійної роботи учасників у поєднанні з колективним обговоренням результатів, що сприяє розвитку командної роботи та наукової комунікації.

Інтеграція онлайн-лабораторій і віртуальних хакатонів у процес підготовки юних науковців відповідає сучасним вимогам цифровізації освіти та відкриває нові можливості для раннього старту у науковій діяльності.

Для організації онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів активно використовуються різноманітні цифрові платформи та сервіси, що забезпечують інтерактивну взаємодію між учасниками та наставниками. До таких платформ належать середовища для дистанційного програмування та моделювання, віртуальні лабораторії з інтегрованими симуляторами, а також спеціалізовані хакатон-платформи, які дозволяють проводити конкурси та командні проєкти в режимі реального часу [2].

Інноваційні функції цих інструментів включають можливість віддаленого доступу до апаратного та програмного забезпечення, інтерактивні дошки для спільної роботи, системи керування проєктами та завданнями, а також засоби комунікації у форматі чату, відеоконференцій і голосових каналів. Завдяки цим функціям юні дослідники можуть виконувати складні експерименти та завдання, отримувати миттєвий зворотний зв'язок від наставників, координувати роботу у командах та вести спільні проєктні документи.

Особливу увагу приділено інструментам для моніторингу прогресу учасників та оцінки результатів, що дозволяє наставникам ефективно керувати навчальним процесом та індивідуально адаптувати завдання під рівень підготовки кожного учасника. Такі цифрові середовища формують інтерактивний простір, де навчання поєднується з практичною діяльністю, сприяючи розвитку критичного мислення, аналітичних навичок і командної роботи.

Онлайн-хакатони та віртуальні лабораторні роботи організовуються за структурованими сценаріями, що дозволяють поєднати самостійну роботу учасників з координацією наставників. Учасники об'єднуються в команди, отримують завдання або проєктні теми, після чого працюють у спеціалізованих цифрових середовищах, де доступні інструменти для програмування, моделювання, аналізу даних та комунікації. Наставники надають консультації, контролюють дотримання термінів, проводять проміжні перевірки та оцінюють результати, що створює динамічний і взаємодіючий навчально-науковий процес.

Віртуальні лабораторні роботи дозволяють виконувати експерименти в безпечному цифровому середовищі з можливістю багаторазового повторення процедур і тестування різних сценаріїв, що є обмеженим або неможливим у традиційних лабораторіях [3]. Онлайн-

хакатони забезпечують інтенсивний командний формат роботи над проєктом у стислі строки, що стимулює креативність, навички вирішення проблем і колективне ухвалення рішень.

Порівняно з традиційними навчальними та науковими практиками, ці формати відрізняються високою гнучкістю у часі та просторі, масштабованістю, можливістю залучення учасників із різних регіонів та країн, а також широким використанням цифрових інструментів для інтерактивної взаємодії та оцінки результатів. Вони поєднують навчальний, дослідницький і практичний компоненти, створюючи середовище, де учасники одночасно набувають знань, розвивають навички командної роботи та отримують перший досвід виконання наукових завдань у цифровому просторі.

Постановка проблеми. У сучасному освітньому процесі актуальним залишається питання забезпечення раннього залучення школярів та студентів до наукової діяльності, що є важливою складовою формування професійних компетенцій майбутніх дослідників, інженерів та фахівців у різних галузях знань. Одним із перспективних інструментів реалізації цього завдання є використання онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів, які дозволяють поєднати навчання та дослідницьку практику в інтерактивному цифровому середовищі.

Водночас, хоча кількість цифрових платформ для організації таких заходів постійно зростає, залишається недостатньо обґрунтованим питання їхньої педагогічної доцільності та ефективності. Зокрема, не завжди зрозуміло, у якій мірі онлайн-формати сприяють формуванню комплексних компетенцій учасників, таких як практичні навички дослідження, аналітичне мислення, вміння працювати у команді, критичне мислення та здатність до самостійного ухвалення рішень. Важливим аспектом є також оцінка впливу цифрових платформ на розвиток м'яких компетенцій – комунікаційних навичок, здатності до колективної роботи та презентаційних умінь, які мають визначальне значення у професійній підготовці молодих науковців.

Серед педагогічних проблем, що потребують дослідження, слід виділити питання персоналізації навчального процесу в умовах цифрового середовища, ефективності дистанційного наставництва та забезпечення мотивації учасників. Важливим є також виявлення обмежень, пов'язаних з доступністю ресурсів, технологічною компетентністю наставників і учнів, а також необхідністю дотримання етичних стандартів оцінювання та безпеки персональних даних.

Актуальність проблеми зумовлена необхідністю систематичного аналізу і наукового обґрунтування використання онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів у системі освіти, визначення умов їх ефективного впровадження, а також встановлення педагогічних, організаційних та технологічних чинників, які забезпечують розвиток компетентностей юних дослідників. Усвідомлення цих аспектів дозволяє формувати цілісну методологічну основу для інтеграції цифрових інструментів у навчально-дослідницький процес та підвищення якості наукової підготовки школярів і студентів.

Методика. У межах дослідження застосовується комплексний підхід, що поєднує аналітичні та порівняльні методи з метою всебічного вивчення ефективності онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів у підготовці юних науковців. Здійснено систематичний огляд сучасних цифрових платформ, що використовуються для організації онлайн-лабораторних робіт та віртуальних хакатонів, з метою визначення їхніх функціональних можливостей та потенціалу для інтерактивного навчання.

Проведено детальний аналіз інструментів, які забезпечують персоналізацію навчального процесу та дистанційне наставництво. Особлива увага приділяється можливостям адаптивного навчання, інтерактивного обміну інформацією, координації командної роботи, зворотного зв'язку та відстеження прогресу учасників, що дозволяє оцінити вплив цих функцій на ефективність засвоєння знань та формування практичних компетенцій.

Застосовано порівняльний підхід для зіставлення традиційних форм наукової підготовки – гуртків, літніх шкіл та лабораторних практик – із сучасними цифровими форматами. Таке порівняння дозволяє виявити переваги та обмеження кожного підходу,

оцінити масштабованість, гнучкість та можливості диференційованого навчання в онлайн-середовищі.

Педагогічний аналіз фокусується на ефективності використання онлайн-платформ у формуванні практичних навичок, розвитку критичного мислення, командної роботи та м'яких компетенцій, таких як комунікація, управління часом і презентаційні вміння. Це дозволяє оцінити, наскільки цифрові інструменти сприяють цілісному розвитку особистості учасника і підготовці його до подальшої наукової діяльності.

Водночас визначено технічні, організаційні та етичні виклики, пов'язані із впровадженням цифрових платформ у навчальний процес. До них належать питання доступності ресурсів, забезпечення безпеки та конфіденційності даних, дотримання авторських прав та етичних стандартів оцінювання, а також підтримка мотивації та залученості учасників. Аналіз цих аспектів дозволяє виробити рекомендації щодо ефективного використання онлайн-інструментів у різних освітніх контекстах.

Таким чином, застосована методика забезпечує системне і багаторівневе вивчення потенціалу онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів як інструменту розвитку компетентностей юних науковців, поєднуючи технологічний, педагогічний та організаційний підходи до аналізу.

Результати. Результати дослідження свідчать про значний потенціал онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів у формуванні наукових компетентностей учнів та студентів. З'ясовано, що такі цифрові формати забезпечують широку доступність наукового досвіду незалежно від географічного розташування учасників, долаючи традиційні бар'єри, пов'язані з ресурсною обмеженістю навчальних закладів та нерівномірним рівнем підготовки.

Онлайн-платформи сприяють ефективному розвитку технічних навичок, серед яких програмування, моделювання, аналіз даних, створення прототипів та експериментальних рішень. Водночас вони формують і м'які компетенції, такі як командна робота, критичне мислення, управління часом, презентаційні та комунікативні здібності, що є необхідними для успішної наукової діяльності в сучасному освітньому та професійному контексті.

Виявлено, що цифрові середовища дозволяють наставникам адаптувати завдання та рівень складності відповідно до індивідуальних можливостей і досвіду кожного учасника. Це забезпечує високий рівень персоналізації навчально-дослідницького процесу та сприяє формуванню самостійності й відповідальності за результати виконаної роботи. Додатковим фактором підвищення ефективності є інтеграція механізмів мотивації. Застосування сертифікації, конкурсів, оцінювання в режимі реального часу та зворотного зв'язку стимулює активну участь учнів і студентів, посилює залученість та підтримує інтерес до наукової діяльності.

Загалом результати дослідження підтверджують, що онлайн-лабораторії та віртуальні хакатони є дієвими інструментами для раннього залучення юних науковців до практичної та дослідницької діяльності, поєднуючи педагогічні, організаційні та технологічні аспекти навчання.

Обговорення. Онлайн-формати навчання, зокрема віртуальні лабораторії та хакатони, демонструють високий потенціал для подолання обмежень, притаманних традиційним формам гурткової та лабораторної діяльності, літнім школам і науковим практикам. Цифрові платформи дозволяють долати географічні бар'єри та забезпечують рівний доступ до сучасних наукових ресурсів і інструментів, що особливо важливо для учнів і студентів із віддалених регіонів або навчальних закладів із обмеженою матеріально-технічною базою. Ефективність використання таких платформ значною мірою залежить від педагогічної компетентності наставників. Якість організації процесу, здатність адаптувати завдання до індивідуального рівня підготовки учасників, здатність мотивувати та підтримувати учнів у дистанційному середовищі є визначальними чинниками успіху. Крім того, важливу роль відіграє функціональність цифрових інструментів: інтерактивні симулятори, моделювальні середовища, системи управління проєктами та засоби комунікації, які забезпечують ефективну взаємодію учасників та наставників у реальному часі.

З точки зору педагогіки, використання онлайн-лабораторій і хакатонів відкриває широкі можливості для персоналізованого навчання. Інтеграція алгоритмів адаптивного навчання та інтерфейсів, що підлаштовуються під рівень знань учасників, дозволяє створювати навчальні траєкторії, які відповідають індивідуальним потребам кожного учня або студента. Це сприяє розвитку самостійності, критичного мислення, дослідницької компетентності та навичок командної роботи.

Використання передових технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність (VR/AR), а також штучний інтелект (AI), значно розширює освітній потенціал онлайн-форматів. VR/AR дозволяє моделювати складні експерименти та наукові процеси у безпечному віртуальному середовищі, що дає змогу учасникам проводити багаторазові спроби та тестувати різні сценарії, обмеження яких існують у фізичних лабораторіях. AI-інструменти забезпечують персоналізацію навчання, автоматичний підбір завдань, аналіз прогресу та ефективності учасників у реальному часі.

Водночас цифрові платформи не можуть повністю замінити традиційне навчання та безпосередній контакт із викладачем або дослідником. Вони виконують роль ефективного доповнення, яке розширює можливості раннього наукового старту та сприяє формуванню компетенцій, необхідних у сучасному науковому середовищі. Комбінування традиційних методів з онлайн-інструментами дозволяє створювати гібридні моделі наставництва, де практична, дослідницька та навчальна складові органічно поєднуються, підвищуючи ефективність і залученість учасників.

Педагогічна перспектива використання онлайн-лабораторій і віртуальних хакатонів полягає у впровадженні новітніх технологій і у створенні ефективної системи наставництва, адаптованої до потреб та потенціалу кожного юного науковця, що забезпечує комплексний розвиток професійних та дослідницьких компетенцій.

Цифрові платформи для онлайн-лабораторій і віртуальних хакатонів забезпечують високий рівень персоналізації навчально-дослідницького процесу. Алгоритми адаптивного навчання та інтерфейси, що підлаштовуються під індивідуальні потреби користувача, дозволяють формувати завдання відповідно до рівня знань і досвіду кожного учасника. Це включає модульне або поступове ускладнення завдань, надання додаткових матеріалів для підготовки та можливість обирати інструменти, які відповідають компетенціям команди або окремого учасника. Методи наставництва в онлайн-середовищі поєднують традиційні підходи з інноваційними цифровими інструментами. До них належать регулярні відео-консультації та вебінари, інтерактивні чати для оперативного вирішення питань, форуми для обговорення результатів і проблемних ситуацій, а також використання систем зворотного зв'язку та оцінювання проміжних результатів. Така підтримка дозволяє наставникам відслідковувати прогрес учасників, коригувати складність завдань і надавати персоналізовані рекомендації, що підвищує ефективність навчання та мотивацію. Завдяки персоналізації та інтерактивній підтримці учасники відчують безпечне і сприятливе середовище для експериментів, розвитку наукових компетенцій і набуття практичного досвіду, що є важливим етапом у формуванні професійного портфоліо молодих дослідників.

Участь у онлайн-лабораторіях та віртуальних хакатонах сприяє формуванню широкого спектру компетенцій у юних науковців. Здобуваються як технічні навички – робота з цифровими інструментами, програмування, моделювання, аналіз даних, розробка прототипів та експериментальних рішень, – так і м'які навички, серед яких командна робота, критичне мислення, управління часом, презентаційні здібності та ефективна комунікація з наставниками та колегами.

Досвід участі у віртуальних наукових подіях дозволяє створювати перші наукові продукти: презентації, звіти, програмні модулі, інтерактивні проєкти та навіть публікації у відкритих репозиторіях. Це формує основу для професійного портфоліо і полегшує подальший перехід від шкільних чи університетських гуртків до наукових лабораторій і проєктів більш високого рівня.

Ефективність онлайн-платформ порівняно з традиційними методами навчання проявляється у швидшому опануванні практичних навичок, більшій гнучкості та

доступності ресурсів [4]. Онлайн-формати дозволяють юним дослідникам самостійно вибирати темп роботи, отримувати зворотний зв'язок у реальному часі та експериментувати з різними підходами до розв'язання завдань. Крім того, цифрові платформи забезпечують інтерактивність і адаптивність, що підвищує залученість і мотивацію, порівняно з традиційними лекційними або лабораторними форматами.

Використання онлайн-лабораторій та віртуальних хакатонів супроводжується низкою технічних, педагогічних та етичних проблем [5]. До технічних складнощів належать забезпечення стабільного доступу до платформ, сумісності програмного забезпечення, високих вимог до апаратних ресурсів та якості інтернет-з'єднання. Наявність цих обмежень може впливати на ефективність роботи учасників, особливо у віддалених або ресурсно-обмежених регіонах.

Педагогічні виклики включають адаптацію методів наставництва та контролю знань до онлайн-середовища. Традиційні способи оцінювання та зворотного зв'язку часто потребують модифікації, щоб підтримувати високу мотивацію та залученість учасників. Важливим є також забезпечення персоналізованого підходу для студентів з різними рівнями підготовки та навичок.

Етичні аспекти стосуються безпеки персональних даних, дотримання авторських прав на наукові матеріали та прозорості оцінювання. Платформи повинні гарантувати захист інформації та забезпечувати чесну систему визнання результатів учасників.

Для подолання цих викликів застосовуються комплексні рішення: використання адаптивних і інтерактивних цифрових платформ, встановлення чітких правил поведінки та етики, забезпечення наставництва в реальному часі, а також впровадження механізмів мотивації – сертифікатів, міні-грантів та конкурсів. Такі підходи дозволяють підвищити доступність та безпеку онлайн-досліджень, підтримати мотивацію учасників і забезпечити ефективність їхнього наукового розвитку.

Сфера цифрового навчання та старту юних науковців має значний потенціал для інноваційного розвитку. Очікується, що у найближчі роки цифрові платформи для онлайн-лабораторій і віртуальних хакатонів будуть інтегрувати передові технології, такі як віртуальна та доповнена реальність (VR/AR), штучний інтелект (AI) та інтерактивні модулі, що дозволять створювати більш захоплюючі, реалістичні та персоналізовані освітні середовища. VR/AR-технології відкривають можливості для моделювання лабораторних експериментів та наукових процесів у віртуальному просторі, що дозволяє учасникам отримати практичний досвід без обмежень фізичної інфраструктури. Інтеграція AI сприятиме персоналізації навчання, автоматичному підбору завдань відповідно до рівня знань та навичок, а також аналізу прогресу учасників у реальному часі. Інтерактивні платформи забезпечать гнучкі форми наставництва, дозволяючи ментору коригувати навчальні траєкторії, підтримувати зворотний зв'язок та стимулювати колаборацію між юними науковцями. Очікується, що такі технології підвищать ефективність наукового старту школярів та студентів і змінять традиційний підхід до наукового наставництва, формуючи новий рівень взаємодії між наставником і учасником через цифрові канали.

Впровадження цих інновацій сприятиме розвитку компетенцій молодих дослідників, стимулюватиме їхню самостійність та креативність, а також відкриє нові можливості для раннього наукового самовираження та публікацій у відкритих репозиторіях.

Висновки. Проведене дослідження свідчить, що онлайн-лабораторії та віртуальні хакатони виступають важливим і ефективним інструментом для раннього залучення школярів та студентів до наукової діяльності, забезпечуючи широкий спектр освітніх і дослідницьких можливостей. Дослідження показало, що участь у таких цифрових форматах сприяє одночасному розвитку як технічних, так і м'яких компетенцій. До технічних навичок належать програмування, моделювання, аналіз даних, розробка прототипів та виконання експериментальних завдань, що є основою для професійної підготовки майбутніх дослідників. М'які компетенції включають командну роботу, критичне мислення, управління часом, презентаційні здібності та ефективну комунікацію, які є невід'ємною складовою сучасної наукової та професійної діяльності.

Важливим аспектом є формування у учасників наукового мислення та здатності до самостійного дослідження. Цифрові платформи створюють умови для організації навчального процесу з високим рівнем персоналізації, дозволяючи наставникам адаптувати завдання під індивідуальні здібності та попередню підготовку кожного учасника. Це сприяє розвитку самостійності, критичного осмислення результатів та усвідомленого підходу до виконання наукових завдань. Крім того, регулярний зворотний зв'язок, інтерактивність середовищ і колективне обговорення результатів підвищують залученість учнів і студентів, стимулюють мотивацію та створюють сприятливий простір для експериментування і навчання через практичний досвід.

Проте для досягнення максимального ефекту від впровадження онлайн-лабораторій та хакатонів необхідно враховувати технічні, організаційні та етичні аспекти використання таких інструментів. До технічних викликів належать забезпечення стабільного доступу до платформ, сумісність програмного забезпечення та наявність необхідної апаратної бази. Організаційні аспекти включають ефективну координацію роботи команд, управління часом, розподіл ролей та підтримку наставників у дистанційному форматі. Етичні питання стосуються безпеки персональних даних, дотримання авторських прав та прозорості оцінювання результатів учасників.

Перспективи розвитку цифрових платформ у сфері наукової підготовки юних дослідників пов'язані з інтеграцією передових технологій, таких як віртуальна та доповнена реальність (VR/AR), штучний інтелект (AI) та адаптивні інтерфейси. Використання VR/AR дозволяє моделювати складні лабораторні експерименти та наукові процеси у безпечному віртуальному середовищі, створюючи реалістичний досвід практичної діяльності без обмежень фізичної інфраструктури. Інтеграція AI сприятиме автоматичному підбору завдань відповідно до рівня знань і навичок учасників, аналізу прогресу в реальному часі та оптимізації наставництва.

Таким чином, поєднання педагогічних підходів і цифрових технологій створює нові можливості для розвитку компетентностей майбутніх дослідників, формування наукового мислення та підготовки до професійної діяльності в умовах сучасної цифрової економіки. Онлайн-лабораторії та віртуальні хакатони не лише розширюють доступ до освіти, але й стають важливим компонентом гібридних моделей навчання, що поєднують традиційні методи з інноваційними цифровими інструментами, забезпечуючи ефективний і комплексний розвиток молодих науковців.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Ван ден Бемт А., Грутхайсен С., Озкан Л. Дистанційні лабораторії у вищій інженерній освіті: залучення студентів до педагогіки активного навчання. *J Comput High Educ* 35, 320-340. Ейндховен, 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09331-4> (Дата звернення 20.10.2025).
2. Фадда Д. та Віванет Г. Онлайн-лабораторії для наукової освіти. *Італійський журнал освітніх досліджень*, (26), 105. Кальярі, 2021. URL: <https://doi.org/10.7346/sird-012021-p105> (Дата звернення 23.10.2025).
3. Гнезділова В., Микитин Т., Різничук Н., Приймак А. Використання онлайн-лабораторій та симуляторів на заняттях з біології. *Вісник Дніпровської академії безперервної освіти. Серія: Філософія, педагогіка*, 1 (1), 143-150. Дніпро, 2025. URL: <https://doi.org/10.54891/2786-7013-2025-1-17> (Дата звернення 23.10.2025).
4. Вілсон Д. Онлайн-лабораторії STEM і віртуальні лабораторії: експерименти у цифровому середовищі. *Журнал мистецтв, суспільства та освітніх досліджень*, т. 2(3), с. 26. 2020. URL: <https://journal-ases.online> (Дата звернення 25.10.2025).
5. Остаде К., Зува Т., Хармсе А. Освітні переваги хакатону: систематичний огляд літератури. *Всесвітній журнал з освітніх технологій: актуальні питання*, 14 (6), 1668-1684. Вандербейлпарк, 2022. URL: <https://doi.org/10.18844/wjet.v14i6.7131> (Дата звернення 26.10.2025).

УДК 76.011.3-051:005.336.5(043.3)

Чигріна Я.Ю., Гресь Т.М. (Дніпровська академія неперервної освіти, м. Дніпро, Україна).

СТРУКТУРА ГОТОВНОСТІ ВИХОВАТЕЛЯ ДО РОБОТИ З ДІТЬМИ З ПОРУШЕННЯМИ МОВЛЕННЯ В КОНТЕКСТІ КУЛЬТУРИ ВЗАЄМОПІДТРИМКИ ТА ІНКЛЮЗИВНОЇ ВЗАЄМОДІЇ.

Анотація. У статті розглянуто проблему формування готовності вихователів закладів дошкільної освіти до роботи з дітьми з порушеннями мовлення в контексті культури взаємопідтримки та інклюзивної взаємодії. Обґрунтовано значення інклюзивного освітнього середовища як простору партнерства, гуманізму й толерантності, що забезпечує умови для повноцінного розвитку кожної дитини. Визначено сутність поняття «готовність вихователя» як інтегративного особистісно-професійного утворення, яке поєднує мотиваційно-ціннісні орієнтації, професійно-практичні знання, морально-етичні установки, комунікативну культуру та рефлексивно-креативну позицію педагога. Розкрито структуру готовності, до складу якої входять мотиваційний, організаційний, проєктувальний і морально-етичний компоненти, що забезпечують ефективну реалізацію освітнього процесу в інклюзивних групах. Підкреслено, що культура взаємопідтримки в педагогічному колективі є важливою умовою професійного зростання вихователя, профілактики емоційного вигорання та підвищення якості інклюзивної освіти. Зроблено висновок, що готовність вихователя до роботи з дітьми з порушеннями мовлення виступає показником його професійної зрілості, гуманістичної спрямованості та здатності до емпатійної взаємодії.

Ключові слова: готовність вихователя, інклюзивна дошкільна освіта, діти з порушеннями мовлення, структура готовності, культура взаємопідтримки, інклюзивна взаємодія, професійна компетентність, педагогічна культура.

Abstract. The article examines the issue of developing preschool teachers' readiness to work with children with speech disorders in the context of a culture of mutual support and inclusive interaction. The importance of the inclusive educational environment as a space of partnership, humanism, and tolerance that ensures the full development of every child is substantiated. The concept of "teacher readiness" is defined as an integrative personal and professional formation that combines motivational and value orientations, professional and practical knowledge, moral and ethical attitudes, communicative culture, and the teacher's reflective and creative position.

The structure of readiness is revealed, including motivational, organizational, design, and moral-ethical components that ensure the effective implementation of the educational process in inclusive groups. It is emphasized that a culture of mutual support within the teaching staff serves as an essential condition for professional growth, prevention of emotional burnout, and improvement of the quality of inclusive education. It is concluded that the teacher's readiness to work with children with speech disorders is an indicator of professional maturity, humanistic orientation, and the ability for empathetic interaction.

Keywords: teacher readiness, inclusive preschool education, children with speech disorders, structure of readiness, culture of mutual support, inclusive interaction, professional competence, pedagogical culture.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку освіти в Україні характеризується послідовним утвердженням принципів гуманізації, демократизації та інклюзивності, що вимагає переосмислення традиційних підходів до організації освітнього процесу у закладах дошкільної освіти. Законодавче закріплення права кожної дитини на здобуття якісної освіти, незалежно від особливостей психофізичного розвитку, зумовило необхідність створення підтримувального інклюзивного середовища, орієнтованого на потреби всіх учасників освітнього процесу.

Важливою складовою цього процесу є підготовка вихователів до роботи з дітьми, які мають порушення мовлення, оскільки саме мовленнєвий розвиток є основою

комунікативної компетентності, соціальної адаптації та пізнавальної активності дитини. За даними логопедичної практики, мовленнєві порушення залишаються одними з найпоширеніших серед дітей дошкільного віку, що суттєво впливає на їхній загальний розвиток і успішність подальшого навчання. У таких умовах вихователь виступає не лише організатором освітнього процесу, а й посередником між дитиною, родиною та фахівцями корекційного спрямування.

Разом із тим, сучасна педагогічна практика виявляє суперечність між зростанням кількості дітей з мовленнєвими порушеннями, які інтегруються в інклюзивні групи ЗДО, та недостатнім рівнем готовності більшості вихователів до роботи з цією категорією вихованців. Бракує системної підготовки педагогів, спеціальних методичних знань і навичок, що необхідні для реалізації мовленнєво-корекційної підтримки. Це створює труднощі у взаємодії з дітьми та батьками, підвищує навантаження на вихователів і може призводити до емоційного виснаження та професійного вигорання.

У цьому контексті особливої значущості набуває формування структурної моделі професійної готовності вихователя, яка охоплює не лише когнітивно-операційний аспект, а й мотиваційно-ціннісний, емоційно-регуляційний та комунікативний компоненти. Важливу роль відіграє культура взаємопідтримки в педагогічному колективі, що створює умови для професійного зростання, взаємонавчання, збереження психологічного благополуччя та стійкості до професійного стресу.

Таким чином, дослідження структури готовності вихователя до роботи з дітьми з порушеннями мовлення в умовах інклюзивної освіти набуває не лише теоретичної, а й практичної актуальності. Воно спрямоване на пошук ефективних шляхів професійної підготовки педагогів, розвиток культури взаємопідтримки у колективах та формування справді підтримувального освітнього середовища, здатного забезпечити успішну інтеграцію кожної дитини.

Результати та їх обговорення. На основі опрацювання сучасних наукових джерел, методичних підходів і нормативно-правових документів визначено сутність та структурні компоненти готовності вихователя до роботи з дітьми з порушеннями мовлення в умовах інклюзивної дошкільної освіти. У контексті даного дослідження така готовність розглядається як багатовимірне особистісно-професійне утворення, що поєднує систему цінностей, мотиваційно-сміслових орієнтацій, психолого-педагогічних знань, практичних умінь, комунікативної культури й здатності до саморефлексії. Вона формується на перетині когнітивного, емоційного та соціально-поведінкового рівнів професійної діяльності педагога [1-3].

У центрі цієї готовності – усвідомлення вихователем своєї ролі не лише як виконавця освітніх завдань, а як посередника взаємодії, фасилітатора та учасника культури взаємопідтримки. Педагог, готовий до роботи з дітьми з порушеннями мовлення, здатен створювати безпечний і приймаючий простір, у якому кожна дитина відчуває цінність власної участі. Це передбачає вміння вибудовувати довірливі стосунки з дітьми, батьками та командою фахівців, координувати корекційно-розвивальний процес і водночас підтримувати психологічний баланс у колективі.

Готовність вихователя у цьому контексті виявляється у його здатності інтегрувати знання, емоційно-ціннісний досвід і комунікативну компетентність для ефективної взаємодії з усіма учасниками інклюзивного освітнього середовища. Вона спирається на принципи педагогіки партнерства, емпатії, толерантності й відкритості до співпраці.

Таким чином, професійна готовність до роботи в інклюзивному середовищі є показником зрілості та професійної культури вихователя, його вміння діяти в умовах взаємопідтримки, забезпечуючи гармонійний розвиток і соціальну інтеграцію дітей з особливими освітніми потребами, зокрема тих, які мають порушення мовлення.

Структура готовності вихователя до роботи з дітьми, які мають порушення мовлення, в умовах інклюзивної дошкільної освіти має багатовимірний характер і охоплює

взаємопов'язані компоненти, що забезпечують ефективне виконання професійних завдань. Вона розглядається як інтегративне утворення, яке поєднує мотиваційно-ціннісні орієнтири, професійно-практичні знання та уміння, морально-етичні установки й рефлексивно-креативну позицію педагога.

Мотиваційний компонент характеризує усвідомлену внутрішню потребу педагога працювати з дітьми з особливими освітніми потребами, зокрема з порушеннями мовлення. Його сутність полягає у прагненні створювати сприятливе, емоційно безпечне середовище, що сприяє мовленнєвому, когнітивному та соціальному розвитку дітей. У межах цього компонента важливими є такі показники, як позитивне ставлення до інклюзивної освіти, прийняття різноманітності, готовність до співпраці та взаємопідтримки, емпатійне розуміння дитини як унікальної особистості.

Організаційний компонент охоплює систему знань, умінь і навичок, необхідних для створення безпечного, інклюзивного та підтримувального освітнього простору. Він передбачає володіння вихователем сучасними підходами до організації освітнього процесу, знання особливостей психофізичного розвитку дітей із порушеннями мовлення, нормативно-правової бази інклюзивної освіти, а також умінь адаптувати навчальні матеріали відповідно до індивідуальних потреб кожної дитини. Особливе значення має вміння педагога підтримувати доброзичливу атмосферу в колективі, сприяти культурі взаємоповаги та співробітництва між дітьми.

Проектувальний компонент відображає здатність вихователя планувати, реалізовувати та критично осмислювати власну діяльність у контексті інклюзивного навчання. Це включає розроблення індивідуальних освітніх траєкторій, використання сучасних педагогічних і корекційно-розвивальних технологій, створення умов для самовираження та мовленнєвої активності дітей. Показниками цього компонента є ініціативність, інноваційність мислення, готовність до педагогічного експериментування, а також умінь здійснювати самоаналіз і корекцію власної діяльності.

Морально-етичний компонент виявляється у сформованості гуманістичного світогляду, емоційної зрілості та культури професійної взаємодії вихователя. Він охоплює здатність дотримуватися принципів недискримінації, поваги до людської гідності, збереження конфіденційності, а також умінь ефективно спілкуватися з дітьми, батьками та колегами. Важливою складовою є готовність педагога підтримувати позитивний соціально-психологічний клімат у колективі, формуючи культуру взаємопідтримки та співпраці як основу інклюзивної взаємодії.

Представлені компоненти узгоджуються з положеннями Професійного стандарту "Вихователь закладу дошкільної освіти", Базового компоненту дошкільної освіти України та Порядку організації діяльності інклюзивних груп у ЗДО. Вони утворюють цілісну систему, у межах якої готовність вихователя до роботи з дітьми з порушеннями мовлення розвивається через поєднання когнітивних, емоційно-ціннісних і соціально-комунікативних складників професійної діяльності.

Висновки. Готовність вихователя до роботи в інклюзивному освітньому середовищі є не лише показником рівня професійної компетентності, а й свідченням сформованої культури взаємопідтримки, моральної відповідальності, толерантності та педагогічної зрілості. Її структура відображає єдність знань, цінностей і дій, спрямованих на забезпечення гармонійного розвитку кожної дитини незалежно від її мовленнєвих чи психофізичних особливостей.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ.

1. Мотуз Т. В., Ватковська М. Г., Кочерга Є. В. Дослідження готовності вчителів до роботи в інклюзивній освіті та шляхи формування їх інклюзивної компетентності. *Науковий вісник Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка. Серія: Педагогічні науки.* 2022. № 15. С. 23–32.

2. Сорочан М. П. Готовність майбутніх вихователів до інклюзивного навчання як результат професійної підготовки. Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. 2021. Вип. 84. Том 2. С. 83–88. URL: https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/36877/Sorochan_83-88.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Чигріна Я. Ю. Формування методичної компетентності асистентів вчителя в умовах неперервної освіти : дис. ... доктора філософії за спеціальністю 016 – спеціальна освіта. Київ, 2023. 262 с. URL: <https://ispukr.org.ua/?p=10958>

УДК 378.147.31

Чоста Н.В., Карнаух С.Г. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ-Тернопіль, Україна).

ПРО ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ПРОВЕДЕННЯ ЗАХИСТУ КУРСОВИХ І КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ.

Анотація. З метою підвищення ефективності організації курсового і дипломного проектування необхідно вдосконалювати якість викладання і ефективність контролю за ходом виконання проектів (робіт) у режимі он-лайн та з використанням інформаційно-телекомунікаційних засобів. При удосконаленні методичного забезпечення курсового і дипломного проектування з дисциплін кафедр ДДМА необхідно передбачити відображення особливостей застосування дистанційних технологій на різних етапах проектування. Рекомендувати керівникам курсових проектів (робіт) більш активно залучати функціональні можливості платформи дистанційного навчання Moodle DDMA.

Ключові слова: курсове проектування, дипломне проектування, мультимедійні технології, якість освіти, відео-конференція, платформа дистанційного навчання Moodle DDMA.

Abstract. In order to improve the efficiency of organizing coursework and diploma projects, it is necessary to fully understand the viability and effectiveness of monitoring the progress of projects (work) in the online mode and in the wiki. information and telecommunications facilities. When improving the methodical provision of coursework and diploma design from the disciplines of the departments of DDMA, it is necessary to transfer the features of the application of remote technologies at various stages of design. We recommend that course project developers (robots) actively take advantage of the functional capabilities of the Moodle DDMA remote learning platform.

Keywords: course project, diploma project, multimedia technologies, lighting capacity, video conference, remote learning platform Moodle DDMA.

Курсова робота (проект) – один із видів індивідуальних завдань самостійної роботи науково-дослідного, творчого чи проектно-конструкторського характеру, який має на меті не лише поглиблення, узагальнення і засвоєння знань з освітньої компоненти, а й формування у здобувачів вміння самостійно працювати з навчальною і науковою літературою, лабораторним обладнанням, використовувати сучасні інформаційні засоби та технології [1, 2].

Кваліфікаційна робота – це одна із складових державної атестації. Державна атестація здобувача вищої освіти – це фактично визначення відповідності рівня його професійної підготовки вимогам програмних результатів навчання освітньої програми, його готовності до виконання виробничих функцій та відповідних задач діяльності. В якості форми атестації здобувачів, у переважній більшості освітніх програм Донбаської державної

машинобудівної академії (ДДМА) першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти, визначено саме захист кваліфікаційної роботи. Підготовка і захист кваліфікаційної роботи літератури, вивчення передового наукового вимагає не лише засвоєння програмного матеріалу, а й усебічного опрацювання спеціальної досвіду, проведення власного дослідження, самостійне формулювання висновків та рекомендацій щодо використання одержаних результатів дослідження на практиці, належного письмово-графічного оформлення роботи та публічного захисту її основних положень і результатів [1, 2].

Порядок організації захисту курсових і кваліфікаційних робіт першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти в ДДМА базується на положеннях Закону України «Про вищу освіту», вимогах нормативних документів Міністерства освіти і науки України, Положенні ДДМА «Про організацію освітнього процесу в Донбаській державній машинобудівній академії» та регламентується Положеннями ДДМА «Про екзаменаційні комісії Донбаської державної машинобудівної академії з атестації здобувачів вищої освіти» та «Про порядок роботи атестаційних комісій у Донбаській державній машинобудівній академії в особливих умовах (в дистанційному режимі)». В зв'язку з воєнним станом, запровадженим в Україні, курсове та дипломне проектування, а також захист курсових та кваліфікаційних робіт здобувачів освіти бакалаврського та магістерського рівнів відбувається в дистанційному режимі й базується на застосуванні програмних засобів і навчально-методичних ресурсів платформи дистанційного навчання Moodle DDMA, в межах якої для здобувачів створено відповідні курси. Ефективним є паралельне використання Google-дисків, e-mail, відеоконференцій та інших засобів [3].

Курсова робота (проект) виконується з певного навчального курсу або з певних його розділів. Завдання на курсову роботу (проект) та методичні рекомендації до її виконання видаються кафедрою здобувачам навчальної групи в електронному форматі з використанням платформи Moodle_DDMA, як окремий блок (розділ) у структурі навчальної дисципліни. Консультування здобувачів під час написання курсової роботи (проекту) здійснюється дистанційно, за допомогою Moodle_DDMA, електронних засобів зв'язку – електронної пошти, месенджерів або засобів відеоконференцій. Готові курсові роботи (проекти) здобувачі завантажують для перевірки відповідальному викладачеві, у визначеному в методичних рекомендаціях форматі.

Після перевірки та допуску до захисту (із можливим доопрацюванням та виправленням помилок), відбувається захист курсової роботи (проекту) перед комісією до якої входить керівник здобувача, а також інші викладачі кафедри, відповідно до розкладу заліково-екзаменаційної сесії з використанням інформаційно-телекомунікаційних засобів, які забезпечать ідентифікацію здобувача.

Під час захисту здобувач робить доповідь, в якій викладає основний зміст роботи (проекту) та відповідає на поставлені запитання. У доповіді здобувач повинен чітко виділити все нове, що запропоновано ним самим, зупинитися на техніко-економічному обґрунтуванні прийнятих у роботі (проекті) рішень. Після завершення захисту комісія обговорює результати захисту, виставляє підсумкову оцінку за виконану роботу (проект) за 100-бальною шкалою оцінювання та заносить її до електронної відомості обліку успішності навчальної групи. При оцінці курсової роботи (проекту) враховуються відповідність заданому змісту та якість виконання, теоретичні знання студента та вміння захищати свої пропозиції та висновки.

Кваліфікаційна робота – це навчально-наукове дослідження здобувача, що виконується на завершальному етапі першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти. Випускові кафедри в підсумкових заходах із підготовки і захисту кваліфікаційних робіт забезпечують відповідність програмних компетентностей компонентам освітньої програми. Так, інтегральна компетентність забезпечується тим, що

кваліфікаційна робота бакалавра за своєю суттю є розв'язанням спеціалізованої задачі або практичної проблеми, а кваліфікаційна робота магістра вирішує задачі дослідницького або інноваційного характеру. При їх виконанні здобувач обов'язково застосовує раніше отримані знання, уміння і навички з навчальних дисциплін поряд з інформацією та досвідом, отриманими ним під час проходження переддипломної практики.

Методика захисту кваліфікаційних робіт (бакалаврських та магістерських) в он-лайн форматі являє собою адаптацію традиційних процедур захисту, і в той же час до неї входять ключові етапи та рекомендації, які є особливою цінністю дистанційного навчання, технологічних можливостей та можливостей для академічної доброчесності. Основні аспекти цієї методики:

1. Підготовка до захисту.

1.1 Оформлення роботи: Здобувач виконує кваліфікаційну роботу згідно до методичних рекомендацій кафедри, розміщених у відповідних курсах Moodle DDMA, та відправляє її в цифровому форматі, у встановлені терміни, керівнику та консультантам з розділів охорони праці та економіки. Зазвичай, пояснювальна записка оформлюється відповідно до вимог ДСТУ 3008:2015, а графічна частина відповідно до вимог ДСТУ 3321:2003.

1.2 Відгук наукового керівника: Науковий керівник пише відгук на роботу здобувача, де оцінює процес виконання роботи, рівень самостійності студента, його вміння аналізувати та узагальнювати інформацію, а також дає рекомендації щодо захисту.

1.3 Проходження нормоконтролю: Перед захистом робота обов'язково повинна пройти нормоконтроль, тобто процедуру перевірки відповідності до встановлених стандартів, які стосуються всіх деталей дослідження: оформлення, змісту, структури. Для проведення нормоконтролю призначається нормоконтролер із числа досвідчених викладачів випускової кафедри.

1.4 Перевірка на плагіат: Кваліфікаційна робота допускається до захисту після перевірки на наявність академічного плагіату у відповідності з «Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату у навчальній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу у ДДМА». Результатом перевірки на плагіат є акт, що фіксує рівень оригінальності роботи. В ДДМА кваліфікаційні роботи перевірялися інтернет-системою «Strikeplagiarism.com», але в 2025 році, через завершення дії договору, перевірка на плагіат покладена на випускові кафедри. Тепер кафедрам необхідно використовувати безкоштовні програми, які дають обмеження в кількості знаків роботи, що перевіряється.

1.5 Рецензування: Робота передається на рецензування одному або кільком фахівцям (зазвичай, викладачам ДДМА або інших вищих навчальних закладів, а іноді й представникам підприємств чи організацій, що мають відношення до теми роботи). Рецензенти оцінюють актуальність, наукову новизну, теоретичну та практичну цінність роботи, якість дослідження, оформлення та роблять висновок щодо можливості її захисту.

1.6 Підготовка доповіді та презентації: Студент готує коротку доповідь (зазвичай 7-10 хвилин) за основними результатами свого дослідження та презентацію (наприклад, PowerPoint або Google Slides) для візуального супроводу доповіді. Презентація має відображати ключові моменти роботи: актуальність, мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, основні результати, висновки та пропозиції.

1.7 Подання на ім'я голови екзаменаційної комісії щодо захисту кваліфікаційних робіт здобувачів вищої освіти: офіційний документ, який надсилається деканатом голові екзаменаційної комісії (ЕК) і містить інформацію про здобувачів, що готові до захисту своїх кваліфікаційних робіт.

2. Організація процесу захисту [4].

2.1 Платформа для зберігання: Захист кваліфікаційних робіт проводиться на відкритому засіданні ЕК у дистанційному режимі на платформі відеоконференцій Google Meet за участю не менше половини складу ЕК та обов'язковою присутністю голови ЕК.

Перед захистом зазвичай проводять тестування відеозв'язку Google Meet за участю здобувачів, з відпрацюванням технічних елементів процедури захисту кваліфікаційних робіт.

2.2 Графік та регламент: Захист відбувається згідно встановленого регламенту та графіку заслуховування у дистанційному режимі кожного здобувача, який попередньо погоджений з навчальним відділом та донесений до здобувачів та членів комісії.

2.3 Склад екзаменаційної комісії: Захист відбувається перед екзаменаційною комісією (ЕК), склад якої затверджується наказом ректора ДДМА.

До складу ЕК входять провідні викладачі випускової кафедри та інших кафедр академії (хімії та охорони праці, економіки промисловості), що мають наукові ступені та вчені звання. Також можуть бути запрошені фахівці з інших організацій, які мають відповідну кваліфікацію та досвід у галузі, до якої належить тема роботи та які тісно взаємодіють з колективами випускових кафедр у якості стейкхолдерів освітнього процесу. Головою ЕК зазвичай призначається провідний фахівець промисловості, що має відповідну вищу освіту за спеціальністю та практичний досвід роботи в галузі.

3. Процедура захисту [5].

3.1 Представлення здобувача: Голова ЕК оголошує порядок денний та представляє здобувача, наукового керівника, тему кваліфікаційної роботи, навчальні досягнення здобувача (наукові, творчі тощо).

3.2 Ідентифікація осіб: Захист проводиться за умови забезпечення автентифікації здобувача та фото-відео-фіксацією цієї процедури. Зазвичай здобувач вмикає камеру та демонструє документ підтверджуючий особу. Відеозапис процедури захисту зберігається на віртуальному диску Google Disk кафедри протягом одного року.

3.3 Доповідь здобувача: Здобувач виступає з підготовленою доповіддю про суть кваліфікаційної роботи, отримані результати та ступінь виконання поставлених завдань. Доповідь супроводжується її презентацією.

3.4 Запитання від членів ЕК: Після доповіді члени ЕК ставлять здобувачу питання, що стосуються теми роботи, її змісту, використаної методології, отриманих результатів, їх практичної цінності, а також можуть виходити за межі дослідження, але бути в межах загальної спеціальності.

3.5 Відповіді здобувача: Здобувач повинен чітко, аргументовано та по суті відповідати на поставлені запитання.

3.6 Оголошення відгуку рецензента: Голова ЕК може зачитати основні положення рецензії або надати слово одному з членів комісії для її оголошення. Здобувачу може бути надано слово для відповіді на зауваження рецензента.

3.7 Заключне слово здобувача: Здобувач має можливість висловити подяку науковому керівнику, рецензентам та членам ЕК за їхню роботу та увагу.

4. Оцінювання та оголошення результатів [6].

4.1 Закрите засідання ЕК: Після завершення захистів кваліфікаційних робіт всіх здобувачів, члени ЕК проводять закрите засідання, на якому обговорюють кожну роботу та приймають рішення щодо оцінки.

4.2 Критерії оцінювання: Оцінка роботи залежить від багатьох факторів, включаючи актуальність теми, якість дослідження, глибину аналізу, обґрунтованість висновків, якість оформлення роботи, рівень доповіді та відповідей на запитання під час захисту, а також відгук наукового керівника та рецензію.

4.3 Оголошення результатів: Після завершення обговорення голова ЕК оголошує результати захисту кожному здобувачу. Комісія присвоює здобувачу відповідну кваліфікацію й надає рекомендацію щодо вступу в магістратуру (аспірантуру для магістрів), щодо запровадження окремих частин роботи у виробництво або в навчальний процес. Результати фіксуються в електронному протоколі.

Здобувачі, які не можуть здійснювати захист кваліфікаційної роботи в дистанційному режимі, зобов'язані повідомити про це керівника роботи не пізніше ніж за 10 робочих днів до початку проведення атестації. Причиною цього може бути: перебування здобувача на стаціонарному лікуванні в закладі охорони здоров'я; відсутність необхідних для цього технічних засобів (комп'ютер, ноутбук, планшет, смартфон); відсутність доступу до мережі Інтернет. Рішення щодо організації захисту кваліфікаційної роботи для таких здобувачів буде прийнято індивідуально після усунення перешкод для його проведення.

Підсумовуючи вищевикладене, слід відзначити, що робота кафедр ДДМА з організації захисту курсових і кваліфікаційних робіт першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти за своїми спеціальностями може бути визнана задовільною. З урахуванням тенденції до розширення у майбутньому, в якості форми атестації здобувачів вищої освіти, саме практики проведення захисту кваліфікаційних робіт, цей досвід може бути поширений і на інші освітні програми ДДМА, де поки що використовуються інші форми атестації.

ВИСНОВКИ

1. З метою підвищення ефективності захисту курсових і кваліфікаційних робіт та відповідності нормативним документам, кафедрам ДДМА необхідно проаналізувати основні етапи та аспекти процедури захисту у режимі он-лайн та використання інформаційно-телекомунікаційних засобів.

2. На секціях методичної ради ДДМА треба обговорити досвід та проблеми організації захисту курсових і кваліфікаційних робіт першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти, визначити шляхи та потенційні можливості удосконалення цієї процедури. Необхідно опрацювати можливості широкого використання інноваційних освітніх технологій у практиці захисту курсових і кваліфікаційних робіт.

3. При удосконаленні методичного забезпечення курсового проектування і кваліфікаційних робіт з дисциплін кафедр необхідно передбачити відображення особливостей застосування дистанційних технологій на різних етапах проектування. Рекомендувати керівникам проектів (робіт) більш активно залучати функціональні можливості платформи дистанційного навчання Moodle DDMA.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Зязюн І. А. *Світоглядні пріоритети педагогіки. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Зб. наук. праць. Ч-1. Київ-Вінниця: ДОВ Вінниця. 2002. 135 с.
2. Биков В. Ю. *Теоретико-методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е-технологій навчання. Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002*. Зб. наук. праць. Академія педагогічних наук України. Ч. 2. Харків. 2002. С. 182–199.
3. Гуревич Р. С., Подоланчук С. В. *Модульний підхід до організації навчального процесу, як шлях здійснення наступності неперервної освіти. Система неперервної освіти: здобутки, пошуки, проблеми*. Чернівці. 1996. С. 208–209.
4. Шульська Н. М., Матвійчук Н. М. *Соціальні мережі як ефективне середовище викладацько-студентської комунікації в навчальному процесі. Інформаційні технології і засоби навчання*. Т. 58. № 2. 2017. С. 155–168 [Електронний ресурс]. Доступно: ua/index.php/itlt/article/view/1590.
5. Збрицька Т. П., Табанова А. І. *Актуальність використання інструментів соціальних мереж в освітньому процесі. Вісник соціально-економічних досліджень* : зб. наук. праць за ред. : М. І. Зверякова (голов. ред.) та ін. Одеса: Одеський національний економічний університет. Т. 67. № 3. 2018. С. 117–130 [Електронний ресурс]. Доступно: <http://vsed.oneu.edu.ua/collections/2018/67/>.
6. Щербаков О. В., Щербина Г. А. *Соціальна мережа для підтримки навчального процесу у ВНЗ. Системи обробки інформації: зб. наук. праць. М-во оборони України, Харк. ун-т Повітр. Сил ім. Івана Кожедуба. Проблеми і перспективи розвитку ІТ-індустрії, вип. 8 (106). 2012. С. 159–162* [Електронний ресурс]. Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2012_8_41.

УДК 378.147:004.8:17

Шашко В.О., Белікова О.Ю. (Донбаська державна машинобудівна академія, м. Краматорськ–Тернопіль, Україна).

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ У ВИЩІЙ ОСВІТІ: ЕТИЧНІ ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ В УМОВАХ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ.

Анотація. У статті розглянуто сучасні підходи до використання штучного інтелекту у системі вищої освіти, зокрема в умовах дистанційного навчання. Проаналізовано основні напрями застосування ШІ у навчальному процесі: адаптивне навчання, аналітика освітніх даних, інтелектуальні тьютори та автоматизовані системи оцінювання. Особливу увагу приділено етичним аспектам використання штучного інтелекту – питанням конфіденційності, академічної доброчесності, алгоритмічного упередження та відповідальності за прийняття рішень. Окреслено міжнародні (UNESCO, ЄС, OECD) та національні (МОН України) нормативні ініціативи, спрямовані на формування етичних стандартів використання інтелектуальних технологій у вищій школі. Запропоновано рекомендації щодо розроблення етичного кодексу застосування ШІ у закладах освіти України. Зроблено висновок про необхідність поєднання технологічної інноваційності з гуманістичними цінностями освіти та забезпечення прозорості й відповідальності в цифровому освітньому середовищі.

Ключові слова: штучний інтелект, дистанційне навчання, вища освіта, етичні виклики, академічна доброчесність, цифрова трансформація.

Abstract. The article examines modern approaches to the use of artificial intelligence in higher education, particularly in the context of distance learning. The main areas of AI application in education are analyzed, including adaptive learning, learning analytics, intelligent tutoring systems, and automated assessment tools. Special attention is paid to ethical aspects such as data privacy, academic integrity, algorithmic bias, and accountability. The study outlines international (UNESCO, EU, OECD) and national (Ministry of Education and Science of Ukraine) initiatives aimed at developing ethical standards for the responsible use of AI in universities. Recommendations are proposed for creating an ethical code of AI application in Ukrainian higher education institutions. The article concludes that technological innovation must be balanced with humanistic educational values, ensuring transparency, responsibility, and fairness in digital learning environments.

Keywords: artificial intelligence, distance learning, higher education, ethical challenges, academic integrity, digital transformation.

Вступ. Стрімкий розвиток цифрових технологій і перехід до дистанційних форм навчання спричинили глибоку трансформацію освітнього простору. Особливе місце у цьому процесі посідає штучний інтелект (далі - ШІ), який поступово змінює підходи до викладання, оцінювання знань і взаємодії між учасниками освітнього процесу. Пандемія COVID-19 стала каталізатором впровадження інтелектуальних технологій у вищу освіту, адже саме вони дозволили частково компенсувати брак особистої взаємодії та забезпечити гнучкість навчального процесу.

Додатковим поштовхом до цифровізації освіти стала повномасштабна війна в Україні, що змусила вищі навчальні заклади перейти на дистанційні або змішані формати навчання, розширити використання онлайн-платформ і технологій ШІ для підтримки безперервності освітнього процесу.

У цих умовах ШІ виступає не лише технологічним інструментом, а й засобом збереження доступу до освіти, адаптації навчання до складних соціальних та безпекових викликів.

Постановка проблеми. Застосування ШІ у дистанційному навчанні відкриває широкі можливості для персоналізації освітніх траєкторій, підвищення ефективності

викладання та розширення доступу до знань. Водночас це породжує низку етичних, правових і соціальних питань, пов'язаних із безпекою даних, академічною доброчесністю та впливом технологій на автономію особистості.

Метою цієї статті є аналіз сучасних тенденцій застосування штучного інтелекту у сфері вищої освіти з акцентом на дистанційних формах навчання, а також дослідження ключових етичних викликів, що супроводжують цей процес.

Методика. Методологічною основою дослідження є системний та міждисциплінарний підходи, що поєднують педагогічні, інформаційні та етичні аспекти використання ШІ у вищій освіті.

Дослідження ґрунтується на аналізі праць українських і зарубіжних учених у галузі педагогіки, етики, інформаційних технологій і філософії освіти, а також на емпіричних спостереженнях щодо функціонування цифрових освітніх платформ під час воєнного стану в Україні.

Результати. ШІ дедалі активніше інтегрується в освітній простір, змінюючи традиційні моделі навчання. Його застосування охоплює адаптивні системи навчання, інтелектуальних тьюторів, аналітику навчальних даних, автоматичне оцінювання знань, мовні моделі для створення текстів тощо. Ці технології дають змогу формувати індивідуальні освітні траєкторії, враховувати стиль навчання кожного студента та оперативно реагувати на його потреби.

Важливою перевагою ШІ є здатність зменшити адміністративне навантаження на викладача, автоматизувавши частину рутинних процесів — перевірку завдань, формування звітів, аналітику результатів, створення методологічних матеріалів. Водночас ШІ сприяє розширенню дидактичного інструментарію через застосування генеративних моделей (як ChatGPT чи Copilot), стимулюючи розвиток критичного мислення та навичок роботи з інформацією.

Однак, така трансформація вимагає переосмислення ролі викладача. Його функція поступово зміщується від передавання знань до модерації, наставництва та етичного контролю за використанням цифрових інструментів у навчальному процесі.

Дистанційне навчання створило сприятливе середовище для використання технологій ШІ. Інтелектуальні системи можуть виконувати функції віртуальних тьюторів, які супроводжують студента протягом усього освітнього процесу — від планування індивідуальної програми до оцінювання досягнень. AI-алгоритми аналізують успішність, рівень активності, стиль навчання та на основі цих даних пропонують оптимальні завдання або навчальні матеріали.

Використання ШІ у дистанційному форматі також передбачає інтеграцію аналітики навчальних даних, що дозволяє відстежувати прогрес студентів, виявляти ризики академічної неуспішності та приймати управлінські рішення на основі доказів.

Окремий напрям становлять системи розпізнавання облич і поведінки, які застосовуються для контролю під час онлайн-іспитів. Хоча такі рішення підвищують об'єктивність оцінювання, вони водночас викликають суперечки щодо захисту приватності студентів.

Таким чином, застосування ШІ у дистанційному навчанні поєднує значний потенціал для підвищення якості освіти із потребою у чітких етичних межах його використання.

Інтеграція ШІ в освітні процеси супроводжується низкою етичних викликів, які безпосередньо впливають на довіру до системи вищої освіти. Серед ключових проблем — захист персональних даних, академічна доброчесність, алгоритмічне упередження, відповідальність за результати роботи ШІ та загроза знеособлення освітнього процесу.

Використання інтелектуальних освітніх систем передбачає обробку великих масивів персональних даних студентів: результатів навчання, поведінкових патернів, часу

активності, навіть емоційних реакцій. Це створює ризики порушення приватності, особливо коли дані передаються стороннім розробникам програмного забезпечення.

У європейському контексті такі процеси регулюються нормами GDPR (General Data Protection Regulation) [1], що передбачає чітку згоду користувача на обробку даних та право «бути забутим». В Україні аналогічні принципи закріплені в Законі «Про захист персональних даних» [2], однак практика їх застосування у цифровій освіті потребує вдосконалення.

Найгострішим питанням, пов'язаним із використанням ШІ, є дотримання принципів академічної доброчесності. Генеративні системи здатні створювати тексти, коди або аналітичні матеріали, що ускладнює розмежування між самостійною роботою студента та результатом роботи алгоритму. З одного боку, ШІ може виступати інструментом навчання та підтримки (наприклад, для покращення письма чи перекладу), а з іншого — сприяти формуванню залежності від технології та зниженню цінності власної інтелектуальної праці.

Тому вищі навчальні заклади дедалі частіше розробляють кодекси використання ШІ у навчальному процесі, де визначають допустимі форми його застосування. Такі документи вже запроваджено в Гарвардському університеті, Оксфорді, Торонто тощо.

Алгоритми ШІ навчаються на великих наборах даних, які можуть містити культурні, соціальні або гендерні упередження. Це призводить до дискримінації певних груп студентів або спотворення оцінювання. Крім того, нерівномірний доступ до високотехнологічних інструментів посилює цифрову нерівність між вищими навчальними закладами та студентами з різних соціально-економічних середовищ. Етичним обов'язком держави й закладів освіти є забезпечення рівних можливостей для всіх учасників освітнього процесу.

Ще одним етичним викликом є відсутність чіткої відповідальності за помилки ШІ. Якщо система неправильно оцінює знання або формує рекомендації, постає питання «Хто несе відповідальність — розробник, викладач чи університет?»

Міжнародні організації, зокрема UNESCO та ОЕСР, наголошують на необхідності забезпечення прозорості алгоритмів і права користувача розуміти логіку прийняття рішень штучним інтелектом [3, 4].

Автоматизація навчання також може призвести до зниження рівня міжособистісної взаємодії, що є ключовою складовою розвитку критичного мислення, емоційного інтелекту та соціальних навичок. Надмірне покладання на ШІ створює ризик «технологічної ізоляції» студентів і викладачів. Отже, етичне завдання системи вищої освіти — зберегти гуманістичний вимір навчання, у якому технології залишаються лише інструментом, а не заміником людського спілкування.

Нормативне регулювання застосування штучного інтелекту в освіті перебуває на етапі формування, що зумовлено швидкими темпами технологічного розвитку. Питання етичного використання ШІ у вищій школі вимагає комплексного підходу, який охоплює правові, технічні та педагогічні аспекти. На міжнародному рівні вже сформовано базові принципи відповідального використання ШІ [5, 6], однак у національних системах освіти, зокрема в Україні, вони ще перебувають у стадії імплементації [7].

Однією з найвпливовіших міжнародних ініціатив у цій сфері є Рекомендація ЮНЕСКО з етики штучного інтелекту, у якій визначено основоположні принципи: повага до прав людини, захист приватності, інклюзивність, рівний доступ до технологій, екологічна стійкість та забезпечення прозорості алгоритмів [3]. У документі підкреслено, що освіта є ключовою сферою, де використання ШІ має супроводжуватися дотриманням гуманістичних цінностей і сприяти розвитку критичного мислення, а не його заміні.

У Європейському Союзі важливим нормативним орієнтиром став Європейський акт про штучний інтелект [6], який вводить ризик-орієнтований підхід до використання технологій. Згідно з цим актом, системи ШІ, застосовані в освіті, віднесено до категорії «високого ризику», що означає підвищені вимоги до безпеки, якості даних і прозорості роботи алгоритмів.

Європейська комісія також розробила Етичні принципи для надійного ШІ [5], які передбачають такі вимоги: людський контроль, надійність, конфіденційність, недискримінаційність і соціальну користь.

В Україні питання цифрової трансформації освіти врегульовано Концепцією розвитку цифрових компетентностей [8], а також розробляється Концепція цифрової трансформації освіти і науки [9], у якій визначаються напрями впровадження технологій ШІ з урахуванням принципів етичності, безпечності та академічної доброчесності.

Міністерство освіти і науки України у 2023–2024 роках ініціювало обговорення підходів до використання генеративних систем, таких як ChatGPT, у навчальному процесі. Акцент робиться на поєднанні інноваційного потенціалу технологій із вихованням у студентів відповідального та свідомого ставлення до цифрових інструментів.

Окремі університети (зокрема Київський національний університет імені Т. Шевченка та Український католицький університет) уже розробляють внутрішні етичні кодекси застосування ШІ, що визначають допустимі межі його використання для навчальних і дослідницьких цілей.

З огляду на міжнародний досвід і національні ініціативи, доцільно розробити єдиний Етичний кодекс використання штучного інтелекту у вищій освіті України.

Такий документ міг би визначати:

- принципи прозорості та пояснюваності алгоритмів;
- вимоги до захисту персональних даних;
- етичні норми взаємодії між студентом, викладачем і технологією;
- критерії академічної доброчесності при використанні генеративних систем;
- механізми відповідальності за зловживання або неетичне застосування ШІ.

Розроблення такого кодексу сприятиме формуванню культури відповідального використання інтелектуальних технологій та підвищить довіру до цифрової трансформації вищої освіти.

Висновки. Використання штучного інтелекту у вищій освіті відкриває нові горизонти для підвищення ефективності навчального процесу, розвитку персоналізованих освітніх траєкторій і вдосконалення управління навчальними закладами. У контексті дистанційного навчання ШІ відіграє особливо важливу роль, забезпечуючи індивідуальний супровід студентів, аналітичну підтримку викладачів та можливість безперервного доступу до освітніх ресурсів.

Водночас стрімке впровадження інтелектуальних технологій супроводжується суттєвими етичними ризиками. Питання конфіденційності, академічної доброчесності, алгоритмічної справедливості та відповідальності за наслідки роботи систем ШІ потребують постійного моніторингу й нормативного врегулювання.

Ключовим завданням є досягнення балансу між технологічною інноваційністю та гуманістичними цінностями освіти. Саме це визначає стійкість і моральну легітимність освітніх реформ.

Для забезпечення етичного й ефективного впровадження штучного інтелекту у вищу освіту доцільно:

1. Розробити національний етичний кодекс використання ШІ у закладах освіти з урахуванням принципів ЮНЕСКО та Європейського Союзу.
2. Підготувати викладачів і адміністративний персонал до роботи з інтелектуальними системами, зокрема через спеціальні тренінги з цифрової грамотності й етики.
3. Забезпечити прозорість алгоритмів і відкритість даних, які використовуються у процесі навчання.
4. Підтримувати академічну доброчесність, формуючи у студентів розуміння меж допустимого використання генеративних технологій.

5. Сприяти інклюзивності та цифровій рівності, щоб доступ до ШІ мав кожен студент незалежно від соціального чи економічного статусу.

Отже, штучний інтелект не є загрозою для системи освіти, якщо його впровадження базується на принципах етики, людяності та відповідальності. Він може стати потужним інструментом розвитку критичного мислення, творчості та самоосвіти — за умови, що у центрі освітнього процесу залишатиметься людина, а не технологія.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Європейський Союз. Регламент (ЄС) 2016/679 Європейського Парламенту і Ради від 27 квітня 2016 р. про захист фізичних осіб у зв'язку з обробкою персональних даних і про вільне переміщення таких даних, а також про скасування Директиви 95/46/ЄС (General Data Protection Regulation, GDPR). Official Journal of the European Union, L 119, 04.05.2016, с. 1–88.
2. Закон України «Про захист персональних даних». – Відомості Верховної Ради України, 2010, № 34, ст. 481.
3. UNESCO. Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. – Paris: UNESCO, 2021. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137> (дата зверення 28.10.2025).
4. OECD. Principles on Artificial Intelligence. – Paris: OECD, 2019. – URL: <https://oecd.ai/en/ai-principles> (дата зверення 28.10.2025).
5. European Commission. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. – Brussels: European Commission, 2019. – URL: <https://digital-strategy.ec.europa.eu> (дата зверення 28.10.2025).
6. European Union. Artificial Intelligence Act: Regulation of the European Parliament and of the Council. – Strasbourg, 2024.
7. Рекомендації щодо відповідального впровадження та використання технологій штучного інтелекту в закладах вищої освіти. URL: <https://storage.thedigital.gov.ua/files/5/b5/1de422b38985d037d9ba8f9f6cb2ab58.pdf> (дата зверення 27.10.2025).
8. Концепція розвитку цифрових компетентностей. – Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 03.03.2021 № 167-р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80> (дата зверення 28.10.2025).
9. Концепція цифрової трансформації освіти і науки (проект). URL: <https://mon.gov.ua/news/kontseptsiya-tsifrovoi-transformatsii-osviti-i-nauki-mon-zapros hue-do-gromadskogo-obgovorenniya> (дата зверення 28.10.2025).

УДК 004.056.55:004.415.2

Шемегон М.М., Дмитришин І.С. (Краматорський фаховий коледж промисловості, інформаційних технологій та бізнесу Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ, Україна).

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ШИФРУ ЦЕЗАРЯ МОВОЮ PYTHON.

Анотація. У роботі розглянуто історичний криптографічний алгоритм — шифр Цезаря — та його програмну реалізацію мовою Python. Досліджено принципи симетричного шифрування, механізм циклічного зсуву символів та методи дешифрування. Запропонована програма підтримує роботу з українською та англійською абетками та зберігає реєстр символів. Актуальність дослідження полягає у практичному застосуванні фундаментальних методів криптографії для формування базових професійних компетентностей у сфері кібербезпеки. Реалізація шифру Цезаря є наочним прикладом використання математичних принципів захисту інформації в сучасних умовах навчання майбутніх фахівців.

Ключові слова: шифр Цезаря, криптографія, Python, шифрування, кібербезпека.

Abstract. The paper examines the historical cryptographic algorithm — the Caesar cipher — and its implementation in Python. The principles of symmetric encryption, cyclic character shifting, and decryption methods are studied. The developed program supports both Ukrainian and English alphabets while preserving character cases. The relevance of the study lies in the practical application of fundamental cryptographic methods for the development of essential professional skills in cybersecurity. The implementation of the Caesar cipher provides a clear example of applying mathematical encryption principles in modern cybersecurity education.

Key words: Caesar cipher, cryptography, Python, encryption, cybersecurity.

Тема та мотивація дослідження. Дане дослідження зосереджено на розробці програмної реалізації класичного криптографічного алгоритму – шифру Цезаря – за допомогою мови програмування Python. Метою роботи є аналіз та практична реалізація цього історичного методу шифрування. Розгляд шифру Цезаря та його дешифрування є невід'ємною частиною освітнього курсу «Математичні основи криптографії», який вивчається студентами спеціальності «Кібербезпека та захист інформації» на третьому курсі навчання в Краматорському фаховому коледжі промисловості, інформаційних технологій та бізнесу Донбаської державної машинобудівної академії. Актуальність теми полягає у поєднанні фундаментального математичного підходу, що лежить в основі алгоритмів шифрування, з його практичним застосуванням у вигляді програмного коду. Таке поєднання теорії та практики не лише сприяє глибшому розумінню базових принципів захисту інформації, але й розвиває необхідні навички програмування, що є важливими для майбутніх фахівців у галузі кібербезпеки.

Аналіз існуючих рішень. Ми знаємо, що незахищені дані легко можуть бути перехоплені і це створює значні ризики. На допомогу приходить шифрування, що є основним методом захисту інформації. Шифр Цезаря має значну освітню цінність. Він слугує ідеальною базою для вивчення фундаментальних принципів криптографії, таких як ключ, симетричне шифрування, криптоаналіз. Програмна реалізація цього алгоритму наочно демонструє базові знання криптографічних систем, що є невід'ємною частиною професійної підготовки студентів за напрямком "Кібербезпека".

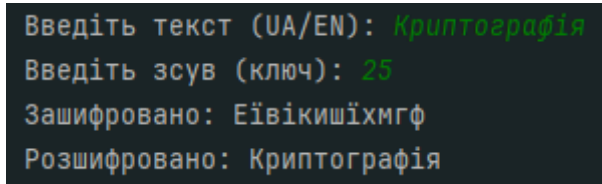
Недоліки рішень. Історичний шифр Цезаря, хоча й є одним з найдавніших, не забезпечує належного рівня безпеки за сучасними стандартами. Його простота – циклічний зсув літер – робить його вразливим до атак повного перебору та частотного аналізу, а обмежена кількість можливих ключів дозволяє швидко дешифрувати повідомлення.

Мова програмування та інструменти. Для розробки програмного рішення, що реалізує алгоритм шифру Цезаря, була обрана мова програмування Python. Вибір обґрунтований високою читабельністю коду, до того ж Python є кросплатформною мовою, що забезпечує гнучкість використання розробленої програми на різних операційних системах. Варто зазначити, що активне використання у сфері кібербезпеки для автоматизації завдань та розробки аналітичних інструментів підкреслює актуальність володіння цією мовою для майбутніх фахівців.

Програмна реалізація. Обробка тексту починається з введення користувачем необхідних даних: власне тексту для шифрування/дешифрування та числового ключа-зсуву. Для кожної літери введеного тексту визначається її позиція в алфавіті, після чого виконується зсув за модулем довжини цього алфавіту.

Ключовий програмний фрагмент, що виконує цю логіку, представлений функцією **caesar_shift**. Ця функція приймає окремий символ, значення зсуву та відповідний алфавіт. Вона перевіряє, чи є символ літерою у заданому алфавіті, визначає його індекс, обчислює новий індекс шляхом додавання зсуву за модулем довжини алфавіту, і повертає зашифровану (або дешифровану) літеру, зберігаючи її оригінальний регістр. Якщо символ не є літерою і не входить до визначеного алфавіту (наприклад, цифра або знак пунктуації), він автоматично переноситься у результуючий текст без будь-яких змін.

Взаємодія з користувачем. Перевагами даної програмної реалізації є гнучкість у роботі з будь-яким заданим алфавітом, підтримка одночасної обробки тексту українською та англійською мовами, автоматичне збереження регістру символів та максимально простий консольний інтерфейс для введення даних. Програма не потребує попереднього налаштування, оскільки всі необхідні параметри вводяться безпосередньо користувачем під час її виконання.



```
Введіть текст (UA/EN): Криптографія
Введіть зсув (ключ): 25
Зашифровано: Еївікишіхмгф
Розшифровано: Криптографія
```

Рис. 1 Вигляд програми зі сторони користувача

Висновки. Шифр Цезаря слугує чудовою базою для знайомства з основами криптографії, а його реалізація на Python демонструє практичне застосування математичних концепцій шифрування. Тому можна сказати - це дослідження є важливим для формування початкових практичних навичок у галузі кібербезпеки та розуміння основ інформаційного захисту.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Яремчук, Ю. Є. *Основи криптографічного захисту інформації: електронний навчальний посібник* / Ю. Є. Яремчук, О. В. Салієва, І. О. Бондаренко. — Вінниця: ВНТУ, 2024. — 120 с.

УДК 378.147

Щербakov В.Д., Бондар О.В. (Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг, Україна).

ВПРОВАДЖЕННЯ CARVESCO У НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ G9 «ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА».

Анотація. У статті розглянуто особливості впровадження програмного забезпечення Carvesco у навчальний процес підготовки студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка». Висвітлено можливості Carvesco як сучасної CAD/CAM-системи, що забезпечує поєднання теоретичної та практичної підготовки майбутніх інженерів. Показано переваги інтеграції цифрових технологій у навчальні програми та виклики, пов'язані з технічним забезпеченням і кваліфікацією викладачів. Зазначено результати впровадження системи у навчальний процес, що засвідчують зростання практичних компетентностей студентів, розвиток просторового мислення, аналітичних навичок і здатності до самостійного прийняття інженерних рішень.

Ключові слова: Carvesco, прикладна механіка, CAD/CAM, ЧПК, інженерна освіта, цифрові технології.

Abstract. The article examines the features of implementing Carvesco software in the educational process of training students in the specialty G9 "Applied Mechanics". The possibilities of Carvesco as a modern CAD/CAM system that provides a combination of theoretical and practical training for future engineers are highlighted. The advantages of integrating digital technologies into curricula and the challenges associated with technical support and teacher qualifications are discussed. The results

demonstrate that integrating Carveco into education enhances practical competence, spatial thinking, analytical skills, and decision-making abilities among students.

Keywords: Carveco, applied mechanics, CAD/CAM, CNC, engineering education, digital technologies.

Вступ. Сучасне машинобудування дедалі частіше спирається на використання цифрових технологій, що підвищують точність і ефективність виготовлення деталей. Одним із напрямів розвитку освіти є підготовка фахівців, здатних працювати з CAD/CAM-системами нового покоління [1, 2].

Постановка проблеми. Відсутність достатнього рівня цифровізації навчальних програм у технічних університетах ускладнює підготовку студентів до роботи в умовах сучасного виробництва [3]. Потрібна інтеграція програмного забезпечення Carveco для формування компетенцій у сфері ЧПК-обробки.

Методика. Використано практикоорієнтований підхід, який передбачає навчання студентів роботі в середовищі Carveco через виконання проєктних завдань, симуляцій процесів фрезерування та підготовку керуючих програм для ЧПК-верстатів.

Результати. Інтеграція Carveco у навчальний процес дала змогу підвищити рівень практичної підготовки студентів, розвинути просторове мислення, навички програмування обробки та розуміння технологічних процесів. У результаті використання Carveco студенти опанували повний цикл підготовки цифрової моделі — від створення ескізу див. рис.1, до формування траєкторії інструменту і симуляції процесу фрезерування див. рис.2.

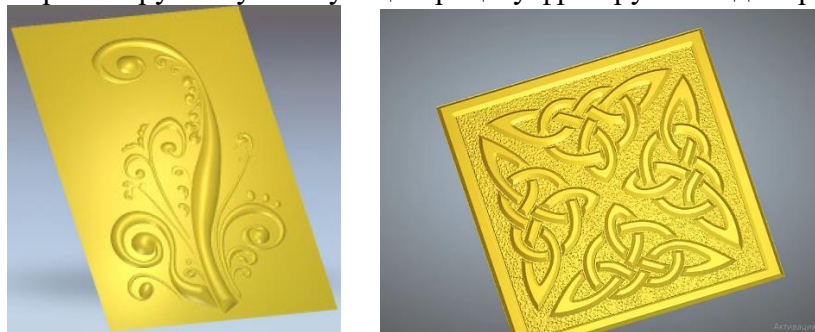


Рис.1 – Створення рельєфу в програмному продукті Carveco

Це дозволило глибше зрозуміти логіку роботи САМ-систем і закріпити знання з дисциплін «Технологія машинобудування», «Комп'ютерне моделювання процесів обробки», «Автоматизація виробничих процесів». Використання Carveco сприяло формуванню навичок аналітичного мислення, самостійного прийняття рішень при виборі інструменту, режимів різання, а також аналізу отриманих результатів. Крім цього, система дозволила ефективно реалізувати принцип навчання через практику – студенти отримували конкретні виробничі завдання, які вирішували засобами Carveco, а результати своєї роботи могли експортувати у вигляді G-коду для подальшого виконання на ЧПК-верстаті [4].

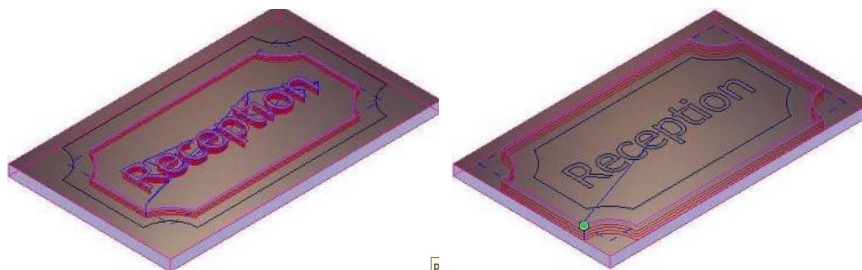


Рис.2 – Вибір траєкторії обробки в програмному продукті Carveco

Цей підхід забезпечив тісний зв'язок між теоретичними знаннями і практичним застосуванням [5]. В процесі навчання були проведені експериментальні заняття, під час

яких студенти створювали рельєфні моделі, панелі та декоративні елементи, використовуючи різні інструменти системи. Оцінювання результатів показало, що використання Carveso зменшило кількість технологічних помилок у моделях на 35%, а також скоротило середній час підготовки проєкту майже на 40%. Студенти відзначили, що Carveso є більш інтуїтивно зрозумілим порівняно з іншими CAD/CAM-системами, такими як Fusion 360, що робить його зручним для початкового навчання. Крім того, система продемонструвала високу сумісність із популярними форматами файлів (STL, DXF, 3DM), що дало змогу інтегрувати Carveso у міждисциплінарні курси, поєднуючи машинобудівні, дизайнерські та художні аспекти. Загалом результати показали, що студенти, які проходили навчання із застосуванням Carveso, продемонстрували вищий рівень готовності до реальної інженерної діяльності, краще орієнтувалися у виборі оптимальних технологічних рішень і мали більш розвинене просторове мислення див. рис.3.

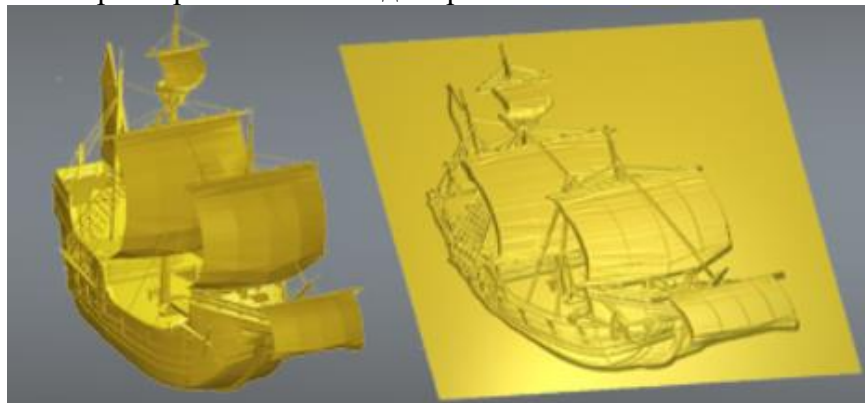


Рис.3 – Моделювання в програмному продукті Carveso

Обговорення. Впровадження Carveso у навчальний процес супроводжується низкою труднощів і організаційних викликів. Одним із ключових питань є необхідність потужного комп'ютерного обладнання, яке забезпечує швидку обробку тривимірних моделей і симуляцій. Без належної апаратної бази можливості Carveso не розкриваються повною мірою, що може негативно впливати на якість засвоєння матеріалу [6]. Іншою проблемою є недостатній рівень підготовки викладачів, які мають не лише володіти теоретичними знаннями, а й мати практичний досвід роботи у виробничих середовищах. Для цього доцільно проводити курси підвищення кваліфікації, тренінги та стажування на базі компаній-розробників Carveso або партнерських підприємств [7]. Значним фактором залишається також висока вартість ліцензійного програмного забезпечення. Водночас наявність навчальних академічних версій частково вирішує це питання, даючи університетам змогу отримувати доступ до повного функціоналу системи за пільговими умовами. З педагогічної точки зору, Carveso відкриває широкі можливості для створення міждисциплінарних курсів, де студенти різних спеціальностей можуть спільно працювати над проєктами, поєднуючи знання з технології, дизайну, інформатики та матеріалознавства. Такі проєкти підвищують мотивацію до навчання та формують цілісне бачення виробничого процесу. Порівняння Carveso з іншими CAD/CAM-системами показало, що ця програма має більш дружній інтерфейс і нижчий поріг входження, що робить її ефективною у навчальному середовищі. Проте для поглибленої інженерної роботи доцільно комбінувати її з SolidWorks або NX. Подальші перспективи розвитку полягають у створенні віртуальних лабораторій, які дозволять студентам працювати дистанційно з моделями, запускати симуляції та аналізувати процеси в реальному часі. Крім того, інтеграція Carveso з платформами доповненої (AR) і віртуальної реальності (VR) може значно підвищити ефективність навчання, забезпечивши візуалізацію процесів у 3D-середовищі. Важливо також розвивати партнерські відносини між університетами та промисловими підприємствами, які використовують Carveso у своїй роботі, для спільного створення навчальних матеріалів, методичних рекомендацій і баз даних реальних виробничих

проектів. Таким чином, обговорення підтверджує, що Carveso не лише підвищує ефективність навчання, але й сприяє модернізації освітнього середовища, створюючи передумови для переходу до концепції цифрової освіти.

Висновки. Використання Carveso сприяє підвищенню якості підготовки інженерів-механіків, розвитку інженерного мислення та формуванню сучасних професійних компетенцій. Це дозволяє поєднати теоретичне навчання з практичними навичками у сфері цифрового виробництва.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Fernandes F. A. *Integrating CAD/CAE/CAM in Engineering Curricula* / F. A. Fernandes, et al. // *Education Sciences*. – 2020. – Vol. 10, No. 4. – DOI: 10.3390/educsci10040089.
2. Sola-Guirado R. R. *Teaching CAD/CAM/CAE tools with project-based learning in engineering education* / R. R. Sola-Guirado, et al. // *Procedia Manufacturing*. – 2021. – Vol. 54. – P. 190–197. – DOI: 10.1016/j.promfg.2021.07.032.
3. Murillo Manrique M. F. *A systematic review on innovations in computer aided design in engineering education* / M. F. Murillo Manrique, J. A. Sánchez Ayte // *International Journal of Educational Research and Innovation*. – 2025. – No. 23. – P. 12–25.
4. Bönsch J. *Virtual Engineering: Hands-on Integration of Product Lifecycle, CAD and Manufacturing* / J. Bönsch // *Computer Applications in Engineering Education*. – 2024. – Vol. 32, No. 3. – P. 411–425.
5. Suhail N. *Augmented reality in engineering education: enhancing visualization and engagement* / N. Suhail // *Frontiers in Virtual Reality*. – 2024. – Vol. 5. – Article 150362.
6. Carveco Ltd. *Carveco Case Studies & Tutorials* [Електронний ресурс]. – 2021–2025. – Режим доступу: <https://carveco.com/> (дата звернення: 29.10.2025).
7. *Research on Virtual Laboratories for Engineering Education: A Review* / M. A. Davis, L. Huang, T. Nguyen // *Education and Information Technologies*. – 2023. – Vol. 28, No. 2. – P. 1991–2015

Наукове видання

СУЧАСНА ОСВІТА – ДОСТУПНІСТЬ, ЯКІСТЬ, ВИЗНАННЯ

**Збірник наукових праць
XVII Міжнародної наукової конференції
12-13 листопада 2025 року,
м. Краматорськ-Вінниця-Тернопіль, Україна**

За загальною редакцією
д-ра техн. наук, проф. С. В. Ковалевського and
Hon. D.Sc., prof. Predrag Dašić

Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 17,5.
Обл.-вид. арк. 18,1. Тираж 100 пр. Зам. № 20.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК №1633 від 24.12.2003