

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ВИННИЧЕНКА**

НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Серія:

**Проблеми природничо-математичної,
технологічної та професійної освіти**

Випуск 2(4)



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти.
Випуск 2(4). Кропивницький: Видавничий дім «Гельветика», 2024. 188 с.

РЕДКОЛЕГІЯ:

Сальник Ірина Володимирівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувачка кафедри природничих наук і методик їхнього навчання, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, *головний редактор*

Ботузова Юлія Володимирівна – доктор педагогічних наук, доцент, професор кафедри математики та цифрових технологій, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, *заступник головного редактора*

Галета Ярослав Володимирович – доктор педагогічних наук, професор, декан факультету педагогіки, психології та мистецтв, доцент кафедри педагогіки та менеджменту освіти, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Кузьменко Ольга Степанівна – доктор педагогічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу інформаційно-дидактичного моделювання, Донецький державний університет внутрішніх справ, Національний центр «Мала академія наук України»

Подопригора Наталія Володимирівна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри природничих наук і методик їхнього навчання, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Ткачук Андрій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформатики, програмування, штучного інтелекту та технологічної освіти, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Трифорова Олена Михайлівна – доктор педагогічних наук, професор, завідувачка кафедри математики та цифрових технологій, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Фурсикова Тетяна Володимирівна – доктор педагогічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційно-комунікаційних технологій та безпечного освітнього середовища, Комунальний заклад «Кіровоградський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені Василя Сухомлинського»

Чистякова Людмила Олександрівна – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри інформатики, програмування, штучного інтелекту та технологічної освіти, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Давидовіч Ніца – доктор наук, професор, завідувач кафедри освіти, завідувач відділу оцінювання якості освіти та академічного навчання, керівник програми підготовки викладачів, Аріельський університет, Ізраїль

Оссовскі Тадеуш – професор, доктор габілітований з хімії, інженер, Гданський університет, Польща

Зажечанська Дорота – доктор філософії, науково-педагогічний працівник, викладач, Гданський університет, Польща

Ухвалено до друку Вченою радою Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка (протокол № 6 від 04.11.2024 року).

Видання «Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти» зареєстровано Міністерством юстиції України

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1396 від 25.04.2024 року (Ідентифікатор медіа R 30-03959).

Мови розповсюдження: українська, англійська, польська, німецька, французька, італійська, литовська.

Періодичність: 2 рази на рік.

Офіційний сайт видання: journals.cusu.in.ua/index.php/pmtp

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl

ISSN 2786-8702 (Online)
ISSN 2786-8699 (Print)

© Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка, 2024
© Оформлення «Видавничий дім «Гельветика», 2024

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2>

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
VOLODYMYR VYNNYCHENKO CENTRAL UKRAINIAN
STATE UNIVERSITY**

RESEARCH BULLETIN

Series:

**Issues of natural sciences, mathematics,
technology and vocational education**

Issue 2(4)



Publishing house
"Helvetica"
2024

Research Bulletin. Series: Issues of natural sciences, mathematics, technology and vocational education.
Issue 2(4). Kropyvnytskyi: Publishing House "Helvetica", 2024. 188 p.

EDITORIAL BOARD:

Salnyk Iryna – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Natural Sciences and Methods of Their Teaching, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, *Editor-in-Chief*

Botuzova Yuliia – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Mathematics and Digital Technologies, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, *Deputy Editor-in-Chief*

Haleta Yaroslav – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Pedagogy, Psychology and Arts, Associate Professor of the Department of Pedagogy and Management of Education, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Kuzmenko Olha – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Leading researcher of the Department of Information and Didactic Modeling, Donetsk State University of Internal Affairs, National Center "Junior Academy of Sciences of Ukraine"

Podoprygora Nataliia – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Professor of Department of Natural Sciences and Methods of Their Teaching, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Tkachuk Andriy – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Computer Science, Computer Programming, Artificial Intelligence and Technology Education, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Tryfonova Olena – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Mathematics and Digital Technologies, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Fursykova Tetiana – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Information and Communication Technologies and Safe Learning Environment, Communal institution "Kirovohrad Regional In-Service Teacher Training Institute named after Vasyl Sukhomlynskyi"

Chystiakova Liudmyla – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Professor at the Department of Computer Science, Computer Programming, Artificial Intelligence and Technology Education, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Nitza Davidovitch – Professor, Head of Education Department, Head of Quality Assessment and Academic Instruction, Ariel University; Head of the Israeli Forum of Centers for the Promotion of Teaching in Israel, Israel

Tadeusz Ossowski – Prof. dr hab. inż., Faculty of Chemistry, University of Gdańsk, Poland

Dorota Zarzeczanska – doctorate, research and teaching employee, University of Gdańsk, Poland

Recommended for printing by the Academic Council of the Volodymyr Vynnychenko Central
Ukrainian State University (Minutes № 6 dated November 4, 2024).

Research Bulletin. Series: Issues of natural sciences, mathematics, technology and vocational education
is registered by the Ministry of Justice of Ukraine
Registration of Print media entity: Decision of the National Council of Television and Radio Broadcasting of Ukraine:
Decision No. 1396 as of 25.04.2024 (Media ID: R 30-03959).

Languages: Ukrainian, English, Polish, German, French, Italian, Lithuanian.

Periodicity: 2 times a year.

Official web-site: journals.cusu.in.ua/index.php/pmtp

Articles are checked for plagiarism using the software StrikePlagiarism.com developed
by the Polish company Plagiat.pl

ISSN 2786-8702 (Online)
ISSN 2786-8699 (Print)

© Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University, 2024
© Design "Publishing House "Helvetica", 2024

ЗМІСТ

БЕЛКОВА Т. О. СИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ (ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ) В УНІВЕРСИТЕТАХ КАНАДИ.....	9
БОРИСОВА Т. М., ШОВКОВА-АЛЬОХІНА А. О. ЗНАЧЕННЯ ДИЗАЙН-ЕРГОНОМІЧНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ФОРМУВАННІ ІННОВАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ ВИКЛАДАЧА	18
БОТУЗОВА Ю. В. МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ З PУТНОН НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ «ЧИСЛОВІ ПОСЛІДОВНОСТІ».....	25
ВАКУЛЕНКО О. С., ГРИЦЕНКО Л. О. ТРАНСФОРМАЦІЯ ХУДОЖНЬО-ГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ВІДПОВІДНО ДО СУСПІЛЬНИХ ЗМІН ХХ СТОЛІТТЯ.....	38
ГУРТОВИЙ Ю. В., ЛУНЬОВА М. В. КОМБІНУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ MAPLE ТА PУТНОН ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІБРИДНОГО АЛГОРИТМУ ЧИСЕЛЬНОГО ІНТЕГРУВАННЯ В НАВЧАЛЬНИХ КУРСАХ З МАТЕМАТИКИ.....	45
ДОВГОПОЛА Л. І. ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У НАВЧАННІ ГЕНЕТИКИ ЗАСОБАМИ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ.....	53
ЖДАНОВ Д. К., МАСЛОВА Н. М., МИРЗА-СІДЕНКО В. М. РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ГЕОГРАФІЇ МЕТОДАМИ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ	62
ІВАНОВА О. А. РЕАЛІЗАЦІЯ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ.....	72
КОНОНЕНКО С. О., СОМЕНКО Д. В. ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТУДЕНТАМИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯ.....	83
КРАМАРЕНКО Т. Г. «МАТЕМАТИКА В STEM-ПРОЄКТАХ» ЯК ВИБІРКОВА ДИСЦИПЛІНА У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ	90
КУДРЯ О. В. ПРОЄКТНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ЕТНОДИЗАЙНУ В КОНТЕКСТІ НАЦІОНАЛЬНИХ ТРАДИЦІЙ УКРАЇНСЬКОГО НАРОДУ.....	98
ЛУПАН І. В., ПІДГОРНА Т. В. ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ВІЛЬНОПОШИРЮВАНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ.....	105
МИКОЛАЙКО В. В. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ІДЕЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ ДО ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ.....	120
РЯБЕЦЬ С. І., ОСИКА Д. О. ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ ЇХНЬОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ СТАРШОКЛАСНИКІВ.....	131
САДОВИЙ М. І., ТРИФОНОВА О. М., ГУБЕНКО В. А. ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОЗАУРОЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ В ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНІЙ ОСВІТІ.....	141

САЛЬНИК І. В., ФОМЕНКО О. В. ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ.....	149
СНІЖКО Н. В. ПРИНЦИПИ БІЛІНГВАЛЬНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ В УМОВАХ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ.....	160
ТІНЬКОВА Д. С., ПОДОЛЯН О. М. ЦИФРОВЕ МИСТЕЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ.....	170
ТРУСКАВЕЦЬКА І. Я. БІОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ: ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ.....	178

CONTENTS

BELKOVA T. SYSTEM OF PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE SPECIALISTS IN PHYSICAL REHABILITATION (PHYSICAL THERAPY AND OCCUPATIONAL THERAPY) IN CANADIAN UNIVERSITIES..... 9

BORYSOVA T., SHOVKOVA-ALOKHINA A. THE IMPACT OF DESIGN-ERGONOMIC LEARNING SPACES ON CULTIVATING INNOVATIVE TEACHERS..... 18

BOTUZOVA YU. METHODS OF TEACHING MATHEMATICS WITH PYTHON ON THE EXAMPLE OF THE TOPIC "NUMERICAL SEQUENCES"..... 25

VAKULENKO O., HRYTSENKO L. TRANSFORMATION OF ART AND GRAPHIC EDUCATION IN INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION ACCORDING TO THE SOCIAL CHANGES OF THE 20TH CENTURY..... 38

HURTOVYI YU., LUNYOVA M. COMBINATION OF MAPLE AND PYTHON CAPABILITIES TO CREATE A HYBRID ALGORITHM FOR NUMERICAL INTEGRATION OF COMPLEX FUNCTIONS..... 45

DOVHOPOLA L. FORMATION OF RESEARCH AND MATHEMATICAL COMPETENCE OF FUTURE NATURAL SCIENCES TEACHERS IN TEACHING GENETICS BY USE OF STATISTICAL METHODS..... 53

ZHDANOV D., MASLOVA N., MIRZA-SIDENKO V. DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING OF STUDENTS IN THE PROCESS OF LEARNING GEOGRAPHY USING PROBLEM LEARNING METHODS..... 62

IVANOVA O. IMPLEMENTATION OF EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF DEVELOPMENT OF CREATIVE THINKING..... 72

KONONENKO S., SOMENKO D. STUDY AND RESEARCH OF REMOTE-CONTROLLED ROBOTIC SYSTEMS BY UNIVERSITY STUDENTS..... 83

KRAMARENKO T. «MATHEMATICS IN STEM PROJECTS» AS AN ELECTIVE DISCIPLINE IN THE TRAINING OF FUTURE TEACHERS..... 90

KUDRIA O. PROJECT APPROACH IN TEACHING STUDENTS OF ETHNO-DESIGN EDUCATION IN THE CONTEXT OF THE NATIONAL TRADITIONS OF THE UKRAINIAN PEOPLE..... 98

LUPAN I., PIDHORNA T. TO THE QUESTION OF CHOOSING FREE TOOLS TO STUDY DATA MINING COURSES IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS..... 105

MYKOLAIKO V. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL IDEAS FOR PREPARING FUTURE PHYSICS TEACHERS TO DEVELOP STUDENTS' RESEARCH COMPETENCE..... 120

RYABETS S., OSYKA D. DIGITAL TECHNOLOGIES AND MEANS OF THEIR IMPLEMENTATION IN LABOR TRAINING OF OLD CLASSES STUDENTS 131

SADOVYI M., TRYFONOVA O. HUBENKO V. PECULIARITIES OF THE METHOD OF USING PROJECT TECHNOLOGIES IN EXTRACURRICULAR ACTIVITIES IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION..... 141

SALNYK I., FOMENKO O. PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL FUNDAMENTALS OF INTRODUCING AUGMENTED REALITY IN TEACHING PHYSICS..... 149

SNIZHKO N. PRINCIPLES OF BILINGUAL TEACHING OF MATHEMATICS IN THE TRAINING OF ENGINEERS AT A TECHNICAL UNIVERSITY.....	160
TINKOVA D., PODOLYAN O. THE DIGITAL ART AS A TOOL FOR FOSTERING CREATIVITY AMONG FUTURE COMPUTER SCIENCE TEACHERS.....	170
TRUSKAVETSKA I. THE BIOLOGICAL COMPONENT OF THE NATURAL SCIENCE EDUCATIONAL FIELD: FORMATION OF KEY COMPETENCIES IN THE PROCESS OF PROFESSIONAL TRAINING OF SPECIALISTS.....	178

УДК 378.4: [615.83+615.851.3] – 057.86 (71)
DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-1>

СИСТЕМА ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ФІЗИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ (ФІЗИЧНОЇ ТЕРАПІЇ ТА ЕРГОТЕРАПІЇ) В УНІВЕРСИТЕТАХ КАНАДИ

Белкова Тетяна Олександрівна,
кандидат педагогічних наук, докторант
кафедри педагогіки, педагогічного факультету
Українського державного університету імені Михайла Драгоманова
ORCID ID: 0000-0001-9357-8941

У статті представлено систему професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізична терапія та ерготерапія) в університетах Канади. Актуальність обраної теми визначається об'єктивною потребою суспільства у зміцненні та збереженні здоров'я населення завдяки такому важливому та соціально значущому напрямку сучасної медицини, як реабілітація. Зростаючий попит на фахівців даного профілю, здатних успішно здійснювати професійну діяльність на міжнародному ринку праці, з кожним роком набуває все більшого розвитку, привертаючи увагу значної кількості фахівців (лікарів-дослідників, фізіотерапевтів, психологів, корекційних педагогів) у всьому світі. Тому ми вважаємо необхідним ознайомитись із системою освіти країни Канади, яка довела свою конкурентоспроможність на світовому ринку.

Метою статті є аналіз змісту, специфіки та особливостей системи професійної підготовки бакалаврів і магістрів з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії) в університетах Канади.

Встановлено перелік вищих навчальних закладів Канади, які надають ступінь бакалавра та/або магістра в галузі фізіотерапевтичних наук. Детально описано структуру та зміст системи професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізична терапія та ерготерапія) в Університеті Манітоби (University of Manitoba), де основними формами навчання є лекції та практичні (лабораторні) заняття. Проведено аналіз змісту дисциплін навчального плану професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізична терапія та ерготерапія). Уточнено терміни навчання та кількість кредитів для професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізична терапія та ерготерапія) відповідно до Європейської кредитної системи (ECTS). Розглянуто особливості використання базового документа професійної підготовки бакалаврів фізичної терапії в Канаді – «Entry-Level Curriculum for Canadian Physical Therapy Programs» (Базовий навчальний план для канадських програм фізичної терапії). Базовою частиною якої є «Кваліфікаційна характеристика бакалавра з фізичної терапії», яка має ґрунтуватися на практичній діяльності, що забезпечує формування професійних навичок майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії).

Таким чином, система професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізична терапія та ерготерапія) в університетах Канади – це комплекс організаційних, психолого-педагогічних заходів, які сприяють формуванню у студентів знань, умінь і навичок, необхідних для здобуття ними професійних якостей. Тому у зв'язку із суспільно важливими змінами в системі охорони здоров'я, прагненням вийти на міжнародний простір закладам вищої освіти України необхідно суттєво змінити організацію та зміст навчання, підготувати принципово нове покоління кадрів, освіта яких відповідатиме вимогам. Останнє зумовлює доцільність аналізу та впровадження передового зарубіжного досвіду професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії).

Ключові слова: здоров'я, заклад вищої освіти, професійна підготовка, майбутні фахівці фізичної реабілітації, клінічна освіта, фізіотерапевт.

Belkova Tetyana. System of professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) in Canadian universities

The article presents the system of professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) in Canadian universities. The relevance of the chosen topic is determined by the objective need of society to strengthen and preserve the health of the population thanks to such an important and socially significant direction of modern medicine as rehabilitation. The growing demand for specialists in

this field, capable of successfully carrying out professional activities on the international labor market, is gaining more and more development every year, attracting the attention of a significant number of specialists (research doctors, physiotherapists, psychologists, correctional teachers) all over the world. Therefore, we believe that it will be necessary to get acquainted with the education system of the country of Canada, which has proven its competitiveness on the world market.

The purpose of the article is to analyze the content, specifics and features of the system of professional training of bachelors and master's in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) in Canadian universities.

A list of higher education institutions in Canada that provide bachelor's and/or master's degrees in the field of physiotherapeutic sciences has been established. The described in detail structure and content of the system of professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) at the University of Manitoba (University of Manitoba), where the main forms of training are lectures and practical (laboratory). An analysis of the content of the disciplines of the curriculum of the professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) was carried out. The terms of study and the number of credits assigned to the professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) in accordance with the European Credit System (ECTS) have been clarified. The peculiarities of using the basic document of professional training of physical therapy bachelors in Canada – «Entry-Level Curriculum for Canadian Physical Therapy Programs» (Basic Curriculum for Canadian Physical Therapy Programs) are considered.

Thus, the system of professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) in Canadian universities is a complex of organizational, psychological and pedagogical measures that contribute to the formation of students' knowledge, abilities and skills necessary for the acquisition of professional qualities. Therefore, in connection with socially important changes in the health care system, the desire to enter the international space, higher education institutions of Ukraine must significantly modify the organization and content of education; prepare a fundamentally new generation of personnel whose education will meet the requirements of domestic and foreign markets labor. The latter determines the expediency of the analysis and implementation of advanced foreign experience regarding the professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy).

Key words: *health, institution of higher education, professional training, future physical rehabilitation specialists, clinical education, physiotherapist.*

Вступ. Актуальність і доцільність дослідження професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії) в університетах Канади детерміновано необхідністю подолання суперечностей, що виникають між об'єктивною потребою суспільства та зростанням попиту на фізіотерапевтів в Україні, які здатні ефективно та кваліфіковано здійснювати свою професійну діяльність на міжнародному ринку реабілітаційних послуг [1, с. 38].

Реабілітаційні послуги разом із промоцією здоров'я, профілактикою хвороб, лікуванням та паліативною допомогою визнано основними стратегіями охорони здоров'я членів Світової конфедерації фізичної терапії (World Confederation for Physical Therapy – WCPT) [2].

Канада є одним з найвпливовіших членів Світової конфедерації фізичної терапії, діяльність якої спрямована на популяризацію професії та покращення глобальної системи охорони здоров'я в країні, тому потреба в канадських фахівцях в галузі реабілітації на міжнародному ринку праці в економічно розвинених країнах світу значно зросла за останні кілька років [3].

Світова медична спільнота давно зрозуміла, що біомедична модель захворювання не працює, недостатньо просто лікувати хвороби, необхідно повернути пацієнта або постраждалого до нормального соціального життя (як фізично, так і психологічно) і підготувати його або її для нових умов, наскільки це можливо [4, с. 242].

Зараз, враховуючи введення військового стану в Україні з лютого місяця 2022 року, активні воєнні дії на території держави та постійні обстріли території країни призвели до того, що медична система України, зокрема фізична терапія працює над швидким відновленням поранених та потерпілих, коли кількість поранених зростає з кожним днем, фізична реабілітація, її

впровадження та розвиток стають особливо актуальними. Адже її головна мета – надання сучасної та ефективної допомоги людям з обмеженими фізичними, розумовими чи соціальними можливостями, а також запобігання інвалідності у процесі лікування пацієнта.

Ефективність та необхідність фізичної реабілітації особливо очевидна для хворих або інвалідів унаслідок травм. Тому вирішення проблеми професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії) в Україні має здійснюватись на національному рівні з використанням міжнародного досвіду.

Мета дослідження – аналіз організаційних та методичних аспектів системи професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії) у Канаді та визначення можливостей впровадження канадського досвіду щодо підготовки фахівців з фізичної терапії в університетах України.

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз науково-методичної та спеціальної літератури засвідчив, що досвід професійної підготовки бакалаврів фізичної терапії в Канаді вивчали такі вчені, як Сінеад Патрісія Дюфур (2014), Джеффри Габраш (2015), Андреа Пассмор (2016) та визначили, що фізична терапія (ФТ) є п'ятою провідною професією в галузі охорони здоров'я Канади [5, с. 277].

Закордонний досвід професійної підготовки бакалаврів із фізичної терапії ретельно вивчав український дослідник А. М. Герцик (2010) – підготовка бакалаврів фізичної терапії в Канаді. Науковець, проаналізувавши вимоги до професійної компетентності бакалавра фізичної терапії у Канаді, вважає, що її зміст найповніше висвітлюється у «Кваліфікаційній характеристиці фізичного терапевта базового рівня». У документі визначено основні складові кваліфікації, які забезпечують ефективне виконання професійної ролі фахівця у межах всебічного, науково обґрунтованого, зорієнтованого на досягнення результатів і задоволення потреб пацієнта підходу [3, с. 16].

Сьогодні під час професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації важливого значення слід надавати новим тенденціям процесу навчання, який передбачає вдосконалення змісту та модернізації вітчизняних освітніх програм відповідно до світових стандартів. Фахівець з фізичної реабілітації повинен вміти вірно провести реабілітаційне обстеження, зробити аналіз можливих варіантів щодо лікування, поставити реабілітаційний діагноз, запровадити реабілітаційні заходи й оцінити їх ефективність, працювати в мультидисциплінарній команді [6, с. 169].

Одним із пріоритетних напрямків перспективних кроків щодо реалізації мультидисциплінарного підходу в системі реабілітації є підготовка кваліфікованого персоналу, робота якого буде спрямована в першу чергу не на хворобу чи травму пацієнта, а на процес усунення обмеження активності в результаті цього захворювання або ушкодження організму людини [4, с. 242].

Спираючись на думку Л. П. Суценко, «професійна підготовка майбутніх фахівців з фізичної реабілітації це процес, який відображає науково-методично обґрунтовані заходи закладів вищої освіти, спрямованих на формування протягом певного терміну навчання рівня професійної компетентності особистості, який достатній для проведення фізичної реабілітації різних верств населення регіону й кваліфікованої діяльності в лікувально-профілактичних установах з урахуванням сучасних вимог ринку праці» [7, с. 277–278].

Матеріали та метод. У процесі написання статті були використані теоретичні методи: аналіз науково-методична література з питань професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії) у Канаді, систематизація й узагальнення даних.

Результати. Для нашого дослідження важливим є аналіз освітніх систем провідних університетів світу, які мають високий рівень освіти [8, с. 132], тому проаналізуємо професійну підготовку майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізична терапія та ерготерапія) у провідних університетах Канади.

Базовий рівень навчання фізіотерапевта (ФТ) можна здобути в одному з 14 університетів Канади. У процесі дослідження Ю. О. Лянного (2015) встановлено, що підготовка бакалаврів у галузі фізіотерапевтичних наук ведеться в таких закладах вищої освіти Канади: Університет Альберта, факультет медичної реабілітації (University of Alberta, Faculty of Rehabilitation Medicine); Університет Торонто, медичний факультет (University of Toronto, Faculty of Medicine); Університет Західного Онтаріо, факультет наук про здоров'я (University of Western Ontario, Faculty of Health Sciences); Університет Манітоба (University of Manitoba); Університет Оттави, Школа реабілітаційних наук (University of Ottawa, School of Rehabilitation Science) та ін. [9].

На думку канадських експертів, освіта є важливою частиною професійної діяльності майбутнього фізичного реабілітолога (фізичного терапевта). Професійна підготовка майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичних терапевтів) ґрунтується на кваліфікаційних рівнях бакалавра (undergraduate level) та магістра (graduate level). Рівень бакалавра є основою для практичної складової, а рівень магістра – для навчальної та наукової діяльності. Основні особливості професійної діяльності бакалавра фізичної терапії описані в «Кваліфікаційній характеристиці фізичного терапевта базового рівня в Канаді». Цей документ визначає основні складові професії в рамках науково обґрунтованої, спрямованої на досягнення бажаних результатів і оптимальне задоволення потреб пацієнта [3].

Основоположним документом підготовки бакалаврів фізичної терапії у Канаді є «Базовий навчальний план канадських освітніх програм з фізичної терапії» (Entry-Level Curriculum for Canadian Physical Therapy Programs). Даний план визначає графік навчання, перелік та обсяг обов'язкових навчальних дисциплін та дисциплін за вибором студента, самостійну роботу студентів, види та обсяги проведення практик, форми проведення контролю рівня знань. Дані плани складаються на основі сучасних принципів підготовки фахівців даної спеціальності, а саме: гнучкості, стандартизації, мультидисциплінарного підходу, інноваційності [10].

При розробці освітніх програм підготовки бакалаврів з фізичної терапії звертають особливу увагу не лише на зміст «Базового плану», а також на думку, фахівців у галузі реабілітології та представників громадськості [11].

Ступінь бакалавра за спеціальністю «Фізіотерапія» розрахована на три роки навчання, один із яких присвячений фундаментальним дисциплінам (соціологія, психологія, екологія, англійська мова тощо). Даний план відповідно має п'ять основних циклів навчального матеріалу, до яких відносяться (табл. 1):

- перший курс: загальнотеоретичні та кардіо-респіраторні цикли;
- другий курс: м'язово-скелетний цикл;
- третій курс: неврологічний і спеціальний цикли [3].

Таблиця 1

**Основні дисципліни «Базового навчального плану
канадських освітніх програм з фізичної терапії»**

Групи навчальних дисциплін	Навчальні предмети
Біологічні науки	Анатомія, фізіологія, патологія, патофізіологія, біохімія, гігієна, екологія.
Прикладного спрямування	Віковий розвиток людини, біомеханіка, кінезіологія, фізична працездатність людини.
Клінічного спрямування	Фізична та функціональна фармакологія.
Психосоціального спрямування	Психологія, соціологія, культурна антропологія.
Професіоналізм та етика	Політика охорони здоров'я, законодавство та регулювання, міждисциплінарна практика, управління.
Методи наукових досліджень	Дослідження, статистика, огляди літератури.
Навчальна практика	Клінічне навчання.

Зміст навчального плану (Content Framework) (рис. 1) характеризується, як 3-мірні шари сфери, які взаємопов'язані між собою. Це відображає той факт, що знання та вміння інтегровані протягом усього навчального плану в поступово більш складних освітніх програмах з клінічного, професійного та практичного характеру підготовки.

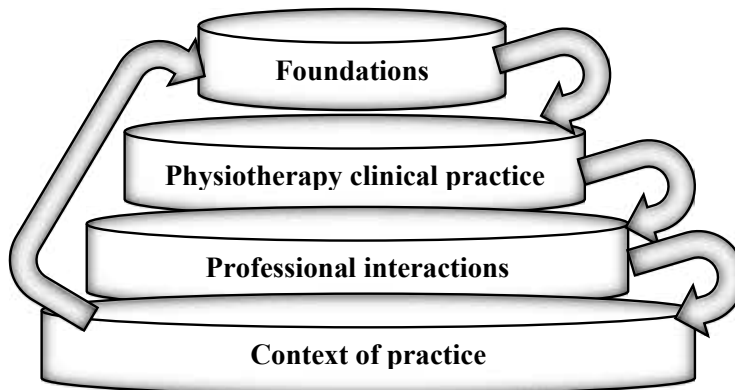


Рис. 1. Фізіотерапевтична програма навчального матеріалу

Відповідно складають чотири параметри:

- базова підготовка (Physiotherapy Curriculum Content Framework): foundations (фундаментальні знання);
- клінічна практика з фізичної терапії (Physiotherapy clinical practice);
- професійна взаємодія з фізичною терапією (Professional interactions);
- контекст практики (Context of practice) [10].

Базова підготовка фізичних терапевтів (рис. 2) вивчає науки для вступу на практику та охоплює чотири області: біологічні та фундаментальні науки (biological & basic sciences), психосоціальні науки (psychosocial sciences), наукові дослідження (scientific inquiry і професіоналізм та етика (professionalism & ethics).

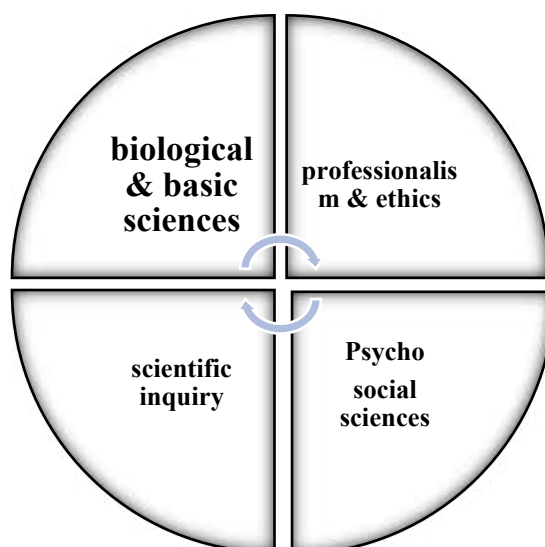


Рис. 2. Базова підготовка (Foundations)

До біологічних та фундаментальних наук відносяться: анатомія людини; фізіологія людини; патологія; імунологія та ендокринологія; генетика: фармакологія; внутрішні хвороби; біоло-

гічні теорії розвитку життя; фізика; екологія. Психосоціальні науки мають у своєму складі: культурологію, психологію, соціальні науки, психологічні теорії. Професіоналізм та етика розглядають теоретичні науки, які необхідні для професійної діяльності студента. Вони включають підготовку з професійної компетенції, етику, законодавство та регулювання. Наукові дослідження у галузі фізіотерапії спрямовані на вплив нових знань на пацієнта [12].

Практична діяльність є основною складовою підготовки спеціалістів даної галузі, яка проводиться за індивідуальним методом. За даними досліджень Герцик (2010) у Манітобському університеті практика складає 1260 годин. На першому курсі її тривалість складає 285, на другому курсі збільшується до 375, а вже на останньому її тривалість становить 600 годин. Тривалість навчання на рівень бакалавр складає 4 роки [3].

Після закінчення навчання випускникам необхідно скласти національний ліцензійний або сертифікаційний іспити для проведення комплексної оцінки здобувачів закладу вищої освіти. Він призначений для оцінки знань, вмінь та навичок і включає фізичне обстеження. Експертиза компетентності з фізичної терапії (PCE) складається з двох компонентів: письмовий та клінічний.

1. Письмовий компонент: кваліфікаційний іспит, який оцінює розуміння принципів і процесів практики фізичної терапії.

2. Клінічний компонент: оцінює знання, застосування умінь і навичок у процесі занять фізіотерапевтичної практики [13].

Університет Манітоби має угоди з 41 закладом охорони здоров'я для клінічної підготовки студентів. Це, насамперед, реабілітаційні центри, лікарні, будинки для людей похилого віку. Обов'язковою умовою є необхідність проходження хоча б однієї виробничої практики у сільській місцевості. Важливою перевагою для студентів цієї установи є можливість проходження практичної діяльності за кордоном, що постійно реалізується у зв'язку із дотриманням міжнародних стандартів підготовки фізіотерапевтів [3].

Клінічна практика є важливою складовою освітнього процесу під час професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації, яка забезпечує взаємозв'язок теоретичної бази знань з їх подальшою практичною діяльністю [14].

Майбутній фахівець з фізичної реабілітації повинен знати:

- теоретичні основи загальноосвітніх дисциплін у достатньому обсязі, для успішного вирішення педагогічних та управлінських завдань та вирішення прикладних завдань спеціальності;
- спеціальні дисципліни (анатомія, фізіологія, патологія, патофізіологія та інші дисципліни за фахом);
- прикладні дисципліни фізичної терапії (кінезотерапія, масаж, лікувальна фізкультура, кінезіотерапія, фітотерапія);
- нормативно-правову базу закладу, яка займається практичною діяльністю з фізичної терапії;
- основні засади збору, систематизації та статичної обробки інформації, проведення наукових досліджень, написання матеріалів наукових видань.

Майбутній фахівець з фізичної реабілітації повинен вміти:

- застосовувати практичні знання для вирішення конкретних проблем у фізичній терапії;
- складати та застосовувати індивідуальні програми фізичної терапії;
- контролювати ефективність фізіотерапевтичної програми та вносити корективи при необхідності;
- проводити функціональну діагностику, користуючись технічними методами ФТ;
- проводити оцінку показань та протипоказань до застосування методів ФТ;
- надавати невідкладну допомогу;
- забезпечувати дотримання правил техніки безпеки на заняттях;

- формувати у населення навички здорового способу життя;
- користуватись сучасними технічними засобами та лабораторним обладнанням;
- проводити науково-дослідницьку діяльність (організація, планування та правильне ведення документації) [15].

Професія фізіотерапевта спрямована на клієнтоорієнтовані послуги, які поважають автономію та гідність пацієнта [16].

Таким чином, результати проведеного дослідження свідчать про те, що в Канаді спеціальність фізичного терапевта не є лікарською, і відповідно ця професія віднесена до «Інших спеціальностей охорони здоров'я».

Висновки. Вивчено та досліджено зміст системи професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації у закладах вищої освіти Канади, зокрема у Манітобському університеті. Було проаналізовано «Базовий навчальний план канадських освітніх програм з фізичної терапії», який є основою для закладів освіти, де готують фахівців з фізичної терапії (ФТ), згідно з яким професійна підготовка майбутніх фахівців з фізичної реабілітації здійснюється за безперервною 36-місячною програмою, яка має 120 кредитів та 5 блоків фундаментальних і спеціальних дисциплін та 1000 годин клінічної практики. Клінічна практика складається з п'яти блоків: PT Movement Sciences, PT Therapeutics, Cardiorespiratory PT Practice, Musculoskeletal PT Practice and Neurological PT Practice. Підготовка бакалаврів здійснюється у закладах середньої та вищої освіти Канади двома державними мовами: французькою та англійською. Підсумковий контроль у Канаді включає екзамен з компетенції у фізичній терапії, який складається з двох частин: письмової, який називається «Кваліфікаційний екзамен» та практичної, що має назву «Національний екзамен з фізичної терапії».

Досліджено сферу діяльності бакалаврів фізичної терапії після завершення навчання у закладі вищої освіти та аргументовано тим, що фізичні терапевти в Канаді працюють як самостійно, так і в мультидисциплінарній команді. Це один із головних пунктів, якого не вистачає в Україні.

Література:

1. Левитська Т. В. Особливості практичної підготовки фахівців з фізичної терапії в університетах Данії. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 2(24). Ч. 2. С. 38–45. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-028>.
2. Report of the Global conference on primary health care: from Alma-Ata towards universal health coverage and the Sustainable Development [Electronic resource]. Geneva: World Health Organization, 2019. 48 p. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330291/WHO-UHC-IHS-2019.62-eng.pdf>. (дата звернення: 28.08.2024).
3. Герцик А. М. Організаційно-методичні аспекти підготовки бакалаврів фізичної реабілітації в Канаді: автореф. дис. ... канд. наук з фіз.вих. і спорту. Київ, 2006. 23 с.
4. Осіпов В. Особливості підготовки майбутніх фізичних терапевтів до професійної діяльності в умовах реформування системи медичної реабілітації в Україні. *Наукові записки БДПУ. Серія: Педагогічні науки*. Вип.2, Бердянськ : БДПУ, 2019. С. 241–250.
5. Мордвінова І., Ольховик А. Порівняльна характеристика системи підготовки бакалаврів за спеціальністю «Фізична терапія» в Україні та Канаді. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2020, № 2 (96). С. 276–284.
6. Ситник О., Степаненко О. Практична підготовка фізіотерапевтів у медичних ВНЗ. *Здоров'я людини: теорія і практика: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 25-річчю медичного інституту Сумського державного університету*. / за заг. О. О. Єжова Суми: СумДУ, 2017. С. 168–170.
7. Сущенко Л.П. Формування мотивації успішної професійної діяльності майбутніх фахівців з фізичної реабілітації. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*. 2007. № 6. С. 276–279.
8. Белкова Т. О., Кушнірук С.А. Система професійної підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації (фізичної терапії та ерготерапії) в університетах США. *Педагогіка формування творчої осо-*

бистості у вищій і загальноосвітній школах : зб. наук. пр. /Гол. ред. А. В. Сущенко. Запоріжжя : КПУ, 2024. № 92. С. 131–135.

9. Лянной Ю. О. Зміст професійної підготовки магістрів з фізичної реабілітації в університетах Канади. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2014. № 2 (36). С. 463–470.

10. Entry-to-Practice Physiotherapy Curriculum: Content Guidelines for Canadian University Programs. *Council of Canadian Physiotherapy University Programs*. May, 2009. URL: <http://www.physiotherapyeducation.ca/Resources/National%20PT%20Curriculum%20Guidelines%202009.pdf> (дата звернення: 28.08.2024).

11. Active and Healthy The role of the Physiotherapist In Physical Activity (Briefing Paper). World Confederation for Physical Therapy. General Meeting 17-19 May, 2012 St. Julian's, Malta. URL: <http://www.erwcpt.eu/file/58> (дата звернення: 28.08.2024).

12. Core Standards of Practice for Physiotherapists in Canada. May, 2016. URL: <https://www.manitobaphysio.com/wp-content/uploads/Core-Standards-of-Practice-Final-05.05.16-002.pdf> (дата звернення: 28.08.2024).

13. Master of Physical Therapy (MPT) Program. Frequently Asked Questions. Faculty of Medicine. School of Medical Rehabilitation Department of Physical Therapy. January 23, 2013. URL: http://umanitoba.ca/rehabsciences/media/pt_faq_mpt.pdf (дата звернення: 28.08.2024).

14. Бісмак О. В. Клінічна діяльність фахівців з фізичної реабілітації в Україні: проблеми та перспективи. *Освітологічний дискурс*. 2016. № 3 (15). С. 338–351.

15. Гук С. В. Професійні функції фахівця з фізичної реабілітації. *Збірник наукових праць*. 2013. № 14. С. 66–70.

16. Description of Physiotherapy in Canada. Canadian Physiotherapy Association. 2012. URL: https://physiotherapy.ca/sites/default/files/site_documents/dopen-en.pdf (дата звернення: 28.08.2024).

References:

1. Levytska, T. (2020). Osoblyvosti praktychnoyi pidhotovky fizychnykh terapevtiv u dans'kykh universytetakh [Peculiarities of practical training of physical therapists in Danish universities]. *Fizyko-matematychna osvita*, Vol. 2(24), Ch. 2, 38–45 [in Ukrainian].

2. World Health Organization. (2019). Report of the Global conference on primary health care: from Alma-Ata towards universal health coverage and the Sustainable Development Goals. World Health Organization. Retrieved from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330291/WHO-UHC-IHS-2019.62-eng.pdf> [in English].

3. Hertsyk, A. M. (2006). Orhanizatsiyno-metodychni aspekty pidhotovky bakalavriv fizychnoyi reabilitatsiyi v Kanadi [Organizational and methodological aspects of training Bachelor of Physical rehabilitation in Canada]. *Extended of Candidate's thesis*. Kyiv, 23 [in Ukrainian].

4. Osipov, V. (2019). Osoblyvosti pidhotovky maybutnikh fizychnykh terapevtiv do profesiynoyi diyal'nosti v umovakh reformuvannya systemy medychnoyi reabilitatsiyi v Ukrayini [Peculiarities of training future physical therapists for professional activity in the conditions of reforming the medical rehabilitation system in Ukraine]. *Naukovi zapysky BDPU. Seriya: Pedahohichni nauky*. Vyp.2, Berdyans'k: BDPU. S. 241–250 [in Ukrainian].

5. Mordvinova, I., & Olkhovyk, A. (2020). Porivnyal'na kharakterystyka systemy pidhotovky bakalavriv za spetsial'nisty u «Fizychna terapiya» v Ukrayini ta Kanadi [Comparative characteristics of the system of training bachelors in the specialty «Physical Therapy» in Ukraine and Canada]. *Pedahohichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyi tekhnolohiyi*, 2 (96), 276–284 [in Ukrainian].

6. Sytnyk, O., & Stepanenko, O. (2017). Praktychna pidhotovka fizioterapevtiv u medychnykh VNZ [Practical training of physiotherapists in medical universities]. *Zdorov'ya lyudyny: teoriya i praktyka: materialy Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi, prysvyachenoyi 25-richchyu medychnoho instytutu Sums'koho derzhavnoho universytetu*. Sumy: Sumy State University. S. 168–70 [in Ukrainian].

7. Sushchenko, L.P. (2007). Formuvannya motyvatsiyi uspishnoyi profesiynoyi diyal'nosti maybutnikh fakhivtsiv z fizychnoyi reabilitatsiyi [Formation of motivation for successful professional activity of future specialists in physical rehabilitation]. *Pedahohika, psykholohiya ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannya i sportu*, 6, 276–279 [in Ukrainian].

8. Belkova, T.O., & Kushniruk, S.A. (2024). Systema profesiynoyi pidhotovky maybutnikh fakhivtsiv z fizychnoyi reabilitatsiyi (fizychna terapiya ta erhoterapiya) v universytetakh SSHA. [System of professional training of future specialists in physical rehabilitation (physical therapy and occupational therapy) in US universities]. *Pedahohika formuvannya tvorchoyi osobystosti u vyshchii ta zahal'noosvitniy shkolakh* : zb. nauky pr. /Hol. vyd. A. V. Sushchenko. Zaporizhzhia: KPU. № 92. S. 131–135 [in Ukrainian].

9. Liannoy, Yu.O. (2014). Zmist profesiynoyi pidhotovky mahistriv z fizychnoyi reabilitatsiyi v universytetakh Kanady [Content of professional training of master's in physical rehabilitation in Canadian universities]. *Pedahohichni nauky: teoriya, istoriya, innovatsiyi tekhnolohiyi*, 2 (36), 463–470 [in Ukrainian].
10. Entry-to-Practice Physiotherapy Curriculum: Content Guidelines for Canadian University Programs (2009). *Council of Canadian Physiotherapy University Programs*. Retrieved from: <http://www.physiotherapyeducation.ca/Resources/National%20PT%20Curriculum%20Guidelines%202009.pdf> [in English].
11. Active and Healthy (2012). The role of the Physiotherapist In Physical Activity: Briefing Paper. *World Confederation for Physical Therapy*. Retrieved from: <http://www.erwcpt.eu/file/58> [in English].
12. Core Standards of Practice for Physiotherapists in Canada (2016). Retrieved from: <https://www.manitobaphysio.com/wp-content/uploads/Core-Standards-of-Practice-Final-05.05.16-002.pdf> [in English].
13. Master of Physical Therapy (MPT) Program (2013). Frequently Asked Questions. Faculty of Medicine. School of Medical Rehabilitation Department of Physical Therapy. McDermot Avenue, Bannatyne Campus. Retrieved from: http://umanitoba.ca/rehabsciences/media/pt_faq_mpt.pdf [in English].
14. Bismak, O. V. (2016). Klinichna diyal`nist` fakhivtsiv z fizychnoyi reabilitatsiyi v Ukrayini: problemy ta perspekty`vy [Clinical activity of physical rehabilitation specialists in Ukraine: problems and prospects]. *Osvitolohichnyy dyskurs*, 3 (15), 338–351 [in Ukrainian].
15. Description of Physiotherapy in Canada. Canadian Physiotherapy Association (2012). Retrieved from: https://physiotherapy.ca/sites/default/files/site_documents/dopen-en.pdf [in English].
16. Huk, S.V. (2013). Profesiyni funktsiyi fakhivtsya z fizychnoyi reabilitatsiyi [Professional functions of a specialist in physical rehabilitation]. *Zbirnyk naukovykh prats`*, 14, 66–70 [in Ukrainian].

УДК 7.012:331.101.1]:378.011.3-051

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-2>

ЗНАЧЕННЯ ДИЗАЙН-ЕРГОНОМІЧНОГО НАВЧАЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ ФОРМУВАННІ ІННОВАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ ВИКЛАДАЧА

Борисова Тетяна Миколаївна,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності

Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

ORCID ID: 0000-0002-6013-4364

Шовкова-Альохіна Анна Олександрівна,

аспірант кафедри професійної освіти, дизайну та безпеки життєдіяльності,

асистент кафедри теорії і методики технологічної освіти

Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

ORCID ID: 0000-0003-2588-9224

Сучасна освіта вимагає від викладачів не лише передачі знань, а й розвитку в студентів творчих здібностей, критичного мислення та здатностей до інновацій. Одним із ключових факторів, що впливають на формування інноваційної культури викладача є дизайн-ергономічне навчальне середовище.

У статті увага авторів спрямована на аналіз впливу навчального середовища, розробленого відповідно до законів дизайн-ергономіки, на якість освітнього процесу. Виявлено закономірність між організацією предметного середовища навчальних аудиторій та розвитком компетентностей здобувачів освіти педагогічних спеціальностей, зокрема 014.10 Середня освіта (Технології), 015.36 Професійна освіта (Технологія виробів легкої промисловості) та 015.00 Професійна освіта (Дизайн).

Значний вплив дизайн-ергономічного середовища пов'язаний із його широкою сферою впливу на формування особистості. В результаті дослідження авторами виокремлено інформаційно-технологічну, просторово-матеріальну та соціально-особистісну складові дизайн-ергономічного простору, також здійснено аналіз зазначених ключових елементів на прикладі матеріально-технічної бази факультету технологій та дизайну. Розкрито роль кожного елемента на формування інноваційної культури майбутніх викладачів. Виявлено, що значний вплив на якість організації навчального процесу та формування сприятливого освітнього середовища мають підбір технічного обладнання, використання сучасного програмного забезпечення для підготовки конкурентоспроможних фахівців, створення інтер'єру та екстер'єру відповідно до антропометричних вимог, активна соціальна взаємодія та злагоджені комунікативні процеси учасників освітнього процесу. Встановлено, що такі компоненти середовища, як фізичний простір, соціальні взаємодії, інформаційні ресурси сприяють розвитку креативності, критичного мислення, мотивації до інноваційної діяльності та підвищують загальну задоволеність викладачів до своєї роботи. Отже, освітній простір організований за вимогами дизайн-ергономічного навчального середовища сприяє формуванню інноваційної культури здобувачів освіти створюючи умови для реалізації творчого потенціалу учасників освітнього процесу.

Ключові слова: ергономічний дизайн, дизайн-ергономічне освітнє середовище, інноваційна культура, викладач.

Borysova Tetiana, Shovkova-Alokhina Anna. The impact of design-ergonomic learning spaces on cultivating innovative teachers

Modern education demands that educators not only transfer knowledge but also develop students' creative abilities, critical thinking, and innovation skills. One of the key factors influencing the formation of an innovative culture among teachers is a design-ergonomic learning environment.

This article focuses on analyzing the impact of a learning environment, designed in accordance with the laws of design ergonomics, on the quality of the educational process. A correlation has been identified between the organization of the subject environment in educational classrooms and the development of competencies of students of pedagogical specialties, in particular, 014.10 Secondary Education (Technologies), 015.36 Professional Education (Technology of Light Industry Products), and 015.00 Professional Education (Design).

The significant impact of a design-ergonomic environment is due to its broad sphere of influence on personality formation. As a result of the study, the authors have identified the information-technological, spatial-material, and socio-personal components of the design-ergonomic space, and have also analyzed these key elements using the example of the material and technical base of the faculty of technologies and design. The role of each element in the formation of the innovative culture of future teachers is revealed. It was found that the selection of technical equipment, the use of modern software for training competitive specialists, the creation of an interior and exterior in accordance with anthropometric requirements, active social interaction, and well-coordinated communication processes of educational process participants have a significant impact on the quality of the educational process organization and the formation of a favorable learning environment. It has been established that such environmental components as physical space, social interactions, and information resources contribute to the development of creativity, critical thinking, motivation for innovative activities, and increase the overall satisfaction of teachers with their work. Thus, the educational space organized according to the requirements of a design-ergonomic learning environment contributes to the formation of an innovative culture among students, creating conditions for the realization of the creative potential of educational process participants.

Key words: *ergodesign, design-ergonomic learning environment, innovative culture, instructor.*

Вступ. Середовище безсумнівно відіграє важливу роль у життєдіяльності людини. Організація простору будівлі не лише змінює її цільове призначення: квартира, офіс чи навчальний заклад, але й змушує по-різному відчувати себе. Понад сто років дослідники в усьому світі вивчають методи підвищення продуктивності праці. Ергономіка широко використовується для забезпечення благополуччя людини й оптимізації загальної продуктивності системи [1; 2]. Галузь педагогіки не виключення. Прагнення покращити ефективність навчального процесу зумовило впровадження передового досвіду у процес викладання. Підвищення рівня уваги, сприйняття та пам'яті завдяки використанню певних кольорів на сьогоdnішньому етапі розвитку вже недостатньо. Рішення полягає у комплексному впровадженні прогресивних технологій та дизайн-проектуювання, тобто ергодизайну.

Організація комфортних умов навчання з урахуванням ергодизайну сприяє не лише підвищенню рівня засвоєння матеріалу. Використання сучасних підходів дозволяє створити середовище, яке буде рушієм вільного та активного саморозвитку здобувача освіти [3, с. 179].

Динамічні та глобальні зміни суспільства зумовлюють розширення сфери впливу ергодизайну. Проведений науковий аналіз дозволяють стверджувати про вплив на предметне, освітнє та інформаційне середовища, а також когнітивну сферу діяльності людини [4].

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження ергодизайну входить до кола інтересів багатьох науковців. Н. Атаманчук [5], А. Буров [6], О. Гервас [7], В. Голобородько [8], А. Рубцов [8], М. Пагута [9], С. Яланська [5], у своїх роботах відобразили розвідки присвячені впровадженню ергодизайну під час підготовки здобувачів освіти. Ергодизайн освітнього середовища є предметом досліджень Н. Карапузової [10], Є. Починок [10], Г. Сажко [11]. Такі науковці як Лянг Зенг [12], Р. Проктор [12] та Г. Салвенді [12] досліджували роль креативності в ергодизайні, створюючи концептуальну модель процесу креативного дизайну, що поєднує функціональність, безпеку, зручність та естетичність. Цікавими в контексті нашого дослідження є роботи С. Бурчака [13], Р. Купчика [14], Л. Лігоненко [15], В. Свірко [8] присвячені аналізу впливу ергодизайну на формування творчої особистості та її креативність.

Правильно організоване навчальне середовище створює сприятливі умови для розвитку особистості майбутніх спеціалістів. М. Пагута зазначає, що «цілісна реалізація основних функцій ергодизайну дозволяє забезпечувати формування безпечного, гармонійного, утилітарно та естетично довершеного предметного середовища, яке найбільш повно здатне задовольнити матеріально-духовні потреби, як окремо взятої людини, так і суспільства загалом» [9, с. 94].

Матеріали та метод. Середовище має суттєвий вплив на формування особистості майбутнього педагога, тому вбачаємо необхідним виявити та охарактеризувати вплив дизайн-ергономічного навчального середовища на формування інноваційної культури викладача, визначаючи основні компоненти такого середовища на прикладі матеріально-технічної бази

факультету технологій та дизайну Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка. Велика кількість дисциплін дизайнерського спрямування, зокрема за спеціальностями 014.10 Середня освіта (Технології), 015.36 Професійна освіта (Технологія виробів легкої промисловості) та 015.00 Професійна освіта (Дизайн), дозволяють окреслити значення дизайн-ергономічного середовища в процесі розвитку інноваційної культури.

Результати. Розвиток інноваційної культури здобувачів освіти вимагає організацію простору, який впливає на мисленнєву, фізичну та соціальну складові діяльності здобувача освіти. Тобто, організація простору має стимулювати мислення, творчість, креативність, співпрацю та активне навчання [5]. Рішенням для організації такого простору є дизайн-ергономічне навчальне середовище, яке являє собою не просто кімнату з партами та стільцями, а є продуманою системою, розробленою для того, щоб сприяти інноваційному навчанню, забезпечувати комфорт та підвищувати мотивацію студентів.

Дизайн-ергономічна організація навчального середовища передбачає забезпечення сприятливих інформаційно-технологічної, просторово-матеріальної та соціально-особистісної складових простору. Однак варто зазначити, що такий поділ, на нашу думку, є дещо суб'єктивним, оскільки всі елементи системи навчального середовища є взаємопов'язаними та можуть виступати в ролі одночасно декількох складових (рис. 1).

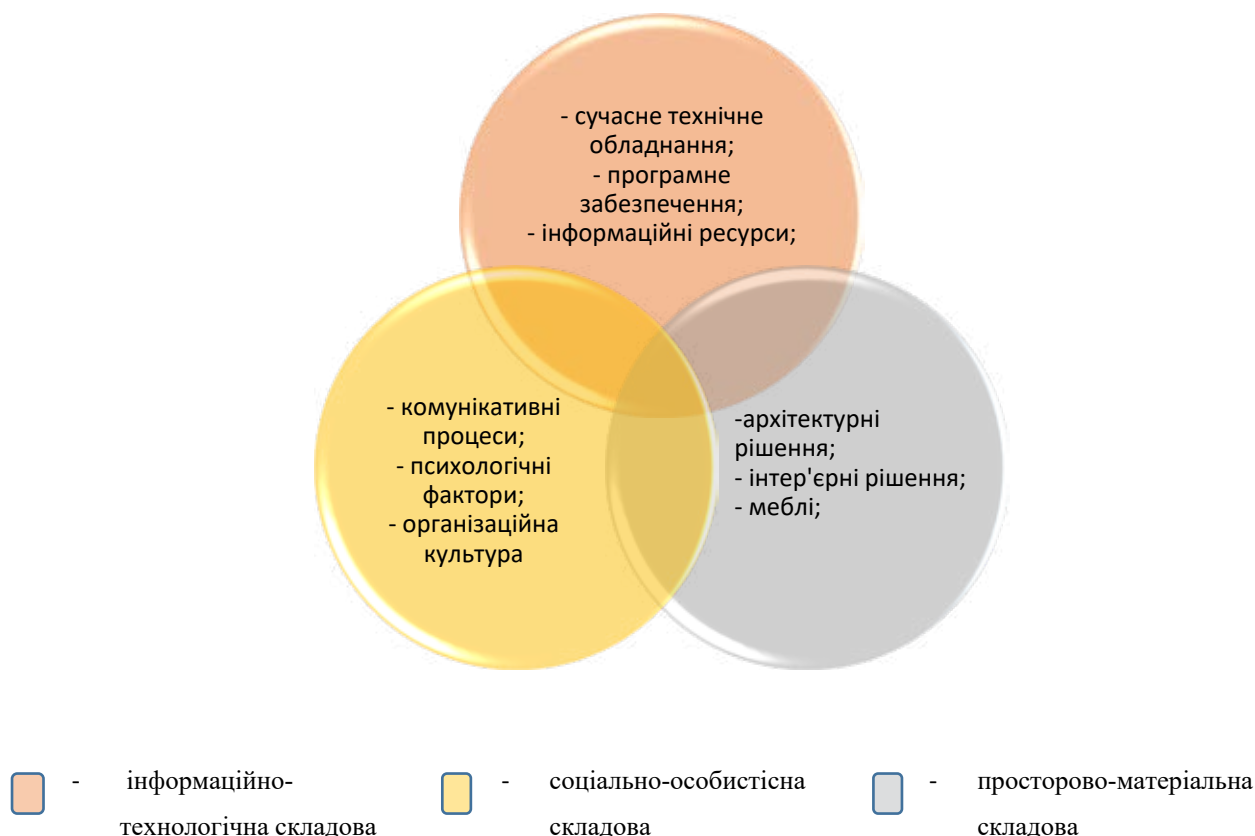


Рис. 1. Взаємозв'язок елементів дизайн-ергономічного середовища

Інформаційно-технологічна складова дизайн-ергономічного середовища – це сукупність технічних засобів, програмного забезпечення та інформаційних ресурсів, які інтегровані у фізичне середовище з метою забезпечення ефективної взаємодії здобувачів освіти з інформацією та підвищення ефективності навчання.

Ключовими елементами інформаційно-технологічної складової на факультеті технологій та дизайну вбачаємо:

– наявність сучасних комп'ютерів та ноутбуків, що забезпечують сумісність з програмним забезпеченням останнього покоління. Крім того, сучасна техніка сприяє створенню комфортних та безпечних умов роботи завдяки якісним моніторам, технології E-Ink;

– програмне забезпечення, зокрема прикладні програми, хмарні сервіси, що дозволяють виконувати різноманітні завдання. Студенти на заняттях опановують такі програми як «Валентина» для створення параметричних лекал одягу, графічний редактор GIMP, Blender для 3D-візуалізації, SketchUp для просторового моделювання, Roomstyler 3D Home Planner для створення інтер'єрів, Tinkercad та Labster для розробки STEM-занять. Використання на заняттях сучасного програмного забезпечення створює сприятливі умови для розвитку творчих здібностей та креативності здобувачів освіти. Формування навиків використання сучасних графічних редакторів дозволяє розкрити потенціал студентів зазначених вище спеціальностей та створити умови для підвищення конкурентоспроможності майбутніх фахівців, їхньої професійної самореалізації;

– інформаційні ресурси. Здобувачі освіти мають вільний доступ до баз даних, наприклад Web of science, Scopus, електронних бібліотек завдяки WI-FI мережі з вільним доступом по всьому кампусу університету. Репозитарій університету входить до кращих електронних архівів світу, що підкреслює можливості здобувачів освіти у використанні широкого арсеналу засобів у пошуках необхідної інформації;

– сучасне технічне обладнання. На факультеті технологій та дизайну аудиторії обладнанні не лише проекторами та сенсорними дошками, що розширює можливості для використання інноваційних технологій, а й оснащені необхідним для творчого розвитку обладнанням. Наприклад, виготовлення на 3D-принтері розроблених на заняттях з інженерної та комп'ютерної графіки моделей значно підвищує рівень вмотивованості та зацікавлення навчальним процесом. Використання лазерного станка розширює можливості у процесі вивчення конструкційних матеріалів, паперопластики, та іншого. Виготовлення виробів оздоблених машинною вишивкою дозволяє закріпити знання отримані на заняттях з основ орнаментики, інженерної та комп'ютерної графіки, матеріалознавства, виробничого навчання.

Інформаційно-технологічна складова в дизайн-ергономічному просторі відіграє важливу роль, оскільки сприяє оптимізації роботи через автоматизацію рутинних операцій, швидкому доступу до інформації, зниженню навантаження на учасників освітнього процесу; підвищення ефективності навчання завдяки використанню інноваційних технологій для вирішення складних завдань; створенню комфортного середовища; підтримка комунікацій та ефективної взаємодії між студентами та викладачами; сприяють інноваціям створюючи умови для генерації нових ідей та їх реалізації [10]. При проєктуванні освітнього простору необхідно враховувати як технічні характеристики обладнання, так і психологічні особливості учасників освітнього процесу.

Другою, не менш важливою складовою дизайн-ергономічного середовища, є просторово-матеріальна складова. Вона являє собою сукупність фізичних характеристик середовища, які безпосередньо впливають на комфорт, безпеку та продуктивність людини.

Елементами просторово-матеріальної складової є:

– архітектурні рішення, зокрема планування приміщень, розміщення функціональних зон, висота стель, розміри вікон, тип освітлення [12]. Особливої уваги набуло питання організації функціональних зон в просторі навчальних аудиторій з впровадженням STEM-технологій навчання. Поєднання мінілабораторії та зони відпочинку вимагають від викладача навиків організації простору відповідно до законів ергономічного дизайну;

– інтер'єрні рішення пов'язані з вибором матеріалів, текстури та кольору. Організація предметного середовища має створювати відчуття мажорного настрою, сприяти творчій діяльності, але водночас не перенавантажувати сенсорні органи чуття. Так, при організації предметного

середовища крім інтер'єру та екстер'єру варто звернути увагу на оформлення наочних та дидактичних засобів навчання. Під час дизайн-ергономічного проєктування інформаційного середовища необхідно використовувати художньо-технічне оформлення та візуалізацію матеріалу з урахуванням вікових та психологічних особливостей здобувачів освіти, специфіки матеріалу тощо. Створення комфортного психологічного середовища, умов для розвитку особистості відбувається в процесі використання ергодизайну в когнітивній сфері;

– меблі та обладнання, а саме розмір, форма, функціональність. Увага до таких деталей як відсутність гострих кутів, ковзких поверхонь, відповідність антропометричним даним людини впливають на комфорт студентів та викладачів. Правильно підібрані меблі створюють умови для зручного та ефективного використання для різних форм проведення занять. Так, на факультеті технологій та дизайну для організації предметного середовища дизайн-лабораторії було розроблено модульні меблі, які дозволяють підлаштовувати столи відповідно до потреб здобувачів освіти або заходів. Легка конструкція та дизайн забезпечують зручність виконання індивідуальних завдань, групової роботи, проведення круглих столів чи лекційного заняття з великою кількістю слухачів.

Просторово-матеріальна складова забезпечує фізичний та психологічний комфорт учасників освітнього процесу, завдяки підвищенню безпеки в процесі підбору матеріалів для наповнення аудиторій, створенню сприятливого мікроклімату, вплив на настрій, продуктивність та креативність через колір, освітлення, текстуру матеріалів. Вона є важливим аспектом дизайн-ергономічного простору, що безпосередньо впливає на фізичне та психологічне самопочуття учасників освітнього процесу, їх продуктивність і творчі здібності [16]. При проєктуванні освітнього середовища необхідно враховувати як функціональні, так і естетичні вимоги.

Соціально-особистісна складова дизайн-ергономічного простору навчального закладу – це сукупність соціальних взаємодій, комунікаційних процесів та психологічних факторів, які впливають на сприйняття та використання навчального середовища учасниками освітнього процесу [17].

Елементами соціально-особистісного простору освітнього середовища є:

– соціальні взаємодії між здобувачами освіти, здобувачами освіти/педагогами, педагогами/адміністрацією, а також інші види соціальних контактів, які відбуваються в навчальному закладі;

– комунікаційні процеси, а саме вербальні та невербальні комунікації, використання інформаційних технологій для спілкування, організація навчальних груп та командної роботи;

– психологічні фактори, наприклад мотивація до навчання, емоційний стан, рівень стресу, відчуття безпеки та комфорту, самооцінка, соціальні ролі, цінності, що впливають на здобувачів освіти та викладачів;

– культурні особливості, зокрема традиції, звичаї, норми поведінки, що формують особливості взаємодії учасників освітнього процесу;

– організаційна культура навчального закладу, яка базується на цінностях, нормах, правилах поведінки, що прийняті в організації та впливають на використання простору.

Роль соціально-особистісної складової в дизайн-ергономічному просторі навчального закладу полягає у створенні сприятливого клімату для розвитку довіри, взаєморозуміння, поваги між учасниками освітнього процесу; підвищення мотивації до навчання завдяки створенню умов для самореалізації, розвитку творчих здібностей, задоволенню пізнавальних потреб; розвитку соціальних навичок таких як робота в команді, вирішення конфліктів; підвищення ефективності навчання шляхом створення умов для активної участі у навчальному процесі, використанню різних форм і методів навчання; профілактиці психологічних проблем.

Соціально-особистісна складова є важливим аспектом дизайн-ергономічного простору навчального закладу. Вона впливає на ефективність навчання, розвиток особистості та ство-

рення позитивного іміджу навчального закладу. При створенні навчального середовища необхідно враховувати як фізичні характеристики простору, так і соціальні та психологічні потреби учасників освітнього процесу.

Висновки. Проведений аналіз дозволяє стверджувати про наявність значного впливу освітнього середовища, створеного відповідно до вимог ергодизайну, на розвиток інноваційної культури здобувачів освіти. Зональні простори для різних видів діяльності та мобільні меблі сприяють нестандартному мисленню, впровадження інтерактивних елементів дозволяє візуалізувати ідеї та експериментувати з різними підходами. Приємний дизайн, використання яскравих кольорів, природних матеріалів створюють позитивний емоційний фон, що сприяє творчості здобувачів освіти. Крім того, робота з сучасними технологіями, розвиток командної роботи, вміння адаптуватися до змін дозволяють проводити навчання в умовах, максимально наближених до реальних. Таким чином, дизайн-ергономічне навчальне середовище не тільки забезпечує комфорт і ефективність навчання, а й створює сприятливі умови для формування важливих компонентів інноваційної культури фахівця.

Для подальшого розвитку інноваційної культури викладачів вбачаємо необхідним продовжувати дослідження в цій галузі та розробити нові підходи до створення дизайн-ергономічних навчальних середовищ та розробки моделей оцінки ефективності таких середовищ.

Література:

1. Дубасенюк О. А. (Ред.). Інновації в сучасній освіті. *Інновації в освіті: інтеграція науки і практики: зб. наук.-метод. пр.* Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2014. С. 12–28.
2. Proceedings of the IEA 2000 \ HFES 2000 Congress. July 29 – August 4, 2000. San Diego, California USA (CD).
3. Гриньова М. В., Кононова М. М. Саморегуляція навчальної діяльності та професійний розвиток студентської молоді: монографія. Полтава: Астроя, 2021. 384 с.
4. Борисова Т. Інноваційні підходи до реалізації технологій ергодизайну в закладах освіти. *Витоки педагогічної майстерності*. 2019. Вип. 24. С. 9–14.
5. Атаманчук Н. М., Яланська С.П. Реалізація технологій ергодизайну в закладах вищої освіти: синергетичний підхід. *Технології здоров'язбереження: теорія і практика*: колективна монографія / за заг. ред. професора Л.М. Рибалко. Полтава : НУПП, 2022. С. 88–94.
6. Буров А. Ю. Ергодизайн = ергономіка + дизайн чи нова дисципліна? *Технічна естетика і дизайн*. Вип. 1 Київ : Віпол, 2001, С. 51–55.
7. Гервас О. Ергономіка. Основи ергодизайну. Навчально-методичний посібник. Умань : ФОП Жовтий О.О., 2016. 210 с.
8. Голобородько В.М., Свирко В.О., Рубцов А.Л. Ергодизайн як методологічна стратегія сучасної дизайн-ергономічної діяльності. *Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв*. 2013. № 2. С. 23–26.
9. Пагута М. Ергодизайн як складова професійної підготовки майбутнього вчителя трудового навчання. *Актуальні проблеми і перспективи трудової підготовки молоді*. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 19–20 жовтня 2007 р. Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка. 2007. 111 с. С. 63–64.
10. Карапузова Н.Д., Починок Є.А., Помогайбо В.М. Основи педагогічної ергономіки: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Академвидав, 2012. 201 с.
11. Ашеро́в А.Т., Коваленко О.Е., Сажко Г.І. Методи і моделі формування ергономічних знань та умінь у майбутніх інженерів-педагогів. Харків : УПА, 2006. 192 с.
12. Zeng L., Proctor R.W., Salvendy G. Creativity in Ergonomic Design: A Supplemental Value-Adding Source for Product and Service Development. *Hum Factors*. 2010. Vol. 2(4). P. 503–525.
13. Бурчак С. Генеза проблеми креативності в психолого-педагогічній науці. *Витоки педагогічної майстерності*. 2019. Вип. 24. С. 14–19.
14. Купчик Р. М. Ергодизайн – новий метод проектної діяльності. *Український державний лісотехнічний університет: Науковий вісник*. 2004. Вип. 14.1. С. 241–244.
15. Лігоненко Л. О. Дизайн-менеджмент як методологія пошуку та впровадження інновацій. *Академічний огляд*. 2020. Вип. 2 (53). С. 64–75.

16. Брич В. Я., Корман М. М. Креативний менеджмент: підручник (для вивч. дисципліни студ. денної та заочної форм навч. екон. спец.). Тернопіль : THEU, 2018. 220 с.
17. Kulyk Y., Kravchenko L., Blyzniuk M., Chystiakova L., Orlova N., Bukhun A. Pedagogical Technologies for Competent Training of Teachers in Ukrainian Professional Education. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES*. 2022. Volume 16. Pp. 29–38. <https://www.doi.org/10.46300/9109.2022.16.3>.

References:

1. Dubaseniuk, O. A. (Ed.). (2014). *Innovatsii v suchasni osviti [Innovation in modern education]. Innovatsii v osviti: intehtatsiia nauky i praktyky [Innovation in education: integration of science and practice]: zbirnyk naukovo-metodychnykh prats*. Zhytomyr: Vyd-vo ZhDU im. I. Franka, 12–28 [in Ukrainian].
2. Proceedings of the IEA 2000 \ HFES 2000 Congress. July 29 – August 4, 2000. San Diego, California USA (CD) [in English].
3. Hrynova, M.V., & Kononova, M.M. (2021). *Samorehuliatsiia navchalnoi diialnosti ta profesiyni rozvytok studentskoi molodi: monohrafiia [Self-regulation of educational activity and professional development of student youth: monograph]*. Poltava: Astraia, 384 [in Ukrainian].
4. Borysova, T. (2019). *Innovatsiini pidkhody do realizatsii tekhnolohii erhodyzainu v zakladakh osvity [Innovative approaches to the implementation of ergodesign technologies in educational institutions]. Vytoky pedahohichnoi maisternosti [The pedagogical skills origins]*, 14, 9–14 [in Ukrainian].
5. Atamanchuk, N., & Yalanska, S. (2022). *Realizatsiia tekhnolohii erhodyzainu v zakladakh vyshchoi osvity: synerhetychnyi pidkhid [Implementation of ergodesign technologies in higher education institutions: A synergetic approach]*. Tekhnolohii zdorov'yazberezhennia: teoriia i praktyka [Health-Saving Technologies: Theory and Practice]. Poltava: NUOPP [in Ukrainian].
6. Burov, A. Yu. (2001). *Erhodyzain = erhonomika + dyzain chy nova dystsyplina? [Ergodesign = ergonomics + design or a new discipline?]. Tekhnichna estetyka i dyzain*. Vyp. 1 Kyiv : Vipol. S. 51–55 [in Ukrainian].
7. Hervas, O. (2016). *Erhonomika. Osnovy erhodyzainu. [Ergonomics. Fundamentals of ergodesign]*. Navchalno-metodychni posibnyk. Uman : FOP Zhovtyi O.O. 210 s. [in Ukrainian].
8. Holoborodko, V.M., Svyrko, V.O., & Rubtsov, A.L. (2013). *Erhodyzain yak metodolohichna stratehiia suchasnoi dyzain-erhonomichnoi diialnosti [Ergodesign as a Methodological Strategy of Modern Design-ergonomic Activity]*. *Visnyk Kharkivsoi derzhavnoi akademii dyzainu i mystetstv [Bulletin of the Kharkiv State Academy of Design and Arts]*, 2, 23–26 [in Ukrainian].
9. Pahuta, M. (2007). *Kontseptualna model vplyvu erhodyzainu na rozvytok tvorchoi osobystosti shkoliariv [Conceptual model of the influence of ergodesign on the development of creative personality of schoolchildren]*. *Naukovi zapysky [Scientific notes]. Serii: Pedahohichni nauky*, 7, 120–126 [in Ukrainian].
10. Karapuzova, N.D., Pochinok, E.A., & Pomogaibo, V.M. (2012). *Osnovy pedahohichnoi erhonomiky [Basics of pedagogical ergonomics]*. Kyiv: Akademydav [in Ukrainian].
11. Asherov, A.T., Kovalenko, O.E., & Sazhko, H.I. (2006). *Metody i modeli formuvannia erhonomichnykh znan ta umin u maibutnikh inzheneriv-pedahohiv [Methods and models of forming ergonomic knowledge and skills in future engineering teachers]*. Kharkiv : UIPA, 2006. 192 s. [in Ukrainian].
12. Zeng, L., Proctor, R.W., & Salvendy, G. (2010). *Creativity in Ergonomic Design: A Supplemental Value-Adding Source for Product and Service Development*. *Hum Factors*. 52(4), 503–525 [in English].
13. Burchak, S. (2019). *Heneza problemy kreatyvnosti v psykholoho-pedahohichnii nauksi [Genesis of the problem of creativity in psychological and pedagogical science]*. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti [The pedagogical skills origins]*, 24, 14–19 [in Ukrainian].
14. Kupchyk, R.M. (2004). *Erhodyzain – novyi metod proektnoi diialnosti [Ergodesign is a new method of project activity]*. *Ukrainskyi derzhavnyi lisotekhnichnyi universytet: Naukovi visnyk [Ukrainian State Forestry University: Scientific Bulletin]*, 14.1, 241–244 [in Ukrainian].
15. Lihonenko, L.O. (2020). *Dyzain-menedzhment yak metodolohiia poshuku ta vprovadzhennia innovatsii [Design management as a methodology for finding and implementing innovations]*. *Akademichnyi ohliad [Academic review]*, 2 (53), 64–75 [in Ukrainian].
16. Brych, V. Ia., & Korman, M. M. (2018). *Kreatyvnyi menedzhment [Creative management]: pidruchnyk (dlia vuvch. dystsypliny stud. dennoi ta zaochnoi form navch. ekon. spets.)*. Ternopil: TNEU [in Ukrainian].
17. Kulyk, Y., Kravchenko, L., Blyzniuk, M., Chystiakova, L., Orlova, N., & Bukhun, A. (2020). *Pedagogical Technologies for Competent Training of Teachers in Ukrainian Professional Education*. *INTERNATIONAL JOURNAL OF EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES*, 16, 29–38. <https://www.doi.org/10.46300/9109.2022.16.3> [in English].

УДК 373.3/.5.016:5]:004

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-3>

МЕТОДИКА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ З PYTHON НА ПРИКЛАДІ ТЕМИ «ЧИСЛОВІ ПОСЛІДОВНОСТІ»

Ботузова Юлія Володимирівна,

доктор педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри математики та цифрових технологій

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-1313-0010

Стаття присвячена розкриттю методичних особливостей вивчення теми «Числові послідовності» у шкільному курсі математики за допомогою інструментів програмування, зокрема використання мови Python. Визначено актуальність теми та встановлено завдання дослідження. Наведено огляд науково-популярної літератури з теми дослідження, зокрема в основу дослідження покладені посібники американських вчителів та науковців П. Фаррела (2019) та А. Саха (2015), які розробляли методику вивчення шкільної математики з Python.

Автор дотримується позиції, що вивчення програмування повинно займати значуще місце в освітньому процесі, оскільки досвід багатьох країн свідчить, що освоєння принципів кодування і вивчення мов програмування сприяє розвитку логічного та креативного мислення.

Під час дослідження було проаналізовано та систематизовано задачний ряд шкільного курсу математики з теми «Числові послідовності» за кількома альтернативними підручниками. У статті використано задачі з підручника «Алгебра» для 9 класу авторського колективу А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, М.С. Якір. При цьому виокремлено 7 різних типів задач, для вирішення яких можливо створити шаблони програм, або коротко охарактеризувати алгоритм роботи програми, написаної на мові Python.

У процесі роботи над дослідженням, встановлено, що вивчення математики та програмування можна поєднувати, адже для написання програми учням, у першу чергу, треба знати теоретичні основи, властивості числових послідовностей, а рутинну обчислювальну роботу виконуватиме програма.

Стаття має практичний характер, оскільки вона включає в себе реалізацію алгоритмів та програм для вивчення властивостей числових послідовностей. Програмна реалізація проводиться з використанням мови програмування Python, що дозволяє досліджувати та аналізувати числові послідовності шляхом ефективного використання інструментів цієї мови.

Ключові слова: методика навчання математики, числова послідовність, програмування, Python, алгоритм.

Botuzova Yuliia. Methods of teaching mathematics with Python on the example of the topic "Numerical sequences"

The article is devoted to a disclosure of the methodological features of studying the topic "Numerical sequences" in the school course of mathematics with the help of programming tools, in particular the use of the Python language. The relevance of the topic is determined and the objectives of the research are established. A review of popular science literature on the topic of research is provided. In particular, the study is based on the manuals of American teachers and scientists P. Farrell (2019) and A. Saha (2015), who developed the methods of teaching school mathematics with Python.

The author adheres to the position that the study of programming should occupy a significant place in the educational process. After all, the experience of many countries shows that mastering the principles of coding and learning programming languages contributes to the development of logical and creative thinking.

In the course of the study, the problem series of the school mathematics course on the topic "Numerical sequences" was analyzed and systematized according to several alternative textbooks. The article uses problems from the textbook "Algebra" for the 9th grade by the team of authors A.G. Merzlyak, V.B. Polonsky, M.S. Yakir. Seven different types of problems are distinguished, for the solution of which it is possible to create program templates, or briefly describe the algorithm of a program written in Python.

In the process of working on the research, it was found that the study of mathematics and programming can be combined. To write a program, students, first of all, need to know the theoretical foundations, the properties of numerical sequences, and routine computational work will be performed by the program.

The article is of a practical nature, since it includes the implementation of algorithms and programs for studying the properties of numerical sequences. The software implementation is carried out using the Python programming language, which allows you to explore and analyze numerical sequences by effectively using the tools of this language.

Key words: *methods of teaching mathematics, numerical sequence, programming, Python, algorithm.*

Вступ. Із розвитком технологій та появою великих обсягів даних виникає необхідність вдосконалення методів обробки та аналізу інформації. Однією з ключових складових цього процесу є числові послідовності, які знаходять широке застосування в різних областях, від математики, фізики та економіки до інформаційних технологій.

У шкільному курсі математики 9 класу вивчається тема «Числові послідовності», в якій прослідковується взаємозв'язок між задачами програмування та завданнями, запропонованими у підручнику алгебри. Дослідження властивостей числових послідовностей виходить за межі традиційних математичних методів і стає актуальним завданням в контексті сучасних вимог до обробки даних. Аналіз та вивчення цих послідовностей дозволяють розкрити закономірності, що сприяє подальшому вдосконаленню алгоритмів обробки даних та оптимізації різноманітних процесів. Однією з найефективніших та універсальних мов програмування для проведення таких досліджень є Python. Це можна пояснити її відносною простотою, паралельною потужністю та здатністю вирішувати різноманітні завдання, що виникають на практиці. У Python присутня велика кількість відкритих бібліотек, що робить його ефективним інструментом для аналізу та обробки даних. Поєднання математичної теорії та інструментів програмування відкриває нові можливості для вирішення складних завдань у сфері науки та техніки.

Мета дослідження: розкрити методичні особливості вивчення теми «Числові послідовності» у шкільному курсі математики за допомогою інструментів програмування, зокрема використання мови Python.

Аналіз досліджень і публікацій. На думку вченого та експерта в галузі STEM-освіти Дж. Брауна [1] з Каліфорнії, кодування відіграє ключову роль у встановленні взаємозв'язку між математикою та її застосуванням у STEM-освіті. У своїх рекомендаціях для вчителів та учнів він підкреслював, що алгоритмізація та кодування не обмежується лише роботою програмістів, а це, скоріш за все, навичка мислення, яку ми використовуємо щоденно, навіть під час приготування бутерброду на сніданок.

Автор посібника «Doing Math with Python» А. Саха [2] вказує на тісний взаємозв'язок між математикою та програмуванням, пропонуючи вивчати деякі теми шкільної математики з використанням комп'ютера та програмування на мові Python. Такий підхід робить навчання математиці та програмуванню захоплюючим і корисним.

П. Фаррелл, американський вчитель математики та інформатики, автор посібника «Math Adventures with Python» [3], вважає необхідним під час навчання формувати в учнів розуміння того, що математика – це не просто виконання кроків алгоритму для вирішення рівняння. Здобувачі освіти мають усвідомити, що вивчення математики за допомогою програмування дозволяє кількома способами розв'язувати цікаві проблеми, з багатьма непередбаченими помилками та можливостями для вдосконалення. Саме у цьому вбачається різниця між шкільною математикою та справжньою. Наразі комп'ютери можуть виконувати більшість обчислень за нас, тож підходи до вивчення математики необхідно змінювати.

Український вчитель математики та інформатики Зеленьак О.П. [4] (м. Олександрія), ще у 2006 р. висловлював думку про важливість успішного поєднання математичного моделювання з програмуванням, щоб ознайомити учнів із втіленням окремих функцій у спеціалізованих середовищах, при цьому використовував Turbo Pascal. У більш пізній публікації Зеленьака О.П. [5] висвітлено погляд, що для цілісної реалізації взаємодії між математикою та інформатикою ефективним буде використання наборів завдань, які стосуються обох

предметів і передбачають інтеграцію знань з алгебри та математичного аналізу, геометрії та інформатики.

Розвиток блокових систем кодування, таких як Scratch, дозволяє учням вивчати основи програмування ще в початковій школі. Ця нова технологічна модель сприяє кращому розумінню сутності кодування та його функціонування. Зацікавленість сучасної молоді програмуванням визначається, зокрема, очікуваннями експертів щодо зростання попиту на професію програміста в найближчому майбутньому.

Вивчення програмування повинно займати значуще місце в освітньому процесі. Досвід багатьох країн свідчить, що освоєння принципів кодування і вивчення мов програмування сприяє розвитку логічного та креативного мислення. Важливо зауважити, що програмування розвиває творчість, надаючи навичок у пошуку рішень, оскільки розв'язання практичних завдань може вимагати різних підходів [6].

Python на сьогоднішній день є оптимальною мовою програмування для вивчення основ алгоритмізації з наступних причин [7]:

- має простий синтаксис, який робить програмний код легко зрозумілим і читабельним;
- це об'єктно-орієнтована мова програмування високого рівня, спрямована на розв'язання різноманітних завдань;
- є кросплатформенною мовою, що дозволяє створювати програми, які працюють на різних операційних системах;
- має багато готових бібліотек процедур для використання у власних програмах, що дозволяє швидко розробляти складні програми;
- підтримує різні парадигми програмування;
- мова програмування Python також має потужну стандартну бібліотеку, яку користувач може розширювати власними бібліотеками та використовувати бібліотеки інших користувачів.

Також важливо вказати, що мова Python від самого початку була розроблена відповідно до парадигми об'єктно-орієнтованого програмування, але вона також ефективно використовується для структурного і функціонального програмування.

Матеріали та метод. Під час дослідження використовувалися шкільні підручники «Алгебра» для 9 класу ЗЗСО, зокрема книга авторського колективу А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонський, М.С. Якір [8].

У процесі аналізу завдань підручників, зверталась увага на типізацію задач з метою їх класифікації та розробки алгоритмів їх розв'язування з подальшою реалізацією в програмному коді. В результаті чого було виділено 7 різних типів задач.

Тип 1. Запис кількох перших членів послідовності заданої певним правилом (описово або аналітично).

Для реалізації розв'язування таких задач у Python доцільно скористатися циклом **for**, за яким здійснюється перебір усіх елементів з деякого набору.

Тип 2. Знаходження членів деякої послідовності з конкретними номерами.

Задачі типу 2 можна вирішувати також за допомогою циклу **for**, де перебір вестиметься із конкретно заданих чисел – номерів членів послідовності. У випадку, коли за умовою задачі необхідно знайти лише один конкретний член послідовності, можна виконати звичайне обчислення, записавши формулу та підставивши значення n – номера члена послідовності.

Тип 3. Встановити чи є задане число членом послідовності. Якщо є, то вказати його номер.

Вирішення задачі типу 3 потребує застосування умовного оператора **if-else**, який використовується у разі необхідності розгалуження процесу обчислень. Тобто при наявності кількох операторів, порядок їх виконання визначається в залежності від виконання певних, наперед заданих, умов.

Тип 4. Знайти кількість додатних/від'ємних членів деякої послідовності.

Тип 5. Знайти перший додатний/від'ємний член деякої послідовності.

Виконання завдань обох типів 4 та 5 можливе, наприклад, із застосуванням циклу з передумовою (цикл **while**), який можна назвати універсальним циклом у мові Python, але працює він достатньо повільно. Відповідно до цього циклу виконується зазначений автором програми набір інструкцій до тих пір, поки умова циклу залишається істинною. У процесі виконання циклу **while** спочатку оцінюється логічний вираз. Якщо отримане значення є істинним (тобто відповідає умові, яка аналогічна умові в операторі **if**), тоді виконується тіло циклу, і після цього відбувається повернення до перевірки логічного виразу. Цей процес повторюється до тих пір, поки значення логічного виразу не стане хибним. Після цього виконання циклу завершується, і програма переходить до наступної інструкції після тіла циклу **while**. Якщо ж логічний вираз вже на початку виявиться хибним, тіло циклу не виконується ні разу.

Для завершення роботи циклу необхідно включити в його тіло оператор, що впливає на значення логічного виразу. Крім того, логічний вираз повинен бути коректним, тобто його значення має бути визначеним ще до першої перевірки. Зазвичай цикл **while** використовується, коли неможливо точно визначити кількість проходів циклу.

Тип 6. Встановити чи є числова послідовність арифметичною/геометричною прогресією.

Задачі такого типу потребують пошуку різниці/частки двох сусідніх членів послідовності порівняння отриманих значень. Тому це задача перебору та перевірки виконання умови рівності різниць/часток, а отже можна застосовувати цикл **for** та умовний оператор **if-else**.

Тип 7. Знаходження суми кількох перших членів арифметичної/геометричної прогресії.

Виконання задачі не потребує побудови складних циклів. Здійснюється обчислення необхідних вихідних даних для заповнення формули суми n перших членів арифметичної/геометричної прогресії. Зокрема, це числове значення першого члена, різниці/знаменника прогресії та кількості членів, суму яких необхідно знайти.

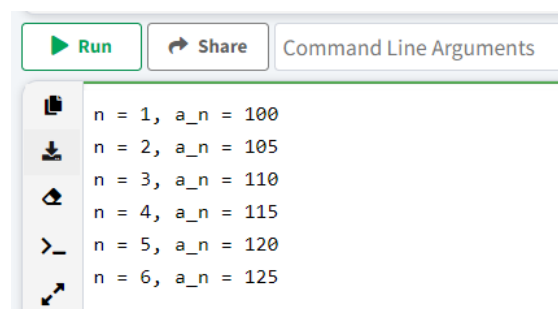
Результати. Під час дослідження було здійснено розробку програмних рішень для усіх типових завдань, пов'язаних з числовими послідовностями, з метою полегшення їх розуміння та вирішення для учнів. Передбачено створення зрозумілих та оптимальних алгоритмів на мові Python, які відображатимуть ключові аспекти та правила роботи з числовими послідовностями у шкільному курсі математики. Наведемо приклади реалізації програмних рішень для кожного з виділених типів задач.

Задача 1.1. Послідовність (a_n) є послідовністю трицифрових чисел, кратних числу 5, узятих у порядку зростання. Знайдіть перших шість членів цієї послідовності.

Розв'язання: спершу необхідно визначити найменше трицифрове число, що кратне 5 – це число 100. Отже, $a_1 = 100$. Далі, враховуючи, що числа послідовності кратні 5, записуємо: $a_2 = 105$, $a_3 = 110$, $a_4 = 115$, $a_5 = 120$, $a_6 = 125$.

Реалізуємо процес розв'язання за допомогою коду програми, автоматизуючи вивід одразу усіх шести членів послідовності (рис. 1):

```
def numbers(n):
    start = 100 #найменше трицифрове
    число, кратне 5
    sequence = [start + 5*i for i in
range(n)]
    return sequence
n_values = [1, 2, 3, 4, 5, 6]
a_n_values = numbers(6)
for n, a_n in zip(n_values, a_n_values):
    print(f"n = {n}, a_n = {a_n}")
```



```
Run Share Command Line Arguments
n = 1, a_n = 100
n = 2, a_n = 105
n = 3, a_n = 110
n = 4, a_n = 115
n = 5, a_n = 120
n = 6, a_n = 125
```

Рис. 1. Програмний код для задачі 1.1. та результат роботи програми

Задача 1.2. «Перший член геометричної прогресії дорівнює $-\frac{1}{27}$, а знаменник дорівнює 3. Знайдіть п'ять перших членів цієї прогресії [8, с. 179]».

Розв'язання: за означенням геометричної прогресії як послідовності чисел, кожен наступний член якої, починаючи з другого, дорівнює попередньому помноженому на одне й те саме число. Це число q – знаменник геометричної прогресії. Для нашої задачі $b_1 = -\frac{1}{27}$ та $q = 3$. У записі коду програми враховуємо, що деякі члени послідовності будуть звичайними дробами, тому підключаємо модуль «Fraction». Роботу програми представлено на рис. 2.

```
from fractions import Fraction
a_1 = Fraction(-1, 27)
q = 3
sequence = [a_1]
for _ in range(4):
    next_member = sequence[-1] * q
    sequence.append(next_member)
for member in sequence:
    print(member)
```

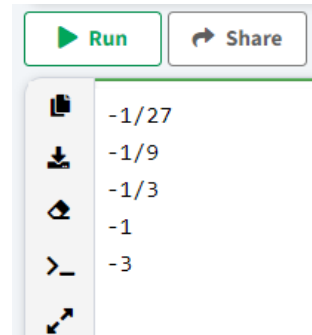


Рис. 2. Програмний код для задачі 1.2. та вивід результатів

Задачі типу 2 передбачають знаходження елемента послідовності, який має конкретний номер. Для прикладу розглянемо декілька задач цього типу.

Задача 2.1. «Послідовність (x_n) задано формулою n -го члена $x_n = 3n + 1$. Знайдіть x_1 , x_7 , x_{13} ».

Програму створено так, щоб у інтерактивному режимі можна було вносити номер члена послідовності, який нас цікавить і, в результаті її роботи, отримати відповідь. При цьому враховано, що записаний користувачем програми номер повинен бути лише натуральним числом. Наприклад, якщо користувач на запит: «Введіть номер члена послідовності» запише число «-7,5», то отримає на екрані ValueError, через те, що функція працює лише з конкретним діапазоном значень (рис. 3).

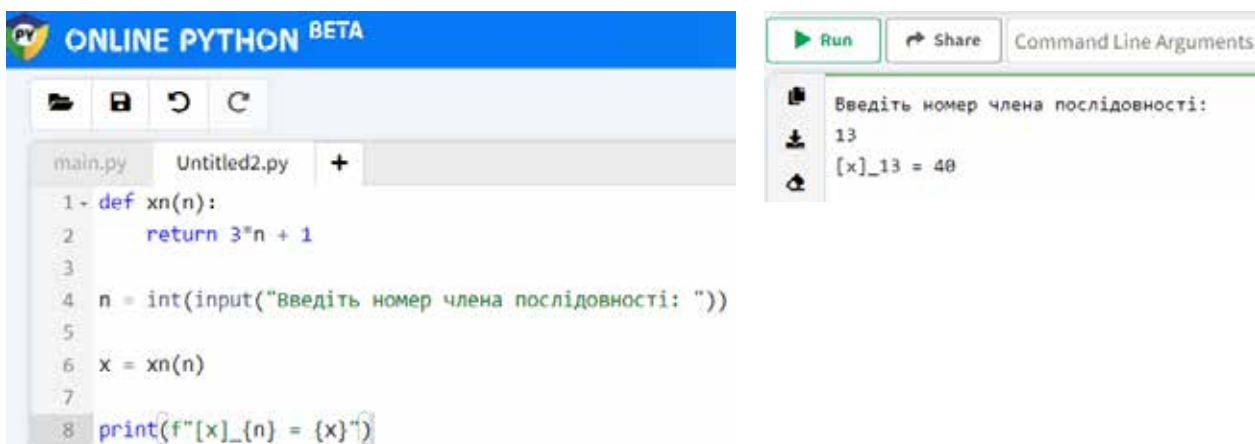
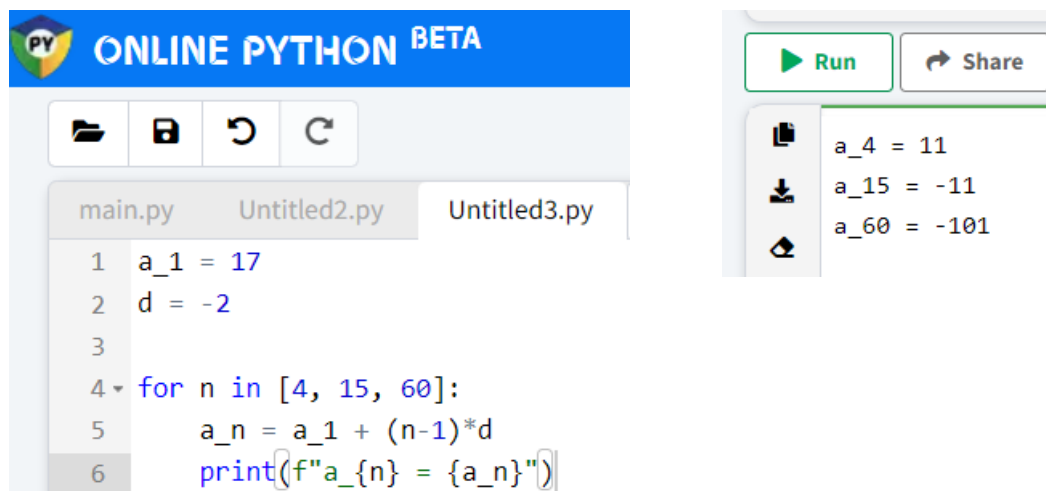


Рис. 3. Програмний код та демонстрація інтерактивного вікна програми

Задача 2.2. «Перший член арифметичної прогресії (a_n) дорівнює 17, а різниця прогресії становить -2. Знайдіть: a_4 , a_{15} , a_{60} [8, с. 162]».

Вирішимо цю задачу за допомогою циклу **for** (рис. 4), перебираючи усі значення змінної n , які попередньо визначимо з умов задачі. Для задачі 2.2 це номери: 4, 15, 60. Для універсальності користування програмою, зміні підлягатимуть рядки 1 та 2 – початкові умови задачі та рядок 4 – масив із номерами членів послідовності, які треба обчислити.



```

ONLINE PYTHON BETA
main.py  Untitled2.py  Untitled3.py
1  a_1 = 17
2  d = -2
3
4  for n in [4, 15, 60]:
5      a_n = a_1 + (n-1)*d
6      print(f"a_{n} = {a_n}")

```

```

Run  Share
a_4 = 11
a_15 = -11
a_60 = -101

```

Рис. 4. Програмний код, що легко змінюється та результат виконання

Скориставшись попереднім кодом (рис. 4) як шаблоном, можна вирішити задачу на знаходження членів геометричної прогресії. Для прикладу: *Задача 2.3.* «Перший член геометричної прогресії $b_1 = \frac{1}{125}$, а її знаменник $q=5$. Знайдіть b_4 , b_7 [8, с. 179]».

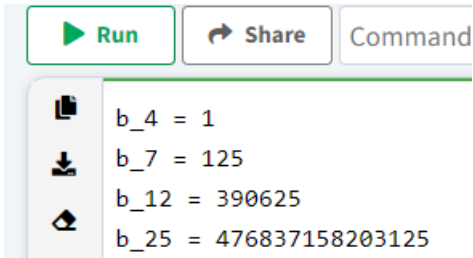
У записі програмного коду (рис. 5), передбачено також обчислення b_{12} та b_{25} , отримати значення яких без калькулятора достатньо складно.

```

from fractions import Fraction
b_1 = Fraction(1,125)
q = 5

for n in [4,7,12,25]:
    b_n = b_1*(q**(n-1))
    print(f"b_{n} = {b_n}")

```



```

Run  Share  Command
b_4 = 1
b_7 = 125
b_12 = 390625
b_25 = 476837158203125

```

Рис. 5. Програмний код та результат роботи програми по обчисленню членів геометричної прогресії

Перейдемо до розгляду задач типу 3, які передбачають встановлення належності деякого числа заданій послідовності.

Задача 3.1. «Послідовність задана аналітично $x_n = n^2 - 4$. Чи є членом цієї послідовності число 5; 16; 77? Якщо є, то вкажіть його номер у цій послідовності?».

Для реалізації розв'язання цієї задачі у діалоговому режимі, написано програму [9], яка здійснює запит «Введіть число для перевірки» та після запису числа користувачем, видає відповідь (рис. 6).

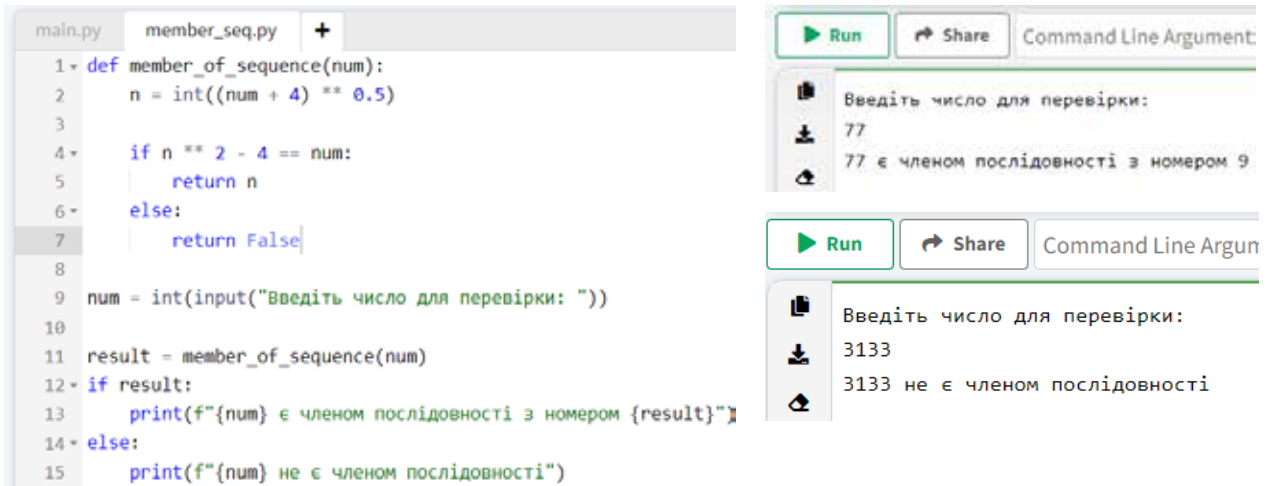


Рис. 6. Програма та результат «діалогу» з нею

Як бачимо з рис. 6, число 77 є 9-им членом заданої послідовності, а 3133 не є членом цієї послідовності. Програма дозволяє перевіряти будь-яке число, будь-яку кількість разів. Програмний код універсальний: у разі розв’язання типової задачі – змінюємо аналітичну формулу загального члена послідовності та продумуємо формулу для виводу n (рядки 2 та 4 програми). Наприклад, для задачі 3.2. «Перевірити, чи є число * членом арифметичної прогресії $a_n = 6 + 7n$ », програмний код виглядатиме так (рис. 7):

```
def member_of_sequence(num):
    n = int((num - 6) / 7)

    if n*7 + 6 == num:
        return n
    else:
        return False

num = int(input("Введіть число для перевірки:
"))

result = member_of_sequence(num)
if result:
    print(f"{num} є членом послідовності з номером {result}")
else:
    print(f"{num} не є членом послідовності")
```

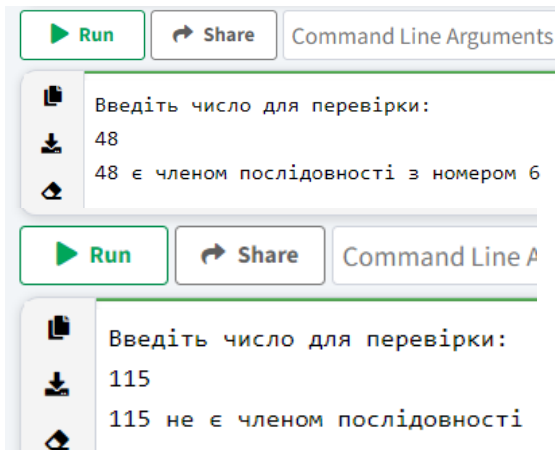


Рис. 7. Програма-шаблон, використана для виконання типової задачі

Варто зазначити, що використання шаблонів програм дозволяє навчитися програмувати [10], адже у процесі внесення змін до програми відбувається аналіз кроків програми та логіки її побудови.

Під час роботи з наступними типами задач також можливе використання шаблонів, які містять цикл **while**. Формулювання умов задач передбачає знаходження кількості членів заданої послідовності, які мають сталий знак або ж вказати номер першого від’ємного/додатного члена послідовності. Написання програми для вирішення таких завдань передбачає, що в коді буде

враховане перебирання послідовних членів послідовності, доки не виконається необхідна умова. Наприклад, шукаючи число усіх від'ємних членів послідовності, перебираємо їх підряд та кожного разу, беручи від'ємний, додаємо одиницю до певної визначеної в програмі змінної, яка є шуканою. Як тільки натрапляємо перебором на додатне значення, програма зупиняється, а у відповідь виводиться знайдете на попередньому кроці значення змінної.

Прикладами таких задач є:

Задача 4.1. «Скільки від'ємних членів містить послідовність (x_n) , яка задана формулою $x_n = 6n - 50$? [8, с. 155]?»

Задача 4.2. «Скільки додатних членів містить арифметична прогресія 5,2; 4,9; 4,6;... [8, с. 163]?»

Їх розв'язання за допомогою програм представлено на рис. 8. (задача 4.1. – зліва, задача 4.2 – справа).

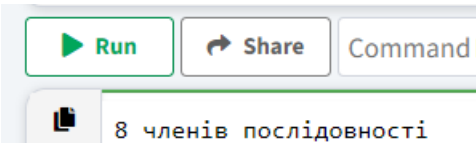
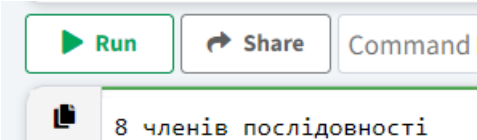
<pre>n = 1 negative = 0 while True: x_n = 6 * n - 50 if x_n < 0: negative += 1 n += 1 if x_n >= 0: break print(f"{negative} членів послідовності")</pre>	<pre>first_term = 5.2 difference = -0.3 count = 0 while first_term > 0: count += 1 first_term += difference print("Кількість додатних членів у прогресії:", count)</pre>
	
	

Рис. 8. Програми із циклом while для вирішення задач типу 4

Задачі типу 5 розв'язуються аналогічним чином, тільки, наприклад, шукаючи перше від'ємне число, ми рахуємо усі попередні невід'ємні члени послідовності, а коли беремо додатний, то вказуємо саме його номер, не повертаючись до попереднього кроку.

Прикладами задач типу 5 є:

Задача 5.1. «Знайдіть номер першого від'ємного члена послідовності (y_n) , заданої формулою $y_n = 38 - 3n$ [8, с. 155]».

Задача 5.2. «Який номер має перший додатний член арифметичної прогресії -10,2; -9,5; -8,8;... [8, с. 163]?».

Розв'язання обох задач представлено на рис. 9. (задача 5.1. – зліва, задача 5.2. – справа).


```
def find():
    n = 1
    while True:
        y_n = 38 - 3*n #умова задачі
        if y_n < 0:
            return n
        else:
            n += 1
n = find()
print(f"Номер першого від'ємного члена
послідовності: {n}")
```



Номер першого від'ємного члена послідовності: 13

```
def find():
    n = 1
    while True:
        y_n = -10.9+0.7*n #умова задачі
        if y_n > 0:
            return n
        else:
            n += 1
n = find()
print(f"Номер першого додатного члена
прогресії: {n}")
```



Номер першого додатного члена прогресії: 16

Рис. 9. Програми із циклом while для вирішення задач типу 5

Наступні типові задачі передбачають визначення чи є числа послідовність арифметичною або геометричною прогресією. Для розв'язання таких задач достатньо знати означення цих прогресій та їх властивості, а саме: різниця арифметичної прогресії $d = a_n - a_{n-1}$ або $d = \frac{a_n - a_m}{n - m}$;

знаменник геометричної прогресії $q = \frac{b_n}{b_{n-1}}$ або $q^{n-m} = \frac{b_n}{b_m}$.

Задача 6.1. «Чи є арифметичною прогресією послідовність (у разі ствердної відповіді вказати різницю прогресії) [8, с. 162]: а) 24; 22; 20; 18; б) 16; 17; 19; 23; в) -3; 2; 7; 12».

Задача 6.2. «Серед наведених послідовностей укажіть геометричні прогресії та знаменник кожної з них [8, с. 178]: а) 2; -2; 2; -2; б) 4; 8; 16; 32; в) 10; 20; 30; 40».

Розв'язання наведених вище задач типу 6, реалізовано програмним кодом із застосуванням циклу **for** для перебору елементів заданих послідовностей та умовного оператора **if-else**, який розгалужує умову на 2 вітки: якщо виконується рівність знайдених різниць чи часток двох послідовних членів послідовностей, то в результаті виводиться ствердна відповідь, якщо ж умова рівності не виконується – то результат, що послідовність не є прогресією. На рис. 10 представлено розв'язання задачі 6.1. (зліва) та задачі 6.2. (справа).

Останній тип задач, що був виділений у шкільних підручниках з теми «Числові послідовності» – це задачі на знаходження суми кількох перших членів арифметичної чи геометричної прогресій. Їх розв'язання не потребує написання складних програм, лише дозволяє автоматизувати обчислення. Для прикладу наведемо одну з таких задач (рис. 11): *Задача 7.1.* «Знайти суму дванадцяти перших n членів геометричної прогресії (b_n) зі знаменником q : 1) $b_1 = 1, q = 2, n = 9$; 2) $b_1 = 15, q = \frac{2}{3}, n = 3$; 3) $b_1 = 18, q = -\frac{1}{3}, n = 5$ [8, с. 187]».



<pre>#послідовності sequences = { "sequence1": [24, 22, 20, 18], "sequence2": [16, 17, 19, 23], "sequence3": [-3, 2, 7, 12] } for name, sequence in sequences.items(): #різниця між сусідніми елементами diffs = [sequence[i+1] - sequence[i] for i in range(len(sequence) - 1)] #Перевіряємо, чи є різниця постійною if len(set(diffs)) == 1: print(f"{name} є арифметичною прогресією з різницею {diffs[0]}") else: print(f"{name} не є арифметичною прогресією")</pre>  <p>sequence1 є геометричною прогресією зі знаменником -1.0 sequence2 є геометричною прогресією зі знаменником 2.0 sequence3 не є геометричною прогресією</p>	<pre>#послідовності sequences = { "sequence1": [2, -2, 2, -2], "sequence2": [4, 8, 16, 32], "sequence3": [10, 20, 30, 40] } for name, sequence in sequences.items(): #частка сусідніх елементів frac = [sequence[i+1]/sequence[i] for i in range(len(sequence) - 1)] #Перевіряємо, чи є частка постійною if len(set(frac)) == 1: print(f"{name} є геометричною прогресією зі знаменником {frac[0]}") else: print(f"{name} не є геометричною прогресією")</pre>  <p>sequence1 є геометричною прогресією зі знаменником -1.0 sequence2 є геометричною прогресією зі знаменником 2.0 sequence3 не є геометричною прогресією</p>
---	--

Рис. 10. Програми із умовним оператором if-else для вирішення задач типу 6


<pre>from sympy import * init_printing() def sum(b_1, q, n): if q == 1: return "ERROR" else: return simplify(b_1 * (q**n - 1) / (q - 1)) #1 print(sum(1, 2, 9)) #2 print(sum(Rational(15), Rational(2, 3), 3)) #3 print(sum(Rational(18), Rational(-1, 3), 5))</pre>	 <p>511.0000000000000 95/3 122/9</p>
---	---

Рис. 11. Програма для знаходження суми n перших членів геометричної прогресії

Окрім типових задач, у темі «Числові послідовності» дуже багато нетипових. Розглянемо декілька з них:

Задача 8. «Знайдіть суму 33 перших членів арифметичної прогресії (a_n) , якщо $a_3 + a_5 + a_{13} = 33$ та $a_{15} - a_8 - a_{10} = -1$ [8, с. 169]».

```

from sympy import symbols, solve

a_1, d = symbols('a_1 d')

sol = solve((3*a_1 + 18*d - 33, -a_1 - 2*d + 1),
(a_1, d))

n = 33
S_n = n/2 * (2*sol[a_1] + (n - 1)*sol[d])

print(S_n)

```



Рис. 12. Програма до задачі 8

Для розв’язання цієї задачі написано коротку програму (рис. 12), яка розв’язує систему рівнянь з двома невідомими та шукає суму за формулою $S_n = \frac{2a_1 + d(n-1)}{2}n$. Результат обчислень, здійснений програмою на рис. 12 справа.

Задача 9. «Які чотири числа необхідно поставити між числами 4 та -5, щоб вони разом із даними числами утворили арифметичну прогресію? [8, с. 163]».

Виконання задачі базується на властивості, описаній вище $d = \frac{a_n - a_m}{n - m}$. Продемонструємо програмний код та результат роботи програми на рис. 13.

```

a_1 = 4
a_n = -5
n = 6

d = (a_n - a_1) / (n - 1)

num2 = [a_1 + i * d for i in range(1, n-1)]

num2 = [round(num, 1) for num in num2]

print(f"числа, які треба вставити, щоб вони утворювали арифметичну прогресію: {num2}")

```

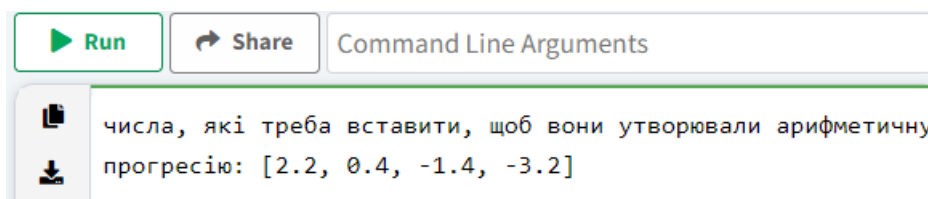


Рис. 13. Програмний код та результат його виконання до задачі 9

Задача 10. «Розв'яжіть рівняння: 1) $11 + 19 + 27 + \dots + (8n + 3) = 470$, де n – натуральне число; 2) $1 + 5 + 9 + \dots + x = 630$, де x – натуральне число».

Обидва рівняння – це сума деякої кількості членів арифметичної прогресії, тому застосувавши відому формулу, знайдемо шукані невідомі за допомогою Python. Програма з використанням циклу **for** та умовного оператора **if** одразу розв'язує два рівняння, що є в умові завдання та виводить на екран відповіді (рис. 14).

```
from sympy import symbols, solve

def progression(a1, d, S):
    n, x = symbols('n x')


    eq1 = n/2 * (2*a1 + (n - 1) * d) - S #Формула суми арифметичної прогресії
    eq2 = x - (a1 + (n - 1) * d)

    solutions = solve((eq1, eq2), (n, x))

    for sol in solutions:
        n_sol, x_sol = sol
        if n_sol.is_integer and n_sol > 0 and x_sol.is_integer and x_sol > 0:
            return int(n_sol), int(x_sol)

n1, x1 = progression(11, 8, 470)
n2, x2 = progression(1, 4, 630)

print(f"Розв'язки для першого рівняння: n = {n1}")
print(f"Розв'язки для другого рівняння: x = {x2}")
```



```
Розв'язки для першого рівняння: n = 10
Розв'язки для другого рівняння: x = 69
```

Рис. 14. Програма для розв'язку нестандартних рівнянь (задача 10)

Висновки. Із розвитком Scratch і блокових систем кодування учні ще в початковій школі з легкістю вивчають основи програмування. Нова технологічна модель допомогла молоді зрозуміти тонкощі кодування та його функціонування. Зацікавленість сучасних підлітків програмуванням у першу чергу пов'язана із прогнозами експертів щодо неабиякої затребуваності професії програміста в найближчому майбутньому. З власного досвіду та досвіду колег у навчанні математики старшокласників (9–11 класи) зазначимо, що сучасні підлітки, які зацікавлені програмуванням, найчастіше самі спонукають вчителя до пошуку нових підходів у навчанні математики. Тож, для розкриття методичних особливостей вивчення теми «Числові послідовності» у шкільному курсі математики за допомогою інструментів програмування, зокрема використання мови Python, було: проаналізовано та систематизовано задачі із теми «Числові послідовності» курсу математики основної школи та можливості їх відображення у програмному коді, визначено функціональні можливості програмування для розв'язування задач шкільного курсу математики з теми «Числові послідовності».

Література:

1. Brown G. Teaching STEM practice with coding. URL: <https://www.hand2mind.com/blog/teach-stem-practices-with-coding> (дата звернення: 25.09.2023).
2. Saha A. Doing Math with Python. San Francisco, 2015. 244 p.

3. Farrell P. *Math Adventure with Python*. San Francisco, 2019. 347 p.
4. Зеленьяк О. П. Інтегровані уроки з математики та інформатики в класах з поглибленим вивченням цих предметів. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2006. № 5. С. 16–18.
5. Зеленьяк О.П. Технології застосування середовищ динамічної геометрії. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2013, Том 36, № 4. С. 40–56.
6. Костюченко А.О. Основи програмування мовою Python: навчальний посібник. Чернівці: ФОП Баликіна С.М., 2020. 180 с.
7. Кобильник Т.П., Когут У.П., Жидик В.Б. Методичні аспекти вивчення основ алгоритмізації і програмування мовою Python у шкільному курсі інформатики у старших класах. *Фізико-математична освіта*, 2021. Вип. 5(31). С. 36–44.
8. Мерзляк А.Г., Полонський В.Б., Якір М.С. *Алгебра: підруч. для 9 кл.* Харків: Гімназія, 2017. 272 с.
9. Ботузова Ю.В. Використання програмування на мові Python під час вивчення математики як STEM-підхід. Актуальні аспекти розвитку STEAM-освіти в умовах євроінтеграції: збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Кропивницький, 21 квітня 2023 року). Кропивницький: ДонДУВС, 2023. С. 66–69.
10. Бондаренко М.Ф., Білоус Н.В., Руткас А.Г. *Комп'ютерна дискретна математика: Підручник*. Харків: «Компанія СМІТ», 2004. 480 с.

References:

1. Brown, G. Teaching STEM practice with coding. Retrieved from: <https://www.hand2mind.com/blog/teach-stem-practices-with-coding> [in English].
2. Saha, A. (2015). *Doing Math with Python*. San Francisco. 244 p. [in English].
3. Farrell, P. (2019). *Math Adventure with Python*. San Francisco. 347 p. [in English].
4. Zeleniak, O.P. (2006). Intehrovani uroky z matematyky ta informatyky v klasakh z pohlyblyenym vyvchenniam tsykh predmetiv [Integrated lessons in mathematics and computer science in classes with in-depth study of these subjects]. *Kompiuter u shkoli ta simi*, 5, 16–18 [in Ukrainian].
5. Zeleniak, O.P. (2013). Tekhnolohii zastosuvannia seredovyshech dynamichnoi heometrii [Technologies for the application of dynamic geometry environments]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, Vol. 36, № 4, 40–56 [in Ukrainian].
6. Kostiuuchenko, A.O. (2020). *Osnovy prohramuvannia movoiu Python: navchalnyi posibnyk [Python Programming Fundamentals: Tutorial]*. Chernihiv: FOP Balykina S.M. 180 p. [in Ukrainian].
7. Kobylnyk, T.P., Kohut, U.P., & Zhydyk, V.B. (2021). Metodychni aspekty vyvchennia osnov alhorytmizatsii i prohramuvannia movoiu Python u shkilnomu kursu informatyky u starshykh klasakh [Methodological Aspects of Studying the Basics of Algorithmization and Python Programming in the School Course of Informatics in High School]. *Fizyko-matematychna osvita*, 5(31), 36–44 [in Ukrainian].
8. Merzliak, A.H., Polonskyi, V.B., & Yakir, M.S. (2017). *Alhebra: pidruch. dlia 9 kl. [Algebra: Textbook]*. Kharkiv: Himnaziia. 272 p. [in Ukrainian].
9. Botuzova, Yu.V. (2023). Vykorystannia prohramuvannia na movi Python pid chas vyvchennia matematyky yak STEM-pidkhid [The use of Python programming in the study of mathematics as a STEM approach]. *Aktualni aspekty rozvytku STEAM-osvity v umovakh yevrointehratsii: zbirnyk materialiv Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* (m. Kropyvnytskyi, 21 kvitnia 2023 roku). Kropyvnytskyi: DonDUVS. P. 66–69 [in Ukrainian].
10. Bondarenko, M.F., Bilous, N.V., & Rutkas, A.H. (2004). *Kompiuterna dyskretna matematyka: Pidruchnyk [Computer Discrete Mathematics: Textbook]*. Kharkiv: «Kompaniia SMIT». 480 p. [in Ukrainian].

УДК 7.071.5

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-4>

ТРАНСФОРМАЦІЯ ХУДОЖНЬО-ГРАФІЧНОЇ ОСВІТИ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ ВІДПОВІДНО ДО СУСПІЛЬНИХ ЗМІН ХХ СТОЛІТТЯ

Вакуленко Олександр Сергійович,

аспірант кафедри теорії і методики технологічної освіти

Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

ORCID ID: 0009-0004-3254-0973

Гриценко Лариса Олександрівна,

кандидат педагогічних наук,

доцентка кафедри теорії і методики технологічної освіти

Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка

ORCID ID: 0000-0003-4754-4593

У статті детально розглянуто процес трансформації художньо-графічної освіти у закладах вищої освіти протягом ХХ століття, акцентуючи увагу на тому, як комплекс суспільних змін, що охоплюють історичні, соціокультурні та технологічні аспекти, суттєво вплинув на еволюцію даної сфери освіти. Аналізуючи період ХХ століття, виділено кілька ключових етапів, що ілюструють як поступову трансформацію підходів до навчання та викладання, так і реформування структури освітніх програм відповідно до змінюваних потреб суспільства та ринку праці. Також стаття підкреслює, як кожен історичний етап розвитку художньо-графічної освіти відображає відповідь на виклики та можливості свого часу, формуючи сучасний вигляд цієї галузі знання. Особлива увага у статті приділена впливу індустріалізації та глобалізації, які стимулювали розширення масштабів та спектру художньо-графічної освіти, інтеграцію міжнародних освітніх стандартів та підходів. Важливим аспектом аналізу став розвиток новітніх технологій, зокрема, введення цифрових засобів у навчальний процес, що відкрило перед художньо-графічною освітою нові перспективи та викликало необхідність адаптації педагогічних методик. У контексті соціальних рухів, таких як фемінізм та боротьба за цивільні права, стаття висвітлює, як ці тенденції сприяли демократизації освітнього середовища, забезпеченню рівних можливостей для всіх студентів незалежно від статі, раси чи соціального статусу. Ці зміни спонукали до переосмислення освітньої політики, зокрема щодо змісту та цілей художньо-графічної освіти, акцентуючи на необхідності формування відкритого, інклюзивного та мультикультурного освітнього простору.

Завершуючи аналіз, стаття окреслює перспективи подальшого розвитку художньо-графічної освіти, підкреслюючи значення інноваційних підходів, які можуть включати розробку нових навчальних програм, застосування передових технологій та методик, а також зміцнення міжнародної співпраці. Особлива увага приділяється необхідності підготовки викладачів, здатних ефективно працювати в динамічному та змінюваному освітньому середовищі, що вимагає від них не лише глибоких фахових знань, але й гнучкості, відкритості до новацій та готовності до неперервного професійного розвитку.

Ключові слова: трансформація, художньо-графічна освіта, суспільні зміни, заклади вищої освіти, ХХ століття, індустріалізація, технологічний прогрес.

Vakulenko Oleksandr, Hrytsenko Larysa. Transformation of art and graphic education in institutions of higher education according to the social changes of the 20th century

The article examines in detail the process of transformation of artistic and graphic education in higher educational institutions during the 20th century, focusing on how a complex of social changes, covering historical, socio-cultural and technological aspects, significantly influenced the evolution of this field of education. Analyzing the period of the 20th century, several key stages are highlighted, which illustrate both the gradual transformation of approaches to learning and teaching, and the reformation of the structure of educational programs in accordance with the changing needs of society and the labor market. The article also emphasizes how each historical stage of the development of art and graphic education reflects the response to the challenges and opportunities of its time, forming the modern appearance of this field of knowledge. The article pays special attention to the impact

of industrialization and globalization, which stimulated the expansion of the scope and spectrum of art and graphic education, the integration of international educational standards and approaches. An important aspect of the analysis was the development of the latest technologies, in particular, the introduction of digital tools into the educational process, which opened up new perspectives for art and graphic education and necessitated the adaptation of pedagogical methods. In the context of social movements such as feminism and the struggle for civil rights, the article highlights how these trends contributed to the democratization of the educational environment, ensuring equal opportunities for all students regardless of gender, race or social status. These changes prompted a rethinking of educational policy, in particular regarding the content and goals of art and graphic education, emphasizing the need to create an open, inclusive and multicultural educational space.

Concluding the analysis, the article outlines the prospects for the further development of art and graphic education, emphasizing the importance of innovative approaches, which may include the development of new educational programs, the use of advanced technologies and methods, as well as the strengthening of international cooperation. Special attention is paid to the need to train teachers who are able to work effectively in a dynamic and changing educational environment, which requires them not only to have deep professional knowledge, but also flexibility, openness to innovations and readiness for continuous professional development.

Key words: transformation, artistic and graphic education, social changes, higher educational institutions, 20th century, industrialization, technological progress.

Вступ. Трансформація художньо-графічної освіти у закладах вищої освіти у ХХ столітті відображає вплив значних соціальних, культурних та політичних змін, включаючи індустріалізацію, глобалізацію та технологічний прогрес. Ці зміни спричинили переосмислення методів викладання, курикулумів та освітніх цілей. Важливість аналізу цієї трансформації полягає у зрозумінні, як історичний досвід впливає на формування сучасних освітніх підходів, сприяє адаптації та інноваціям. Розвиток художньо-графічної освіти також відбувався через призму етнокультурної цінності, зберігаючи національну ідентичність та сприяючи культурній диверсифікації. Огляд історичного розвитку та адаптація перевірених підходів є ключовими для розробки ефективних стратегій освітнього розвитку, що відповідають сучасним вимогам та забезпечують якісну підготовку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Трансформація художньо-графічної освіти у закладах вищої освіти України у відповідності до суспільних змін ХХ століття вимагає детального аналізу наукових досліджень, що здійснювались видатними українськими науковцями. Праці таких дослідників як В. М. Гриньова, В. І. Євдокимов, О. В. Іонова, В. І. Лозова, І. Ф. Прокопенко та А. М. Троцко відіграють ключову роль у з'ясуванні тенденцій і методологій, які формували художньо-графічну освіту в контексті суспільних змін.

Науковий внесок В. М. Гриньової, виявлений у публікації «Педагогічні умови формування професійної компетентності майбутніх учителів образотворчого мистецтва» (2015), акцентує увагу на необхідності створення ефективних педагогічних умов для підготовки майбутніх учителів. Робота В. І. Євдокимова «Методологічні основи художньо-графічної підготовки вчителів» (2016) розглядає теоретичні аспекти формування методологічної бази викладання художніх дисциплін. О. В. Іонова у своїй статті «Інноваційні підходи до викладання художньо-графічних дисциплін у вищій школі» (2017) деталізує інноваційні підходи, що можуть оптимізувати навчальний процес і адаптувати його до сучасних вимог. В. І. Лозова у праці «Розвиток художньо-графічної освіти в Україні: історичний аспект» (2018) проводить аналіз історичного розвитку галузі, що дозволяє зрозуміти коріння сучасних освітніх практик і методик. І. Ф. Прокопенко у своєму дослідженні «Сучасні тенденції в художньо-графічній освіті» (2019) висвітлює основні тенденції, які формують галузь в сучасних умовах, підкреслюючи важливість інтеграції нових технологій. А. М. Троцко у роботі «Вплив суспільних змін на методологію викладання художньо-графічних дисциплін» (2020) аналізує, як глобальні соціальні зміни впливають на методики викладання і підготовку вчителів.

Дослідження, проведені В. Бейером, Є. Белютіною та В. Веретенниковим, представляють значний інтерес у контексті аналізу розвитку художньої освіти в Україні на тлі культурних

змін. В статті В. Бейера «Художня освіта в контексті культурних змін» (2018) звертається увага на взаємозв'язок між культурними трансформаціями і методами художньої освіти. Автор аргументує, що динаміка культурного середовища накладає відбиток на освітні підходи та формує нові вимоги до змісту та структури навчальних курсів. Є. Белютіна у своїй роботі «Роль художньої освіти у формуванні творчої особистості» (2019) розглядає художню освіту як критичний елемент у розвитку творчих здібностей індивіда. Дослідниця акцентує на значенні артистичних дисциплін у підвищенні креативного потенціалу студентів, вважаючи це необхідністю для сучасної освіти, яка прагне розвивати в учнів не лише фахові навички, а й здатність до інноваційного мислення. В. Веретенников у публікації «Історія розвитку художньої освіти в Україні» (2020) аналізує еволюцію художньої освіти від радянських часів до сучасності, висвітлюючи ключові етапи та зміни, які відбувались у цій сфері. Автор детально розглядає періоди реформ, які спрямовувались на деколонізацію освіти та впровадження національних культурних цінностей у художні дисципліни.

Метою статті є аналіз трансформації художньо-графічної освіти у закладах вищої освіти України в контексті суспільних змін, які відбулися протягом ХХ століття. Основна увага приділяється вивченню того, як глобальні та національні культурні, соціальні та політичні перетворення вплинули на методології, педагогічні підходи та освітні практики у сфері художньо-графічної підготовки. Важливо зрозуміти ці зміни, оскільки вони вказують на тенденції розвитку освітніх стандартів та вимог, що, в свою чергу, формують професійні компетенції випускників відповідних спеціальностей.

Матеріали та метод. У рамках дослідження трансформації художньо-графічної освіти впродовж ХХ століття використовувалися різноманітні методологічні підходи, кожен з яких сприяв глибокому розумінню впливу суспільних змін на освітні практики. Перш за все, *історичний* метод дозволив дослідити еволюцію художньо-графічної освіти, зіставляючи різні історичні періоди та визначаючи основні етапи розвитку цієї галузі освіти. Цей метод сприяв ідентифікації ключових історичних віх, що формували педагогічні підходи та методики викладання.

Доповненням до історичного аналізу стали аналітичний та порівняльний методи. *Аналітичний* метод був використаний для систематизації зібраних даних, детального розгляду існуючих теоретичних концепцій та емпіричних даних, які стосуються художньо-графічної освіти. Завдяки аналітичному методу можна було обробити великі обсяги інформації та виділити основні тенденції та зміни, які відбувалися у цій сфері. *Порівняльний* метод застосовувався для порівняння художньо-графічних освітніх програм, методів викладання та освітніх стандартів у різні історичні періоди. Це дало змогу оцінити вплив суспільних змін на освітній процес та адаптацію освітніх установ до нових культурних, соціальних та політичних реалій.

Завдяки комплексному використанню цих методів дослідження забезпечено наукову обґрунтованість висновків, а також виявлено основні напрями та перспективи розвитку художньо-графічної освіти у відповідь на суспільні виклики ХХ століття.

У контексті наукового дослідження теми «Трансформація художньо-графічної освіти у закладах вищої освіти відповідно до суспільних змін ХХ століття», ключове значення має чітке визначення основних понять, які лягають в основу теоретичного аналізу. Під *художньо-графічною освітою* розуміють сферу освітньої діяльності, що зосереджена на підготовці спеціалістів у галузі художньої графіки, дизайну, ілюстрації, а також на вихованні естетичного смаку, розвитку креативних здібностей та навичок візуального мистецтва [1]. *Трансформація* в даному контексті вказує на процес значних змін або модифікацій у структурі, змісті, методах та підходах до художньо-графічної освіти, що відбуваються під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів. *Суспільні зміни*, у свою чергу, означають широкий спектр трансформацій у соціальній, економічній, політичній та культурній сферах суспільства, які впливають на різні аспекти людського життя, включно з освітою. Ці зміни можуть включати технологічний

прогрес, глобалізацію, зміни в соціальній структурі та культурних цінностях, що безпосередньо впливають на потреби, цілі та методи художньо-графічної освіти. Розуміння цих понять є фундаментальним для аналізу динаміки розвитку художньо-графічної освіти та її адаптації до викликів сучасності [2].

Результати. На початку ХХ століття художньо-графічна освіта на теренах України перебувала на етапі формування і розвитку. Відсутність спеціалізованих закладів вищої освіти у галузі мистецтва до 1917 року зумовлювала особливості навчання художніх дисциплін, які здебільшого інтегрувались у програми загальної освіти ліцеїв, гімназій, колегіумів та університетів [3]. Проте, вплив Європейських освітніх традицій та культурний обмін сприяли поступовому визнанню необхідності розвитку спеціалізованої художньо-графічної освіти. Індустріалізація та технологічний прогрес ХХ століття суттєво вплинули на художньо-графічну освіту, вимагаючи адаптації змісту та методик навчання до нових реалій. Зростання масового виробництва, розвиток друкарської справи та реклами потребували фахівців із новими навичками у галузі графічного дизайну, що стимулювало реформування художньої освіти [4].

Великі світові події, зокрема дві світові війни та холодна війна, також відіграли вирішальну роль у формуванні освітньої політики та ідеології. Вони не лише змінювали соціально-економічний ландшафт, але й спонукали до переосмислення цінностей і функцій мистецтва й освіти в суспільстві. Це, у свою чергу, вимагало від художньо-графічної освіти більшої гнучкості та здатності відповідати на виклики часу, адаптуючи програми навчання до потреб суспільства та культурного розвитку [5].

Таким чином, історичний контекст ХХ століття відзначався значними змінами, які вплинули на художньо-графічну освіту в Україні. Від ранніх спроб інтеграції художніх дисциплін у загальноосвітні програми до поступового визнання необхідності спеціалізованої освіти, від реагування на технологічний прогрес до адаптації до глобальних соціальних викликів – цей період позначений пошуком балансу між традиційними цінностями та необхідністю інноваційного розвитку.

Трансформаційні процеси в художньо-графічній освіті протягом ХХ століття можуть бути систематизовані через аналіз визначальних декад – 1920-ті, 1950-ті, 1970-ті та 1990-ті роки, кожна з яких відзначена певними особливостями еволюції освітніх практик та педагогічних стратегій, що корелюють із загальносуспільними змінами. Цей період характеризується як послідовність етапів, що відображають адаптацію художньо-графічної освіти до динамічно змінюваних умов соціального середовища, технологічного прогресу та культурного контексту [6].

На початку 1920-х років відбувається формування основ художньо-графічної освіти в новостворених навчальних закладах, що стало відповіддю на потребу в освічених фахівцях у галузі мистецтва, зумовлену соціальними перетвореннями післяреволюційного періоду. Втім, 1950-ті роки принесли з собою затвердження ідеологічних рамок в мистецькій освіті, що обмежило можливості для творчого розвитку та інновацій. Протягом 1970-х років спостерігається поживлення в освітній сфері, пов'язане із поширенням нових технологічних рішень та зростанням соціальної мобільності, що спонукало до перегляду та оновлення освітніх програм. 1990-ті роки стали періодом значних змін, ініційованих розпадом Радянського Союзу та здобуттям Україною незалежності, що відкрило шлях для демократизації та глобалізації освітньої політики [7].

Важливим фактором, що вплинув на художньо-графічну освіту, стали соціальні рухи, зокрема фемінізм та рух за цивільні права, що сприяли переосмисленню традиційних підходів до навчання та викладання, звертаючи увагу на гендерну рівність та інклюзивність. Технологічний розвиток, особливо у сфері друкарської справи та комп'ютерних технологій, зумовив необхідність інтеграції новітніх засобів у процес художньої освіти, відкриваючи нові горизонти для розвитку творчих здібностей студентів [8].

Отже, аналіз основних етапів трансформації художньо-графічної освіти у ХХ столітті дозволяє констатувати, що вона була тісно пов'язана із загальними соціокультурними процесами, які визначали контури суспільного розвитку, відображаючи в освітній практиці зміни, що відбувалися на рівні культурних та технологічних інновацій.

Аналіз інноваційних підходів у художньо-графічній освіті вимагає уваги до конкретних прикладів закладів вищої освіти, які стали піонерами змін у цій дисципліні. Ці заклади не лише адаптувалися до вимог часу, але й активно формували нові тренди, впроваджуючи інноваційні педагогічні стратегії та технології. Серед таких інституцій можна виділити, наприклад, Національну академію образотворчого мистецтва і архітектури в Україні, яка здійснила значний вплив на розвиток художньої освіти, впроваджуючи комплексні програми, що інтегрують традиційні мистецькі техніки з сучасними цифровими технологіями [9].

Окрім того, міжнародні та національні обмінні програми відіграли важливу роль у розвитку художньо-графічної освіти, забезпечуючи студентам та викладачам доступ до глобальних освітніх ресурсів, обміну досвідом і знаннями. Програми обміну сприяли не лише культурному та академічному збагаченню, але й відкрили можливості для інтеграції новітніх підходів та методик у національну художньо-графічну освіту. Вони дозволили студентам та викладачам з України зануритися у міжнародне мистецьке середовище, засвоїти передові практики та втілити їх у власній педагогічній та творчій діяльності.

Важливим аспектом інноваційних підходів стала інтеграція цифрових технологій у художньо-графічну освіту. Впровадження програмного забезпечення для дизайну, 3D моделювання, цифрової ілюстрації та анімації змінило традиційне уявлення про художню освіту, розширило можливості студентів у вираженні творчих ідей та в реалізації комплексних проєктів. Це також вимагало від викладачів постійного оновлення власних знань та умінь, щоб відповідати сучасним освітнім стандартам.

Таким чином, кейс-стаді конкретного закладу вищої освіти та аналіз впливу міжнародних обмінних програм демонструють, як інноваційні підходи та глобальні освітні ініціативи сприяли розвитку художньо-графічної освіти. Ці зміни не лише відображають адаптацію до зовнішніх викликів, але й активне формування нового освітнього простору, здатного відповідати на потреби сучасного мистецтва та дизайну.

Протягом ХХ століття художньо-графічна освіта зазнавала значних трансформацій, що були спричинені рядом викликів, зумовлених динамічними змінами в суспільстві та стрімким розвитком технологій. Ці виклики охоплюють широкий спектр аспектів, від зміни соціальних вимог до професій художників і дизайнерів до необхідності інтеграції новітніх технологічних засобів у навчальний процес. Одним із основних викликів є потреба у постійному оновленні курикулумів, щоб вони відповідали актуальним трендам у мистецтві, дизайні та технологіях, а також вимогам ринку праці. Крім того, художньо-графічна освіта стикається з викликами, пов'язаними з глобалізацією та міжнародною конкуренцією, що вимагає від навчальних закладів не лише забезпечення високого рівня освіти, але й формування унікальних освітніх пропозицій, які могли б виділити випускників на міжнародному ринку. Важливим аспектом є також забезпечення доступності та інклюзивності освіти для всіх верств населення, включаючи забезпечення рівних можливостей для людей з обмеженими можливостями та представників різних соціальних груп [10].

На тлі цих викликів перспективи розвитку художньо-графічної освіти у ХХІ столітті здаються особливо обнадійливими завдяки появі нових методик, технологій та підходів. Серед перспективних напрямів розвитку – зростання значення інтердисциплінарних програм, які об'єднують мистецтво з наукою, технологіями, інженерією та математикою, відкриваючи нові горизонти для творчості та інновацій [11]. Цифрові технології, такі як віртуальна та доповнена реальність, 3D-друк та інтерактивні медіа, надають потужні інструменти для навчання та твор-

часті, що дозволяє студентам розробляти комплексні та інноваційні проекти. Також важливим є розвиток гнучких навчальних форматів, таких як онлайн-курси та дистанційне навчання, що робить художньо-графічну освіту доступнішою для ширшого кола бажаючих. Освітні заклади можуть використовувати ці формати для створення глобальних освітніх мереж, забезпечуючи обмін знаннями та досвідом між студентами та викладачами з різних країн [12].

У світлі цих перспектив, художньо-графічна освіта стоїть на порозі нової ери, в якій ключову роль відіграватимуть інновації, міжнародне партнерство та адаптивність до постійно змінюваних умов суспільного та технологічного розвитку. Виклики ХХ століття стимулюють пошук ефективних рішень, що, у свою чергу, відкриває нові перспективи для підвищення якості та актуальності художньо-графічної освіти у майбутньому.

Висновки. Отже, дослідження трансформації художньо-графічної освіти у ХХ столітті виявило адаптацію цієї галузі до динамічних суспільних, технологічних та культурних змін, акцентуючи на інтеграції новітніх технологій, міждисциплінарності та міжнародної співпраці. Виявлені тенденції та виклики окреслюють перспективи подальшого розвитку, які включають розробку інноваційних навчальних програм, використання цифрових інструментів та підготовку майбутніх педагогів до роботи в швидко змінюваному освітньому середовищі. Майбутні дослідження повинні зосередитися на аналізі впливу цифрової трансформації на художньо-графічні дисципліни та розробці стратегій для стимулювання соціальних змін через мистецтво та дизайн, сприяючи сталому розвитку суспільства.

Література:

1. Падалка Г. М. Педагогіка мистецтва: теорія і методика викладання мистецьких дисциплін. Київ : Освіта України, 2008. 274 с.
2. Волков С. М. Мистецька освіта в трансформаційних процесах українського суспільства 20-х рр. ХХ ст. *Культура України*. 2011. Вип. 32. С. 4–17.
3. Валянський І. Система художньо-педагогічної освіти. *Шлях освіти*. Харків : [б. в.], 1929. № 10. С. 36–44.
4. Паньок Т. В. До питання про структуру вищої художньо–педагогічної освіти на початку ХХ ст. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах* : зб. наук. пр. / за заг. ред. Т. І. Сущенко. Запоріжжя, 2016. Вип. 47 (100). С. 26–35.
5. Паньок Т. В. Розвиток вищої художньо-педагогічної освіти в Україні у ХХ столітті: монографія. Харків : Оперативна поліграфія, 2016. 660 с.
6. Нікуленко С. І. Становлення вищої мистецької школи в Україні (1917–1934) : дис. на здобуття наук. ступеня канд. мистецтвознавства: спец. 17.00.05 «Образотворче мистецтво». Київ : Укр. акад. мистецтв, 1997. 189 с.
7. Волков С. М. Система мистецької освіти в культурі України 90–х років ХХ століття: традиції, реформи, перспективи: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мистецтвознав. : 17.00.01. Київ : Б. в., 2003. 20 с.
8. Бутенко В. Методологічні аспекти становлення мистецької та дизайнерської освіти в Україні. *Діалог культур: Україна у світовому контексті: мистецтво і освіта* : зб. наук. праць. Львів : Українські технології, 2001. Вип. 6. С. 135–143.
9. Антонович Є. А. Змістовний підхід до вивчення традицій народного образотворчого мистецтва. *Наукові записки*. Серія: Педагогічні науки. Кіровоград: Кіровоград. держ. пед. ун-т ім. В. Винниченка. 2001. Вип. 33. С. 3–10.
10. Авер'янова Н. Образотворче мистецтво в системі освіти (до проблем формування національної свідомості особистості). *Рідна школа*. 2004. № 6. С. 67–69.
11. Волинська О. Національна мистецька освіта України. *Джерела* : наук.-метод. вісник. Івано-Франківськ. 2003. № 2 (34). С. 83–93.
12. Білокінь С. І. На шляхах інституалізації: до соціальної історії гуманітарних наук в Україні ХХ ст. / за ред. О. Ханка. Київ : Видавець Остап Ханко, 2009. 28 с.

References:

1. Padalka, H.M. (2008). *Pedahohika mystetstva : teoriia i metodyka vykladannia mystetskykh dystsyplin [Art pedagogy: Theory and teaching methods of art disciplines]*. Kyiv : Osvita Ukrainy. 274 s. [in Ukrainian].
2. Volkov, S.M. (2011). *Mystetska osvita v transformatsiinykh protsesakh ukrainskoho suspilstva 20-kh rr. XX st. [Art education in the transformational processes of Ukrainian society in the 20s of the 20th century]*. *Kultura Ukrainy*, 32, 4–17 [in Ukrainian].
3. Valianskyi, I. (1929). *Systema khudozhno-pedahohichnoi osvity [System of artistic and pedagogical education]*. *Shliakh osvity*. Kharkiv : [b. v.]. № 10. S. 36–44. [in Ukrainian].
4. Panok, T.V. (2016). *Do pytannia pro strukturu vyshchoi khudozhno-pedahohichnoi osvity na pochatku XX st. [To the question of the structure of higher artistic and pedagogical education at the beginning of the 20th century]*. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i za-halnoosvitnii shkolakh : zb. nauk. pr. / za zah. red. T. I. Sushchenko. Zaporizhzhia*, 47 (100), 26–35 [in Ukrainian].
5. Panok, T.V. (2016). *Rozvytok vyshchoi khudozhno-pedahohichnoi osvity v Ukraini u XX stolitti : monohrafiia [Development of higher artistic and pedagogical education in Ukraine in the 20th century: monograph]*. Kharkiv : Operativna polihrafiia. 660 s. [in Ukrainian].
6. Nikulenko, S.I. (1997). *Stanovlennia vyshchoi mystetskoï shkoly v Ukraini (1917–1934) [Formation of a higher art school in Ukraine (1917–1934)]*. *Candidate's thesis*. Kyiv : Ukr. akad. mystetstv. 189 s. [in Ukrainian].
7. Volkov, S.M. (2003). *Systema mystetskoï osvity v kulturi Ukrainy 90–kh rokiv KhKh stolittia: tradytsii, reformy, perspektyvy [The system of art education in the culture of Ukraine in the 90s of the 20th century: traditions, reforms, perspectives]*. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Kyiv : B. v. 20 s. [in Ukrainian].
8. Butenko, V. (2001). *Metodolohichni aspekty stanovlennia mystetskoï ta dyzainerskoï osvity v Ukraini [Methodological aspects of the development of art and design education in Ukraine]*. *Dialoh kultur: Ukraina u svitovomu konteksti: mystetstvo i osvita : zb. nauk. prats.* Lviv : Ukrainski tekhnolohii, 6, 135–143 [in Ukrainian].
9. Antonovych, Ye.A. (2001). *Zmistovnyi pidkhid do vyvchennia tradytsii narodnoho obrazotvorchoho mystetstva [A meaningful approach to the study of traditions of folk art]*. *Naukovi zapysky*. Seria : Pedahohichni nauky. Kirovohrad: Kirovohrad. derzh. ped. un-t im. V. Vynnychenka, 33, 3–10 [in Ukrainian].
10. Averianova, N. (2004). *Obrazotvorche mystetstvo v systemi osvity (do problem formuvannia natsionalnoi svidomosti osobystosti) [Fine arts in the education system (to the problems of forming the national consciousness of the individual)]*. *Ridna shkola*, 6, 67–69 [in Ukrainian].
11. Volynska, O. (2003). *Natsionalna mystetska osvita Ukrainy [National art education of Ukraine]*. *Dzherela : nauk.-metod. visnyk*. Ivano-Frankivsk, 2 (34), 83–93 [in Ukrainian].
12. Bilokin, S.I. (2009). *Na shliakhakh instytualizatsii: do sotsialnoi istorii humanitarnykh nauk v Ukraini XX st. [On the ways of institutionalization: to the social history of humanities in Ukraine in the 20th century]* / za red. O. Khanka. Kyiv : Vydavets Ostap Khanko. 28 s. [in Ukrainian].

УДК 004.42:[519.6:517.95]

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-5>

КОМБІНУВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ MAPLE ТА PYTHON ДЛЯ СТВОРЕННЯ ГІБРИДНОГО АЛГОРИТМУ ЧИСЕЛЬНОГО ІНТЕГРУВАННЯ В НАВЧАЛЬНИХ КУРСАХ З МАТЕМАТИКИ

Гуртовий Юрій Валерійович,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри математики та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-1499-7089
SCOPUS ID: 57203011325

Луцьова Марія Валентинівна,

доктор філософії з прикладної математики,
старший викладач кафедри математики та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-7838-1013
SCOPUS ID: 57196297582

У статті досліджуються можливості систем комп'ютерної математики (СКМ), зокрема Maple та Python, при вивченні математичних дисциплін студентами спеціальностей 122 Комп'ютерні науки та 112 Статистика.

Maple пропонує ряд унікальних можливостей, таких як знаходження точних аналітичних розв'язків для багатьох інтегралів, спрощення складних інтегралів перед застосуванням чисельних методів, а також виявлення та обробка особливостей підінтегральної функції. Вбудована система Maple автоматично вибирає найбільш підходящий метод інтегрування залежно від характеру функції. Maple також надає потужні інструменти для візуалізації, що можуть бути використані для графічного представлення підінтегральної функції.

Python завдяки своїй гнучкості та великій кількості бібліотек також є потужним інструментом для чисельного інтегрування. Бібліотеки NumPy, SciPy, та SymPy забезпечують ефективну роботу з масивами, широкий спектр алгоритмів для чисельного аналізу та символічних обчислень, відповідно. Python дозволяє легко створювати власні функції та класи для реалізації спеціалізованих методів інтегрування, зокрема реалізацію нових алгоритмів, адаптацію існуючих методів під конкретні задачі та створення комплексних обчислювальних моделей.

У статті запропоновано гібридний алгоритм, який поєднує символічний аналіз в Maple з чисельним інтегруванням у Python для ефективного обчислення складних інтегралів. Загальна структура алгоритму включає: аналіз та підготовку в Maple, передачу даних з Maple у Python, чисельне інтегрування в Python та аналіз результатів з оцінкою похибки. Розглянуто приклад обчислення складного інтегралу, що демонструє ефективність запропонованого підходу.

Таким чином, гібридний підхід, що поєднує символічні можливості Maple з чисельними потужностями Python, дозволяє створити надійний та ефективний алгоритм чисельного інтегрування складних функцій, забезпечуючи високу точність та оптимізацію процесу обчислення.

Ключові слова: чисельне інтегрування, гібридний метод, Maple, Python.

Hurtovyi Yuriy, Lunyova Maria. Combination of Maple and Python capabilities to create a hybrid algorithm for numerical integration of complex functions

The article explores the possibilities of computer mathematics (CMA) systems, in particular Maple and Python, for performing numerical integration of complex functions.

Maple offers a number of unique capabilities, such as finding exact analytical solutions for many integrals, simplifying complex integrals before applying numerical methods, and identifying and handling features of the

integral function. Maple's built-in system automatically selects the most appropriate integration method depending on the nature of the function. Maple also provides powerful visualization tools that can be used to graphically represent an integral function.

Python, due to its flexibility and large number of libraries, is also a powerful tool for numerical integration. The NumPy, SciPy, and SymPy libraries provide efficient array manipulation, a wide range of algorithms for numerical analysis, and symbolic computation, respectively. Python allows you to easily create your own functions and classes for the implementation of specialized integration methods, including the implementation of new algorithms, the adaptation of existing methods for specific tasks, and the creation of complex computational models.

The article proposes a hybrid algorithm that combines symbolic analysis in Maple with numerical integration in Python for efficient computation of complex integrals. The overall structure of the algorithm includes: analysis and preparation in Maple, data transfer from Maple to Python, numerical integration in Python, and analysis of the results with error estimation. An example of calculating a complex integral is considered, demonstrating the effectiveness of the proposed approach.

Thus, the hybrid approach combining the symbolic capabilities of Maple with the numerical capabilities of Python allows for the creation of a reliable and efficient algorithm for the numerical integration of complex functions, ensuring high accuracy and optimization of the calculation process.

Key words: numerical integration, hybrid method, Maple, Python.

Вступ. У сучасній обчислювальній математиці чисельне інтегрування відіграє ключову роль у розв'язанні широкого спектру практичних та теоретичних задач. Особливо актуальним є пошук ефективних методів для інтегрування складних функцій, які часто зустрічаються в фізиці, інженерії, економіці та інших галузях науки. Незважаючи на значний прогрес у розробці алгоритмів, чисельне інтегрування складних функцій все ще залишається викликом, особливо коли йдеться про високу точність обчислень або роботу з функціями, що мають особливості.

Ця стаття присвячена розробці гібридного алгоритму чисельного інтегрування, який поєднує сильні сторони двох середовищ Maple та Python. Даний метод використовується при вивченні математичних дисциплін, зокрема «Чисельні методи», «Математичний аналіз», «Вища математика» тощо, а також може бути застосований при виконанні кваліфікаційних робіт студентами спеціальностей 122 Комп'ютерні науки та 112 Статистика. Мета дослідження – створити метод, здатний ефективно обробляти складні функції, використовуючи символічні можливості Maple для попереднього аналізу та спрощення інтегралів, а потім застосовуючи потужні чисельні методи Python для остаточного обчислення.

Аналіз досліджень та публікацій. У цьому контексті особливий інтерес представляє комбінування можливостей різних програмних середовищ, зокрема Maple та Python. Maple, відомий своїми потужними можливостями символічних обчислень, пропонує широкий спектр вбудованих функцій для аналітичного та чисельного інтегрування [7; 10; 11]. Python, з іншого боку, відрізняється гнучкістю, наявністю великої кількості бібліотек, що надають інтерфейс до всіх системних викликів на різних платформах та ефективністю в обробці великих обсягів даних [5].

У статті [4; 9] представлено HYINT, гібридний (символьно-числовий) метод обчислення невизначених інтегралів. HYINT охоплює більший діапазон інтегралів порівняно з алгоритмом Ріша-Нормана, і кінцевий інтеграл зазвичай має схожу форму з інтегрантом, що відповідає очікуванням користувачів. Показано, що система може вирішувати багато поширених задач інтегрування, використовуючи лише кілька десятків основних правил інтеграції. Також обговорюється числово-асистоване символічне інтегрування, де HYINT виступає як анзац-генератор для інших пакетів символічного інтегрування.

Використання гібридного методу дозволяє стабільно та ефективно обчислювати символічні первісні, уникаючи проблем із поганою обумовленістю, властивих числовим методам [8]. Авторами запропоновано два альтернативні методи для точних вхідних даних: перший обчис-

лює раціональну частину інтегралу за допомогою редукції Ерміта, а другий – трансцендентну частину за допомогою комбінації точного інтегрування та ефективного числового обчислення коренів. Показано, що обидва методи є прямо та зворотно стабільними в структурному сенсі, і, за умови відсутності сингулярностей, досягається пропорційність допустимих похибок шляхом налаштування точності обчислення коренів.

Можливість поєднання символічних та числових обчислень також досліджується у [3]. Автором розроблена система, яка може трасувати числовий код для отримання символічних виразів та перетворювати їх назад у числовий код під час компіляції. Нова система створює екосистему символічно-числових бібліотек, адаптивну до будь-якої галузі, і дозволяє науковцям бути «дизайнерами компіляторів» без попередніх знань.

Матеріали та метод. Під час дослідження використовувався комплекс таких методів: аналіз, синтез, порівняння та узагальнення. Метод аналізу використовувався для огляду літератури з проблеми застосування систем комп'ютерної математики в освіті та розробки гібридних методів символічно та / або чисельного аналізу. Метод синтезу дозволив об'єднати зібрану інформацію та визначити переваги і можливі обмеження у використанні СКМ у освітньому процесі. Метод узагальнення застосовувався для формулювання загальних висновків та визначення подальших напрямів дослідження.

Результати.

Можливості Maple в області чисельного інтегрування.

Maple – це система комп'ютерної алгебри, яка надає широкий спектр інструментів для символічних та чисельних обчислень [7]. У контексті чисельного інтегрування Maple пропонує ряд унікальних можливостей. А саме:

- символічне інтегрування (знаходити точні аналітичні розв'язки для багатьох інтегралів; спрощувати складні інтеграли перед застосуванням чисельних методів; виявляти та обробляти особливості підінтегральної функції);
- автоматичний вибір методу інтегрування (для простих функцій може бути застосоване символічне інтегрування; для складніших функцій система обирає відповідний чисельний метод);
- інструменти для візуалізації, (графічне представлення підінтегральної функції; візуалізація процесу чисельного інтегрування);
- взаємодія з іншими мовами програмування та системами (експорт результатів у різні формати; імпорт даних з інших систем; виклик зовнішніх програм та бібліотек).

У контексті нашого гібридного алгоритму, ми плануємо використовувати Maple для попереднього аналізу та спрощення інтегралів, виявлення особливостей та, за можливості, символічного розв'язання частин складних інтегралів. Це дозволить нам підготувати оптимізовану форму інтеграла для подальшої обробки за допомогою чисельних методів у Python.

Можливості Python в області чисельного інтегрування.

Python завдяки своїй гнучкості та великій кількості бібліотек, є потужним інструментом для чисельного інтегрування. Розглянемо основні можливості Python у цій області [5]:

- має ряд спеціалізованих бібліотек для чисельного аналізу (NumPy забезпечує ефективну роботу з масивами та базові математичні функції; SciPy надає широкий спектр алгоритмів для чисельного аналізу, включно з методами чисельного інтегрування; SymPy – бібліотека для символічних обчислень, що може бути корисною для попереднього аналізу інтегралів);
- можливість створювати власні функції та класи для реалізації спеціалізованих методів інтегрування;
- інтегрується з іншими мовами програмування та системами.

У контексті нашого гібридного алгоритму, ми плануємо використовувати Python для реалізації ефективних чисельних методів інтегрування, особливо для складних функцій. Гнуч-

кість Python дозволить нам створити адаптивний алгоритм, який зможе обирати найбільш підходящий метод інтегрування залежно від характеристик функції, отриманих на етапі аналізу в Maple.

Концепція гібридного алгоритму.

Гібридний алгоритм, який ми пропонуємо, спрямований на об'єднання сильних сторін Maple та Python для ефективного чисельного інтегрування складних функцій. Основна ідея полягає у використанні символьних можливостей Maple для попереднього аналізу та оптимізації інтегралів, з подальшим застосуванням потужних чисельних методів Python для остаточного обчислення.

Розглянемо інтеграл:

$$\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x \cdot (1 + e^{-x})} dx$$

Цей інтеграл є складним через наявність осциляцій, повільно спадаючої поведінки та особливості при $x=0$ (рис. 1).

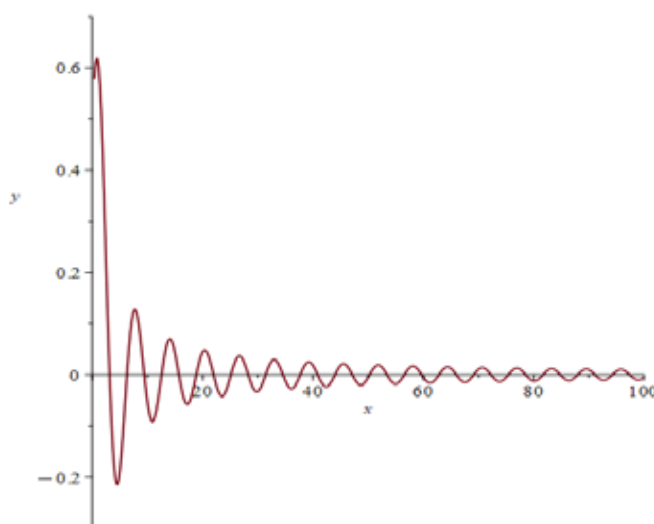


Рис. 1. Графік підінтегральної функції $\frac{\sin x}{x \cdot (1 + e^{-x})}$ на проміжку від 0 до 100

Загальна структура алгоритму:

1. Аналіз та підготовка в Maple, що включає:
 - символний аналіз підінтегральної функції;
 - спрощення та перетворення інтеграла;
 - виявлення особливостей та критичних точок;
 - розбиття складних інтегралів на простіші підінтеграли.
2. Передача даних з Maple в Python:
 - формування структурованого опису інтеграла та його характеристик;
 - експорт даних у форматі, зручному для обробки в Python.
3. Чисельне інтегрування в Python:
 - вибір оптимального методу інтегрування на основі аналізу Maple;
 - застосування адаптивних алгоритмів для обробки складних ділянок;
 - паралельне обчислення підінтегралів (за необхідності).
4. Аналіз результатів та оцінка похибки:

- обчислення похибки інтегрування;
- при необхідності, повернення до етапу аналізу в Maple для уточнення.

Покроковий опис гібридного алгоритму:

1. Аналіз в Maple:

Визначення інтегралу

> restart;

> f := unapply(sin(x) * (1 / (x * (1 + exp(-x)))) , x);

> F := Int(f(x), x = 0 ..infinity);

$$F := \int_0^{\infty} \frac{\sin(x)}{x(1 + e^{-x})} dx$$

Аналіз особливостей

> limit(f(x), x = 0); # Перевірка поведінки біля x=0

$$\frac{1}{2}$$

> series(f(x), x = 0, 6); # Розклад в ряд Тейлора біля x=0

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4}x - \frac{1}{12}x^2 - \frac{1}{16}x^3 + \frac{1}{240}x^4 + \frac{11}{1440}x^5 + O(x^6)$$

Розбиття інтегралу

> I1 := Int(f(x), x = 0 ..1);

$$I1 := \int_0^1 \frac{\sin(x)}{x(1 + e^{-x})} dx$$

> I2 := int(f(x), x = 1 ..infinity);

$$I2 := \int_1^{\infty} \frac{\sin(x)}{x(1 + e^{-x})} dx$$

Спроба символічного обчислення I1

> I1_symbolic := value(I1);

$$I1_symbolic := \int_0^1 \frac{\sin(x)}{x(1 + e^{-x})} dx$$

Аналіз асимптотичної поведінки для I2

> asym := series(f(x), x = 0, 6);

$$asym := \frac{1}{2} + \frac{1}{4}x - \frac{1}{12}x^2 - \frac{1}{16}x^3 + \frac{1}{240}x^4 + \frac{11}{1440}x^5 + O(x^6)$$

Експорт результатів для Python

> export_data := [I1_symbolic, (asym)];

> Export("C:\\Users\\Maple\\maple_analysis.csv", export_data) :

2. Обробка в Python:

1) Підключення бібліотек необхідних для завантаження даних та виконання чисельного інтегрування;

2) Імпорт результатів з Maple та розділення рядків на окремі елементи, оскільки у файлі дані розділені комами;

- 3) Перевірка вміст файлу;
- 4) Перетворення символічних виразів з рядків;
- 5) Інтегрування I_1 (0 до 1)

try:

```
I1 = sp.integrate(I1_symbolic, (sp.Symbol('x'), 0, 1)).evalf()
print(f"Значення інтегралу I1: {I1}")
```

except Exception as e:

```
print(f"Помилка під час інтеграції I1: {e}")
```

I1 = 0 # Задаємо значення за замовчуванням, щоб уникнути помилок у подальших обчисленнях

- 6) Інтегрування I_2 від 1 до 1000

try:

```
invF = lambda x: (np.sin(x) / (x * (1 + np.exp(-x))))
I2, _ = integrate.quad(invF, 1, 1000, epsabs=1e-12, epsrel=1e-12)
print(f"Значення інтегралу I2: {I2}")
```

except Exception as e:

```
print(f"Помилка під час інтеграції I2: {e}")
```

```
I2 = 0 # Задаємо значення за замовчуванням, якщо інтеграл не збігається
# Перевірка збіжності інтегралу I2
```

```
if not np.isfinite(I2):
```

```
print("Інтеграл I2 не збігається або повільно збігається.")
```

- 7) Загальний результат

```
I_total = I1 + I2
```

```
print(f"Значення інтегралу: {I_total}")
```

- 8) Оцінка похибки з використанням асимптотики

```
x = sp.Symbol('x')
```

try:

```
if asympt:
```

```
asympt_func = sp.simplify(asympt)
```

```
asympt_integral = sp.integrate(asympt_func, (x, 1, 1000))
```

```
asympt_integral = asympt_integral.evalf()
```

```
if asympt_integral.is_real:
```

```
asympt_error = float(asympt_integral)
```

else:

```
asympt_error = float(asympt_integral.as_real_imag()[0])
```

else:

```
asympt_error = float('inf')
```

```
except sp.SympifyError as e:
```

```
print(f"Помилка перетворення асимптотичної функції: {e}")
```

```
asympt_error = float('inf')
```

```
print(f"Оцінка похибки: {asympt_error:.2e}")
```

Пояснення алгоритму:

– Maple використовується для символічного аналізу інтегралу, виявлення особливостей та розбиття на підінтеграли.

– Maple намагається символічно обчислити I_1 (інтеграл від 0 до 1) і аналізує асимптотичну поведінку для I_2 (інтеграл від 1 до ∞).

– Результати аналізу експортуються для використання в Python.

– Python імпортує результати Maple і використовує їх для налаштування чисельного інтегрування.

– Для I1 використовується символічний результат, якщо він доступний, інакше застосовується адаптивне квадратурне інтегрування.

– Для I2 застосовується зведення нескінченного інтервалу до скінченного через те, що саме на цьому інтервалі функція вже значно зменшується. Такий підхід корисний у випадках, коли функція має швидке зменшення після певної точки, і вклад у загальний інтеграл стає дуже малим за межами цього інтервалу. Після чого використовується адаптивне квадратурне інтегрування.

– Асимптотика, отримана з Maple, використовується для оцінки похибки.

Результат роботи гібридного алгоритму. Результатом роботи такого гібридного алгоритму чисельного інтегрування є шукане значення інтегралу функції $\frac{\sin x}{x \cdot (1 + e^{-x})}$ на проміжку від 0 до 1000 (рис. 2).

Вміст файлу:

```
['int(sin(x)/x/(1+exp(-x))', 'x = 0 .. 1)', 'series(1/2+1/4*x-1/12*x^2-1/16*x^3+
1/240*x^4+11/1440*x^5+O(x^6)', 'x', '6)']
I1_symbolic: sin(x)/(x*(1 + exp(-x)))
asumpt: 1/2+1/4*x-1/12*x^2-1/16*x^3+1/240*x^4+11/1440*x^5
Значення інтегралу I1: 0.583599284487073
Значення інтегралу I2: 0.4799981561179753
Значення інтегралу: 1.06359744060505
Оцінка похибки: 1.27e+15
```

Рис. 2. Результат роботи гібридного алгоритму чисельного інтегрування

Висновки. Розроблений гібридний алгоритм, що поєднує символічні можливості Maple та чисельні методи Python, демонструє високу ефективність у чисельному інтегруванні складних функцій. Використання Maple для попереднього аналізу, спрощення інтегралів та виявлення особливостей значно полегшує подальші чисельні обчислення, зменшуючи похибку та покращуючи точність результатів.

Дослідження показало потенціал міждисциплінарного підходу до вирішення складних обчислювальних задач. Комбінування можливостей різних програмних середовищ відкриває нові перспективи для подальших досліджень у області чисельних методів та їх практичного застосування. Зокрема, інтеграція Maple та Python дозволяє створювати адаптивні алгоритми, які обирають найефективніший метод інтегрування залежно від характеристик функції.

Запропонований алгоритм може бути корисним у широкому спектрі галузей, де потрібне чисельне інтегрування складних функцій, зокрема, у фізиці, інженерії, економіці та інших галузях науки, де висока точність обчислень є критичною. Гнучкість та адаптивність алгоритму роблять його придатним для обробки великих обсягів даних та паралельних обчислень.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на удосконалення гібридного алгоритму, включаючи розробку нових методів інтеграції, оптимізацію обробки великих даних та покращення взаємодії між Maple і Python. Також перспективним є вивчення можливостей застосування запропонованого підходу до інших типів обчислювальних задач, таких як диференціальні рівняння та оптимізаційні проблеми.

Література:

1. Cordero A., Torregrosa J. R., Vassileva M. P. A family of modified Ostrowski's methods with optimal eighth order of convergence. *Applied mathematics letters*. 2011. Vol. 24, no. 12. P. 2082–2086. <https://doi.org/10.1016/j.aml.2011.06.002>.
2. Faires J. D., Burden R. Numerical analysis. 9th ed. Cengage Learning, 2010. 895 p.
3. Gowda S. Symbolic-numeric programming in scientific computing: Massachusetts Institute of Technology, 2024. 117 p.
4. Iravanian S., Gowda S., Rackauckas C. Hybrid Symbolic-Numeric and Numerically-Assisted Symbolic Integration. *Proceedings of the 2024 International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation*. 2024. P. 410–418.
5. Python guide documentation. Self publishing, 2018. 123 p.
6. Sacco R., Saleri F., Quarteroni A. Numerical mathematics: 37 2007. Springer. 655 p.
7. Software W. M. Maple user manual. [Waterloo, Ont.] : Maplesoft, 2023. 358 p.
8. Symbolic-numeric integration of rational functions / R. H. C. Moir et al. *Numerical algorithms*. 2019. Vol. 83, no. 4. P. 1295–1320. <https://doi.org/10.1007/s11075-019-00726-6>.
9. Symbolic-numeric integration of univariate expressions based on sparse regression / Iravanian S. et al. *ACM Communications in Computer Algebra*. 2022. Vol. 56, no. 2. P. 84–87.
10. Гринько А.Р., Луньова М.В. Використання математичного пакету Maple для аналізу енергії хвиль у тришаровій гідродинамічній системі. *Наукові записки молодих учених*. 2018. № 1. 8 с.
11. Гуртовий Ю.В., Луньова М.В. Використання систем комп'ютерної математики під час вивчення теми «Методи чисельного інтегрування». *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2024. №. 214. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-214-150-155>

References:

1. Cordero, A., Torregrosa, J. R., & Vassileva, M. P. (2011). A family of modified Ostrowski's methods with optimal eighth order of convergence. *Applied Mathematics Letters*, 24(12), 2082–2086. <https://doi.org/10.1016/j.aml.2011.06.002> [in English].
2. Faires, J. D., & Burden, R. (2010). *Numerical analysis* (9th ed.). Cengage Learning [in English].
3. Gowda, S. (2024). Symbolic-numeric programming in scientific computing. *Massachusetts Institute of Technology* [in English].
4. Iravanian, S., Gowda, S., & Rackauckas, C. (2024). Hybrid Symbolic-Numeric and Numerically-Assisted Symbolic Integration. *Proceedings of the 2024 International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation*, 410–418 [in English].
5. *Python guide documentation*. (2018). Self publishing [in English].
6. Sacco, R., Saleri, F., & Quarteroni, A. (2007). *Numerical mathematics: 37*. Springer [in English].
7. Software, W. M. (2023). *Maple user manual*. Maplesoft [in English].
8. Moir, R.H.C., Corless, R. M., Maza, M. M., & Xie, N. (2019). Symbolic-numeric integration of rational functions. *Numerical algorithms*, 83(4), 1295–1320. <https://doi.org/10.1007/s11075-019-00726-6> [in English].
9. Iravanian, S. et al. (2022). Symbolic-numeric integration of univariate expressions based on sparse regression. *ACM Communications in Computer Algebra*. 56(2), 84–87 [in English].
10. Hrynko, A.R., & Lunova, M.V. (2018). Vykorystannya matematychnoho paketu Maple dlya analizu enerhiyi khvyl' u trysharoviy hidrodynamichniy systemi [Using the Maple mathematical package for wave energy analysis in a three-layer hydrodynamic system]. *Naukovi zapysky molodykh uchenykh – Scientific notes of young scientists*, 1, 8 p. [in Ukrainian].
11. Hurtovyi, Y., & Lunyova, M. (2024). Vykorystannya system komp'yuternoї matematyky pid chas vyvchennia temy «Metody chyselnoho intehruvannia» [Use of computer mathematics systems when studying the subject "Methods of numerical integration"]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedagogichni nauky – Academic Notes Series Pedagogical Science*, 1(214). <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-214-150-155> [in Ukrainian].

УДК 378.016:577.2+575

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-6>

ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКО-МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН У НАВЧАННІ ГЕНЕТИКИ ЗАСОБАМИ СТАТИСТИЧНИХ МЕТОДІВ

Довгопола Людмила Іванівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри природничих дисциплін і методики навчання

Університету Григорія Сковороди в Переяславі

ORCID ID: 0000-0001-6407-332X

Scopus author ID: 57223440321

Researcher ID: JPF-4317-2023

Стаття присвячена одній із актуальних проблем підготовки до професійної діяльності майбутніх учителів за предметною спеціальністю 014.15 Середня освіта (Природничі науки) – впровадженню компетентнісного підходу. Виокремлюється дослідницько-математична компетентність, яка є складовою професійної компетентності студентів-природничиків. Запропоновано авторське трактування означеного феномену, що являє цілісну інтегративну динамічну якість особистості, яка ґрунтується на готовності майбутнього вчителя-природничика ефективно здійснювати аналіз власної дослідницької діяльності, який базується на фундаментальних знаннях і умінні оперувати математично-статистичними методами із метою розв'язання природничих задач, що виникають у процесі їх професійної діяльності. Обґрунтовано, що формування у здобувачів вищої освіти спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти означеної компетентності відбувається упродовж усього терміну навчання в Університеті Григорія Сковороди в Переяславі та включає: дослідницько-математичну, методичну і практичну підготовку. З'ясовано, що вивчення освітніх компонентів «Основи молекулярної біології і генетики» та «Навчальна практика з генетики й основ селекції» займає центральне місце в підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін.

Використання методів математичної статистики у навчанні генетики розглядається як один із засобів формування дослідницько-математичної компетентності. Виокремлено навчальні ресурси, які сприяють ефективному формуванню досліджуваної якості – розв'язання дослідницьких задач або науково-дослідницьких проєктів із природничих наук. Запропоновано орієнтовну тематику науково-дослідницьких проєктів, які можна реалізувати у процесі навчальної практики з генетики й основ селекції. Наведено приклад науково-дослідницького проєкту на тему: «Біометричне вивчення модифікаційної мінливості».

Ключові слова: професійна підготовка, дослідницько-математична компетентність, освітній процес, статистичні методи дослідження, генетика, здобувачі вищої освіти предметної спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки).

Dovhopola Liudmyla. Formation of research and mathematical competence of future natural sciences teachers in teaching genetics by use of statistical methods

The article is devoted to one of the urgent problems of training future teachers in the subject specialty 014.15 Secondary Education (Natural Sciences) – implementation of the competence approach. Research and mathematical competence is singled out, which is a component of the professional competence of natural sciences students. The author's interpretation of the given phenomenon is proposed, which represents a holistic integrative dynamic quality of the personality, based on the readiness of the future natural sciences teacher to effectively carry out the analysis of his own research activity, which is based on fundamental knowledge and the ability to operate with mathematical and statistical methods in order to solve natural problems, which arise in the course of their professional activity. It is substantiated that the formation in students of specialty 014.15 Secondary education (Natural sciences) of the first (bachelor) level of higher education of the defined competence takes place throughout the entire period of study at Hryhorii Skovoroda University in Pereiaslav and includes: research and mathematical, methodological and practical training. It was found that the study of the educational components «Basics of molecular biology and genetics» and «Educational practice in genetics and the basics of selection» occupies a central place in the training of future natural sciences teachers.

The use of mathematical statistics methods in the teaching of genetics is considered as one of the means of forming research-mathematical competence. Educational resources that contribute to the effective formation of researched quality – the solution of research problems or research projects in the natural sciences – have been singled out. Suggested topics of research projects that can be implemented in the process of educational practice in genetics and the basics of breeding are proposed. An example of a research project on the topic: «Biometric study of modification variability» is given.

Key words: professional training, research and mathematical competence, educational process, statistical methods of research, genetics, students of the subject specialty 014.15 Secondary education (Natural sciences).

Вступ. Якість підготовки здобувачів вищої освіти залежить від того, якою мірою отримані знання і уміння в закладі вищої освіти, затребувані та значущі у майбутній професійній діяльності. Із метою підвищення рівня мотивації студентів до навчання, а також їх інтересу до майбутньої професії необхідно, щоб вивчення будь-якого освітнього компонента в закладі вищої освіти мало професійну спрямованість і певний вплив на формування професійної компетентності майбутнього фахівця.

Професійна спрямованість навчання майбутніх учителів природничих дисциплін передбачає насичення освітнього процесу підготовки студентів спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки) у змісті, методах, технологіях і формах навчання засобами майбутньої професії, наслідком чого є їх сформована готовність до професійної діяльності в освітній природничій галузі.

Аналіз професійної діяльності вчителя-природничика вказує на те, що значна частина його роботи пов'язана з низкою дослідницьких і математичних задач, розв'язуючи які, здобувачі середньої освіти з'ясовують сутність тих чи інших природних процесів, явищ, законів і теорій тощо. Отже, важливою складовою успішного становлення майбутнього вчителя природничої освітньої галузі як професіонала, є формування у нього дослідницько-математичної компетентності [1].

Аналіз досліджень і публікацій. Проблеми професійної підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін досліджують А. Грабовий, Н. Грицай, Т. Засєкіна, О. Лаврентьєва, Н. Мирна, Н. Москалюк, Л. Нікітченко, В. Оніпко, С. Стрижак, І. Сяська та ін. Вони наголошують на тому, що компетентнісний підхід є інтегральним у навчанні здобувачів вищої освіти.

Дослідженню сучасних методологічних підходів у навчанні генетики присвячено невелику кількість наукових праць. Так, методичні особливості викладання означеного освітнього компонента в закладах вищої освіти розглядають вітчизняні педагоги: Л. Бурчак, М. Мигун (практична спрямованість польової практики з генетики на прикладі явищ множинного алелізму і поліплоїдії) [2], Т. Гедзур, М. Вакерич, А. Колесник (методологічні підходи до викладання генетики в закладах вищої освіти України) [3], О. Лагутенко (вивчення основ біометрії в курсі «Генетика з основами селекції» як важливої складової формування навичок дослідницької діяльності здобувачів вищої освіти) [4], Т. Юсипіва (методичні аспекти використання проєктної технології для опанування здобувачами освіти матеріалу із генетики та біології) [5] та ін. Зміст генетичної освіти у закладах загальної середньої освіти розкрито в наукових доробках Л. Бондар, К. Бородіної, О. Горбатюк, С. Горбулінської А. Кмець, С. Скрипник та ін.

Мета статті – обґрунтування можливостей використання методів математичної статистики у навчанні генетики із метою формування дослідницько-математичної компетентності майбутнього учителя природничих дисциплін.

Матеріали та метод. Для реалізації мети у дослідженні використовувалися такі теоретичні методи, а саме: аналіз, порівняння й узагальнення науково-педагогічної та методичної літератури, освітньо-професійних програм, робочих програм освітніх компонентів із проблеми формування дослідницько-математичної компетентності майбутніх учителів за предметною спеціальністю 014.15 Середня освіта (Природничі науки), що сприяло уточненню понятійно-

термінологічного апарату розвідки, розробці методики формування досліджуваної якості.

Результати. Безперервний розвиток природничих наук демонструє, що для розуміння і вивчення явищ, процесів, законів і теорій природи необхідне використання понять і підходів точних наук. Математика є фундаментом для аналізу і моделювання фізичних, хімічних і біологічних процесів тощо. Вона необхідна для обробки емпіричних даних природничих наук. Для сучасного вчителя природничих дисциплін значущою також є і дослідницька складова його професійної діяльності. Адже він повинен не лише забезпечити поглиблене вивчення предметів природничої освітньої галузі, а й розвивати творчі здібності учнів, формувати основні вміння і навички їх дослідницької діяльності. Погоджуємося із О. Лагутенко, що «важливою складовою формування дослідницької компетентності майбутніх учителів біології, яка забезпечує поглиблення теоретичних знань і розвиток дослідницьких умінь, є вивчення основних положень і методичних основ біометричного аналізу, які найбільш часто застосовуються при проведенні біологічних досліджень» [4]. Отже, майбутній вчитель-природничник повинен одночасно володіти фундаментальними фаховими поняттями і логічними концептуальними схемами, які характерні для біології, хімії, фізики та математики.

Враховуючи, що в природничих науках для демонстрації, систематизації й обробки результатів дослідження об'єктів, процесів і явищ природи використовуються дослідницькі та математично-статистичні методи, можна стверджувати, що дослідницько-математична компетентність учителя природничих дисциплін є складовою його професійної компетентності. Означений феномен варто сприймати як цілісну інтегративну динамічну якість особистості, яка ґрунтується на готовності майбутнього вчителя-природничника ефективно здійснювати аналіз власної дослідницької діяльності, яка базується на фундаментальних знаннях і умінні оперувати математично-статистичними методами із метою розв'язання природничих задач, що виникають у процесі їх професійної діяльності [1].

Формування у здобувачів вищої освіти спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки) першого (бакалаврського) рівня вищої освіти означеної компетентності відбувається упродовж усього терміну навчання в Університеті Григорія Сковороди в Переяславі та включає: *дослідницько-математичну підготовку* («Вища математика», «Основи наукових досліджень та академічного письма», «Екологія», «Основи молекулярної біології і генетики», «Хімія органічна», «Загальна та неорганічна хімія», «Хімія аналітична», «Хімія фізколоїдна», «Біохімія», «Загальна фізика», «Теоретична фізика», «Курсова робота з предметної спеціальності», «Дослідницька діяльність учнів із вивчення природи в базовій школі», «Основи досліджень доквілля» тощо); *методичну підготовку* («Методика навчання біології», «Методика навчання хімії», «Методика навчання фізики», «Методика навчання природничих наук (інтегровані курси)», «Методика розв'язування задач із природничих дисциплін» тощо); *практичну підготовку* («Навчальна практика з генетики й основ селекції», «Навчально-польова практика з ботаніки та зоології» тощо).

Генетика відноситься до провідних наук сучасної природничої галузі як за швидкістю акумулювання наукової інформації, значимістю і глибиною наукових відкриттів, так і за тим впливом, який вона здійснює на життя людини. Її досягнення мають вагоме значення для розвитку медицини, сільського господарства, фізіології рослин і слугують основою сучасної біотехнології [2]. Генетика узагальнює знання здобувачів освіти з хімії, фізики та інших біологічних дисциплін, а також тих дисциплін, які пов'язані з біохімією, біофізикою і молекулярною біологією [6]. А методи пізнання природи, які використовуються у навчанні означеної дисципліни, формують у студентів-природничників уміння роботи припущення, розрахунки, аналізувати отримані результати, формулювати висновки тощо. Тому вивчення освітніх компонентів (ОК) «Основи молекулярної біології і генетики» та «Навчальна практика з генетики й основ селекції» займає центральне місце в підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін.

Так, В. Оніпко акцентує увагу на важливості практичної компоненти професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, адже розв'язання практичних завдань створює умови для формування у студентів профільно-зорієнтованих компетенцій, посилення практичної та професійно-орієнтованої спрямованості освітнього процесу [7].

Освітній компонент «Навчальна практика з генетики й основ селекції» є обов'язковим видом навчальної діяльності бакалавра та має професійну спрямованість. Він є логічним завершенням вивчення дисципліни «Основи молекулярної біології і генетики», що дозволяє здобувачам вищої освіти більш повно оволодіти курсом. У відповідності до освітньо-професійної програми «Середня освіта (Природничі науки)» бакалаврського рівня вищої освіти проходження студентами навчальної практики з генетики й основ селекції передбачає оволодіння ними наступними компетентностями: *інтегральною* – здатність розв'язувати складні спеціалізовані практичні завдання у галузі середньої освіти, що передбачає застосування теорій та інноваційних методів освітніх і природничих наук й характеризується комплексністю і невизначеністю педагогічних умов в організації освітнього процесу основної (базової) школи; *фаховими* – здатність здійснювати безпечні біологічні, хімічні та фізичні дослідження у лабораторних і природних умовах, інтерпретувати їх результати в освітньому процесі; здатність здійснювати збір й аналіз емпіричних даних за допомогою спеціальних методів, прийомів, обладнання із метою виконання дослідницької роботи в галузі природничих наук у польових і лабораторних умовах; здатність застосовувати базові знання про функціонування живої матерії на молекулярному, клітинному та популяційному рівнях на практиці; здатність використовувати досягнення системи природничих наук у процесі вивчення і збереження довкілля.

Погоджуємося із Л. Бурчак і М. Мигун, які акцентують увагу на тому, що «навчально-польова практика з генетики є однією із найефективніших форм організації навчальної діяльності майбутнього вчителя біології, формування у нього професійної компетентності та готовності до дослідницької діяльності. Крім того, польова практика з генетики спонукає студентів до науково-практичного сприймання й осмислення об'єктів та явищ природи» [2]. Адже завданнями практики, згідного робочої програми, є: сформулювати у здобувачів освіти уявлення про методологію і методику організації і проведення науково-дослідної роботи з генетики в польових умовах і науково-дослідних лабораторіях (ЗВО, наукових інститутів, організацій і підприємств); створити умови для формування у них умінь і навичок із пошуку, обробки, аналізу і систематизації науково-дослідної інформації із генетики. Отже, її опанування студентами-природничиками передбачає формування у них дослідницько-математичної компетентності. Важливою складовою формування якої є вивчення студентами основних положень і методичних основ статистичних методів аналізу емпіричних даних, які найбільш часто застосовуються у природничих дослідженнях.

Ефективним освітнім інструментом формування у майбутніх учителів-природничиків дослідницько-математичної компетентності, є розв'язання дослідницьких задач або науково-дослідницьких проектів із природничих наук. Так, проектну роботу з генетики Т. Юсіпіва пропонує розглядати як «цілісну структурну дидактичну одиницю, що становить собою проблемне завдання, структуроване на задачі» [5]. Під час роботи над проектом у процесі навчальної практики з генетики й основ селекції студенти опановують методику побудови варіаційних рядів, визначають їх моду і медіану; виконують графічну презентацію розподілів; набувають умінь із обчислення їх статистик (середнє арифметичне значення, квадратичне відхилення, дисперсію статистичного ряду тощо); ознайомлюються із основами кореляційного аналізу результатів експериментальних досліджень тощо (табл. 1).

Таблиця 1

Дослідницько-математична складова змісту ОК «Навчальна практика з генетики й основ селекції»

Теми ОК	Дослідницько-математична складова змісту ОК
Тема 1. Спадковість. Біологія і генетика розмноження	Схрещування як основний метод генетичного аналізу. Кількісний облік гібридів та оцінка вірогідності експериментальних даних.
Тема 2. Мінливість: модифікаційна, мутаційна	Методи вивчення модифікаційної мінливості. Поняття про норму реакції. Математичний метод як основний при вивченні модифікаційної мінливості. Варіаційний ряд. Частота варіацій ознаки. Графічний аналіз варіаційного ряду тощо. Мутаційна мінливість на прикладі поліморфізму. Успадкування у серії множинних алелей. Генотиповий і фенотиповий поліморфізм у природних популяціях. Кількісні методи обліку мутацій на різних об'єктах.
Тема 3. Генетика популяцій. Генетична структура популяції	Практичне використання закону Харді-Вайнберга. Популяційно-генетичний аналіз деяких ознак за допомогою рівняння Харді-Вайнберга.

Із метою формування означеної якості майбутніх учителів природничої освітньої галузі ми пропонуємо орієнтовну тематику науково-дослідницьких проєктів, які можна реалізувати у процесі навчальної практики з генетики й основ селекції, а саме: «Оцінка співвідношення чоловічих і жіночих рослин у різних фітопопуляціях», «Визначення статевої структури популяцій безхребетних або хребетних тварин у залежності від умов проживання», «Аналіз залежності типу схрещування у тварин від їх розмірів і оцінка ступеня мінливості розмірів тіла у самців і самок», «Аналіз явища статевого диморфізму», «Вивчення генетичної мінливості та рівня генетичної різноманітності популяцій різних видів дрібних ссавців», «Визначення частоти генів у популяції», «Вивчення морфологічної мінливості природних гібридів», «Оцінка ступеня модифікаційної мінливості різних ознак у рослин», «Аналіз внутрішньопопуляційної мінливості різних ознак у безхребетних тварин у залежності від умов проживання», «Оцінка сировинної потужності лікарських рослин у залежності від місцезростання», «Вивчення фенотипової і генотипової структури популяцій рослин або тварин», «Вивчення явища поліморфізму в рослин», «Визначення антропогенного навантаження за малюнком «сивої» плями на листку *Trifolium repens* (морфогенетичний поліморфізм)», «Множинний алелізм природних фітопопуляцій на прикладі *Trifolium repens*» тощо.

У цьому контексті пропонуємо приклад науково-дослідницького проєкту на тему:

Біометричне вивчення модифікаційної мінливості

Вивчення закономірностей та основних характеристик модифікаційної мінливості живих організмів здобувачами першого рівня вищої освіти спеціальності 014.15 Середня освіта (Природничі науки) відбувається із використанням статистичних методів аналізу емпіричних даних. У процесі навчальної практики з генетики й основ селекції студенти самостійно збирають морфометричні показники ознак об'єкту дослідження, які вони будуть аналізувати. Наприклад: довжина або ширина листкової пластинки вказаного виду дерева (берези повислої (*Betula pendula* Roth.), дуба звичайного (*Quercus robur* L.), верби білої (*Salix alba* L.), абрикоса звичайного (*Armeniaca vulgaris* Lam.), вишні звичайної (*Prunus cerasus* L.)), кількість генеративних пагонів у фітопопуляції *Veronica incana* L., кількість колосків у колосі пшениці, довжина колосків пшениці в вибірці генеральної сукупності, об'єм якої більше 50 тощо [8; 9].

Студентам-природничникам пропонується:

- із отриманих замірів (емпіричних даних) скласти ранжований варіаційний ряд;
- дослідити та охарактеризувати як варіює досліджувана ознака, а саме: визначити ліміти варіації, її розмах, значення класового інтервалу тощо;
- скласти таблицю «Варіаційний інтервальний ряд розподілу» за поданим шаблоном (табл. 2);

Таблиця 2

Варіаційний інтервальный ряд розподілу

Класи	Класи ($w_0 - w_t$)	Центральні значення класів (w_i)	Частоти варіантів у класах (f)	Кумулятивна частота класу

– здійснити статистичну обробку емпіричних даних (середнє арифметичне, стандартне відхилення (табл. 3), коефіцієнт варіації, похибку середнього арифметичного);

Таблиця 3

Обчислення добутоків частот на квадрати відхилень при підрахунку кількості генеративних пагонів у фітопопуляції *Veronica incana* L. [9]

Варіанта (x)	Частота (f)	Відхилення варіації від середнього арифметичного ($x_i - \bar{x}$)	Квадрат відхилення ($(x_i - \bar{x})^2$)	Добуток частоти на квадрат відхилення $f(x_i - \bar{x})^2$
0	5	(0-4) = -4	16	80
1	6	(1-4) = -3	9	54
2	7	(2-4) = -2	4	28
3	6	(3-4) = -1	1	6
4	10	(4-4) = 0	0	0
5	4	(5-4) = +1	1	4
6	3	(6-4) = +2	2	5
7	3	(7-4) = +3	9	27
8	0	(8-4) = +4	16	0
9	2	(9-4) = +5	25	50
10	1	(10-4) = +6	36	36
11	2	(11-4) = +7	48	96
12	0	(12-4) = +8	64	0
13	1	(13-4) = +9	81	81
$\sum f(x_i - \bar{x})^2$				467
$\tilde{A} = \mp \sqrt{\frac{467}{50}} \approx 3,09$ генеративних пагонів <i>Veronica incana</i> L.				

– із метою наочної візуалізації закономірності варіювання досліджуваної ознаки на основі заповненої таблиці побудувати варіаційну криву (гістограму (рис. 1), частотний полігон, кумуляту або огіву);

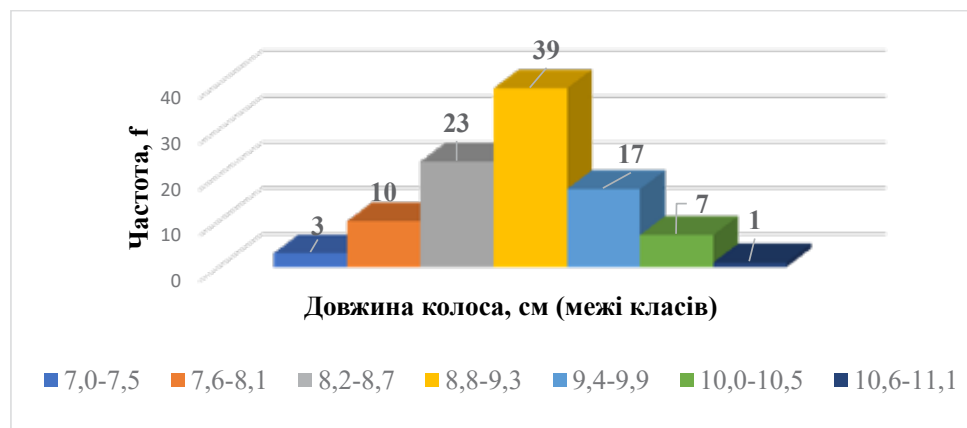


Рис. 1. Гістограма розподілу частот варіаційного ряду довжини колосків пшениці в вибірці (50 шт.) генеральної сукупності [10]

– оскільки між морфологічними елементами живих організмів існує певний взаємозв’язок (зазвичай, прямолінійний), який полягає у тому, що із збільшенням або зменшенням розміру одного елемента (x) відповідно збільшуються або зменшуються розміри іншого (y) студентам-природникам пропонується встановити кореляційний зв’язок (коефіцієнт кореляції) між двома досліджуваними ознаками, наприклад: довжиною колоса пшениці (x) та кількості зерен у ньому (y), між висотою надземних пагонів трав’янистих рослин (x) і довжиною їх коренів (y), між діаметром стовбура (x) дерева і його висотою (y) тощо. Наприклад: визначити кореляційне відношення між довжиною надземних пагонів кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale* Wigg) (x) і довжиною її коренів (y) (табл. 4) [10].

Таблиця 4

Визначення кореляційного відношення між довжиною пагонів і коренів *Taraxacum officinale*

№п/п	Довжина пагона, см – x	Довжина кореня, см – y	$a_x = x_x - \bar{x}_x$	$a_y = x_y - \bar{x}_y$	$a_x a_y$	a_x^2	a_y^2
1.	4	3					
2.		3,1					
3.		3,5					
4.		4,1					
5.		3,5					
6.	6	4					
7.		3,5					
8.		5					
9.	7	5					
10.		5,3					
$n=10$	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ

Ознайомлення здобувачів вищої освіти за спеціальністю 014.15 Середня освіта (Природничі науки) із методикою статистичних досліджень у процесі вивчення освітніх компонентів «Основи молекулярної біології і генетики» та «Навчальна практика з генетики й основ селекції» сприяє їх зацікавленості та розвиває у них навички наукового дослідження. Уміння здійснювати статистичну обробку і аналізувати отримані експериментальні дані знадобиться їм у подальшому навчанні при написанні курсових і кваліфікаційних робіт.

Висновки. Отже, застосування методів математичної статистики у навчанні генетики є ефективним засобом формування дослідницько-математичної компетентності майбутнього вчителя природничих дисциплін, зокрема використання таких освітніх ресурсів, як розв’язування дослідницьких задач або науково-дослідницьких проєктів із природничих наук, сприяє розвитку компонентів означеної якості, а саме: уміння аналізувати власну дослідницьку діяльність, яка базується на фундаментальних знаннях і умінні оперувати математично-статистичними методами із метою розв’язання природничих задач, що виникають у процесі їх професійної діяльності.

Із метою покращення якості освітнього процесу, його професійної спрямованості та ефективного формування дослідницько-математичної компетентності здобувачів вищої освіти пропонуємо ввести у вибірковий блок ОПП «Середня освіта (Природничі науки)» навчальну дисципліну «Статистичні методи досліджень у природничих науках».

Література:

1. Довгопола Л. І. Формування дослідницько-математичної компетентності у процесі професійної підготовки майбутніх учителів біології. *Актуальні питання гуманітарних наук: Міжвузівський збірник наукових праць молодих вчених Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка*. 2022. Вип. 55. Т 3. С. 260–271.

2. Бурчак Л., Мигун М. Вивчення явища поліплоїдії у рослин під час навчально-польової практики студентів з генетики. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету*. 2015. № 1. С. 60–66.
3. Гедзур Т., Вакерич М., Колесник А. Методологічні підходи до викладання генетики в закладах вищої освіти України. *Наукові інновації та передові технології*. 2024. № 2(30). С. 1054–1065.
4. Лагутенко О. Т. Вивчення основ біометрії в курсі «Генетика з основами селекції» як важлива складова формування навичок дослідницької діяльності. *Єдність навчання і наукових досліджень – головний принцип університету: збірник наукових праць звітно-наукової конференції викладачів університету за 2012 рік, 9-10 лютого 2013 року* / укл. Г. І. Волинка, О. В. Уваркіна, О. П. Ємельянова. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. С. 134–136.
5. Юсипіва Т. Метод проєктів у вивченні дисципліни «Основи антропології, біології та генетики людини»: формування професійних компетентностей майбутніх учителів біології та основ здоров'я. *Витоки педагогічної майстерності*. 2022. № 29. С. 240–248.
6. Оніпко В. В. Професійна підготовка вчителя природничих дисциплін до роботи в профільній школі: монографія. Полтава: ПНПУ імені ВГ Короленка, 2011. 376 с.
7. Горбулінська С., Боднар Л. Проблемне навчання як засіб формування знань з генетики та біотехнології у профільній загальноосвітній школі. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2015. №. 11 (1). С. 165–171.
8. Довгопола Л. І. Навчальна практика з генетики як компонент практико-орієнтованого підходу в системі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін. *Актуальні питання гуманітарних наук*. 2020. Т. 1. №. 28. С. 246–251.
9. Довгопола Л. І. Основи молекулярної біології і генетики: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти за спеціальністю 014.05 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), галузі знань 01 Освіта/Педагогіка. Переяслав: ФОП Домбровська Я. М., 2021. 177 с.
10. Шапран Ю. П., Довгопола Л. І. Статистичні методи аналізу емпіричних даних у біології: навч.-метод. посіб. Переяслав (Київ. обл.): Домбровська Я. М., 2022. 92 с.

References:

1. Dovhopola, L.I. (2022). Formuvannya doslidnytsko-matematychnoi kompetentnosti u protsesi profesiinoyi pidhotovky maibutnix uchyteliv biolohii [Formation of research-mathematical competence in the process of professional training of future biology teachers]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk: Mizhvuzivskiyi zbirnyk naukovykh prats molodykh vchenykh Drohobytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Ivana Franka*, 55(3), 260–271 [in Ukrainian].
2. Burchak, L., & Myhun, M. (2015). Vyvchennia yavyscha poliploidii u roslyn pid chas navchalno-polovoi praktyky studentiv z henetyky [Study of the phenomenon of polyploidy in plants during educational and field practice of genetics students]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*, 1, 60–66 [in Ukrainian].
3. Hedzur, T., Vakerych, M., & Kolesnyk, A. (2024). Metodolohichni pidkhody do vykladannia henetyky v zakladakh vyshchoi osvity Ukrainy [Methodological approaches to teaching genetics in higher education institutions of Ukraine]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii*, 2(30), 1054–1065 [in Ukrainian].
4. Lahutenko, O.T. (2013). Vyvchennia osnov biometrii v kursy «Henetyka z osnovamy selektsii» yak vazhlyva skladova formuvannia navychok doslidnytskoi diialnosti [Studying the basics of biometrics in the course «Genetics with the basics of selection» as an important component of the formation of research skills]. *Yednist navchannia i naukovykh doslidzhen – holovnyi pryntsyp universytetu: zbirnyk naukovykh prats zvitno-naukovoї konferentsii vykladachiv universytetu za 2012 rik, 9-10 liutoho 2013 roku* / uкл. H. I. Volynka, O. V. Uvarkina, O. P. Yemelianova. Kyiv: NPU imeni M. P. Drahomanova, 134–136 [in Ukrainian].
5. Iusypiva, T. (2022). Metod proiektiv u vyvchenni dystsypliny «Osnovy antropolohii, biolohii ta henetyky liudyny»: formuvannia profesiinykh kompetentnostei maibutnix uchyteliv biolohii ta osnov zdorovia [The method of projects in the study of the discipline «Fundamentals of anthropology, biology and human genetics»: formation of professional competences of future teachers of biology and fundamentals of health]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti*, 29, 240–248 [in Ukrainian].
6. Horbulinska, S., & Bodnar, L. (2015). Problemne navchannia yak zasib formuvannia znan z henetyky ta biotekhnolohii u profilnii zahalnoosvitnii shkoli [Problem-based learning as a means of forming knowledge of genetics and biotechnology in a specialized secondary school]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia*, 11(1), 165–171 [in Ukrainian].

7. Onipko, V.V. (2011). *Profesiina pidhotovka vchytelia pryrodnychychk dystsyplin do roboty u profilnii shkoli: monohrafiia* [Professional training of a science teacher to work in a specialized school: monograph]. Poltava: PNPU im. V. H. Korolenka, 375 p. [in Ukrainian].

8. Dovhopola, L.I. (2020). Navchalna praktyka z henetyky yak komponent praktyko-oriientovanoho pidkhodu v systemi pidhotovky maibutnikh uchyteliv pryrodnychychk dystsyplin [Educational practice in genetics as a component of a practice-oriented approach in the system of training future teachers of natural sciences]. *Aktualni pytannia humanitarnykh nauk*, 1(28), 246–251 [in Ukrainian].

9. Dovhopola, L.I. (2021). *Osnovy molekuliarnoi biolohii i henetyky* [Fundamentals of molecular biology and genetics]: navchalnyi posibnyk dlia zdobuvachiv vyshchoi osvity za spetsialnistiu 014.05 Serednia osvita (Biolohiia ta zdorovia liudyny), haluzi znan 01 Osvita/Pedahohika. Pereiaslav: FOP Dombrovska Ya. M., 177. [in Ukrainian].

10. Shapran, Yu.P., & Dovhopola, L.I. (2022). *Statystychni metody analizu empyrychnykh danykh u biolohii* [Statistical methods of empirical data analysis in biology]: navch.-metod. posib. Pereiaslav (Kyiv. obl.): Dombrovska Ya. M., 92 p. [in Ukrainian].

УДК 37.016:911

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-7>

РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ УЧНІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ ГЕОГРАФІЇ МЕТОДАМИ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ

Жданов Дмитро Костянтинович,
вчитель географії
Одеського ліцею № 82 Одеської міської ради
ORCID ID: 0009-0005-1772-5301

Маслова Наталія Миколаївна,
кандидат географічних наук, доцент,
доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання
Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-2637-9755

Мирза-Сіденко Валентина Миколаївна,
кандидат біологічних наук, доцент,
доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання
Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-8695-9789

У статті висвітлено методичні аспекти розвитку критичного мислення на уроках географії методами проблемного навчання. Проаналізовано різні підходи до визначення суті поняття «критичне мислення» в процесі його еволюції, а також до виділення його головних характеристик. Акцентовано увагу на тому, що у педагогічній практиці необхідно враховувати складність феномену критичного мислення та широке коло завдань технології його розвитку як педагогічної новації, що визначає широкий вибір методів навчання. Найбільш ефективними для розвитку такого мислення є методи проблемного навчання, які дозволяють опанувати стратегії і процедури такого мислення.

Висвітлено результати практичного досвіду авторів з упровадження технології розвитку критичного мислення в процес навчання географії в школі. На конкретних прикладах зі шкільного курсу географії розписано покроково методіку застосування методів проблемного навчання з метою формування в учнів здатності мислити критично. Зроблено висновок про те, що критичне мислення є найнеобхіднішою компетентністю на сучасному етапі, що дозволяє протистояти усім ризиками інформаційного суспільства та є основою для формування найважливіших предметних компетентностей – розуміння суті географічних процесів і явищ, здатності встановлювати географічні закономірності та причинно-наслідкові зв'язки, знаходити їх прояви в оточуючому світі. Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка методичних рекомендацій з розвитку критичного мислення учнів при вивченні кожного з розділів шкільного курсу географії.

Ключові слова: критичне мислення, проблемне навчання, проблемна ситуація, проблемне завдання, частково-пошуковий метод навчання, навчання географії.

Zhdanov Dmytro, Maslova Natalia, Mirza-Sidenko Valentina. Development of critical thinking of students in the process of learning geography using problem learning methods

The article highlights methodological aspects of the development of critical thinking in geography lessons using problem-based learning methods. Different approaches to defining the essence of the concept of «critical thinking» in the process of its evolution, as well as to distinguishing its main characteristics, are analyzed. Attention is focused on the fact that in pedagogical practice it is necessary to take into account the complexity of the phenomenon of critical thinking and the wide range of tasks of the technology of its development as a pedagogical innovation, which determines a wide choice of teaching methods. The most effective for the development of such thinking are methods of problem-based learning, which allow you to master the strategies and procedures of such thinking.

The results of the authors' practical experience in implementing technology for the development of critical thinking in the process of teaching geography at school are highlighted. Using specific examples from the school geography course, a step-by-step method of applying problem-based learning methods is described in order to form students' ability to think critically. It was concluded that critical thinking is the most necessary competence at the current stage, which allows you to face all the risks of the information society and is the basis for the formation of the most important subject competences – understanding the essence of geographical processes and phenomena, the ability to establish geographical regularities and cause-and-effect relationships, find them manifestations in the surrounding world. A promising direction for further research is the development of methodological recommendations for the development of students' critical thinking when studying each of the school geography courses.

Key words: *critical thinking, problem-based learning, problem-based situation, problem-based task, partial-search method of learning, teaching geography.*

Вступ. На інформаційному етапі розвитку суспільства у сфері освіти відбулися майже революційні зміни: поява широкого доступу до інформаційних ресурсів; розширення можливостей для поширення інформації, спілкування в соціальних мережах, месенджерах, чатах, форумах; бурхливий розвиток технологій дистанційного навчання; швидка цифровізація, активне застосування освітніх платформ, інтерактивних сервісів тощо. Але, попри численні переваги, інформаційне суспільство породжує нові ризики: спроби маніпуляцій свідомістю, поширення дезінформації, інформаційно-психологічні операції, “інформаційні війни”. Людина стала беззахисною перед інформаційним шахрайством, в інформаційному світі з’явилися такі «чудовиська» як спами, фейки, тролінги, пранки тощо [1]. Протистояти цим загрозам дозволяє критичне мислення.

Актуальність розвитку критичного мислення визначається і тим, що воно є однією з основних навичок ХХІ ст., очолюючи систему компетенцій «4К» разом з креативністю, комунікацією, координацією. Всесвітній економічний форум у Давосі у 2016 р. визначив критичне мислення найактуальнішою навичкою для побудови успішної кар’єри, а у 2020 р. передбачив, що до 2025 р. здатність до критичного мислення буде найзатребуванішою навичкою [2]. Критичне мислення піднялося в рейтингу навичок з 4 місця (у 2015 р.) до 2 місця (у 2020 р.) [3].

Тривалий час у вітчизняній освіті не приділяли достатньої уваги формуванню критичного мислення. За інерцією освіта була спрямована на формування системи знань, а не розвиток компетентностей. На разі ж пріоритети змінилися і мета сучасної освіти – розвиток творчої, самостійної, вільної особистості, здатної до саморозвитку та засвоєння потрібних у житті знань, умінь та навичок [4].

У США розвитку критичного мислення приділяли увагу ще з середини ХХ ст. В останні десятиріччя імператив критичного мислення є основою освітніх реформ в провідних країнах Європи. В Україні ідеї впровадження цієї новації в освітній процес з’явилися на початку 1990-х р. [5]. Особливої актуальності ця концепція набула з упровадженням в освіті компетентнісного підходу. Концепція Нової української школи (НУШ) визначає критичне мислення як найважливішу компетентність, що дозволяє адаптуватися до змін та досягти успіху в житті та професії. Втім, досвід американських педагогів не можна бездумно переносити в українську освіту через розбіжності в соціокультурних контекстах, принципах організації, змісті освіти. Система освіти в США більш інструменталістська та прагматична, а в Україні освіта тяжіє до теоретичності та фундаментальності [6].

До сьогодні серед українських педагогів немає єдино визнаного підходу щодо визначення суті критичного мислення, розмежування критичного, логічного, аналітичного, наукового мислення. Методичні публікації з цієї тематики носять абстрактний характер, не містять конкретних порад, зводяться до рекомендацій із застосування окремих методів навчання для розвитку критичного мислення. При цьому часто спотворюється сама суть критичного мислення. Такі публікації піддаються критиці з боку теоретиків технології розвитку критичного мислення. Зокрема, С. Терно зазначає, що автори подібних публікацій обирають часто цікаву форму

(«яскравий антураж»), втрачаючи зміст поняття «критичне мислення» та відходячи від суті проблемного навчання як основи для його розвитку. Адже саме розв'язування проблем сприяє опануванню принципів, стратегій, процедур критичного мислення [4]. А от на думку П. Сауха у розвитку такого мислення не може бути лінійного підходу та єдино правильної методики. У педагогічній практиці необхідно враховувати складність феномену критичного мислення, яке включає синтетичне й аналітичне, репродуктивне й продуктивне, теоретичне й практичне мислення [2]. Технологія розвитку критичного мислення має на меті не лише формування здатності вирішувати проблеми, аналізувати інформацію, формулювати висновки, аргументовано висловлюватися, приймати рішення, але й розвиток уміння сумніватися, перевіряти почуте чи прочитане, відсіювати неправдиву інформацію, перевіряти достовірність джерела інформації тощо. Таке широке коло завдань передбачає і широкий вибір методів навчання.

Таким чином, у вітчизняній педагогіці існує потреба у подальшій розробці та вдосконаленні методики розвитку критичного мислення. Перед методистами з географії постає завдання висвітлити прикладні аспекти застосування цієї методики на уроках. Дана стаття має на меті розкриття методичних аспектів розвитку критичного мислення в процесі навчання географії методами проблемного навчання на конкретних прикладах зі шкільних курсів.

Аналіз досліджень і публікацій. Технологія розвитку критичного мислення розроблена у другій половині ХХ ст. в США професором Колумбійського університету М. Ліпманом, який заснував у 1987 р. при Монтклерському коледжі Інститут Критичного мислення [2]. Він спирався на ідеї американського педагога Дж. Дьюї, який і ввів у науковий обіг термін «критичне мислення» [1]. На початку ХХ ст. Дж. Дьюї вбачав мету освіти у розвитку критичного мислення, оскільки у невизначеному майбутньому першорядне значення має розвиток тих навичок, які дозволять оцінити нові обставини та обрати стратегію вирішення проблем. Саме Дж. Дьюї заклав принцип проблемності в розвитку критичного мислення, вбачаючи його суть у відкладеному судженні [7]. М. Ліпман вважав критичне мислення нагальною потребою для життя, оскільки воно дозволяє розв'язувати практичні проблеми у професійній діяльності, людських взаєминах, науковій роботі, повсякденному житті. На його думку, критичне мислення – це уміння розмірковувати [8]. А. Кроуфорд, В. Саул, С. Метьюз, Д. Макінстер зазначали, що таке мислення дозволяє обмірковувати власні думки і причини виникнення певної точки зору. Вони виділили три фази розвитку такого мислення (актуалізація – побудова знань – консолідація) та його найважливіші ознаки (обмірковування шляху до прийняття власних рішень, розв'язання проблеми; спрямованість на мету; опора на логіку, достовірну інформацію тощо) [9].

Концепція розвитку критичного мислення з моменту її появи кардинально відрізнялася за своїм цілепокладанням від усіх існуючих на той час методик, спрямованих на оволодіння учнями певною сукупністю знань. Ця концепція мету освіти вбачала у формуванні самостійної вільної особистості, здатної до саморозвитку та засвоєння потрібних у житті знань, умінь, навичок [2].

Принципи і закономірності функціонування критичного мислення розкрито в працях психологів. У педагогіці висвітлено умови, шляхи та дидактичні аспекти формування критичного мислення в учнів різних вікових груп у процесі їх розвитку самооцінки, самоконтролю, саморегуляції. Теоретико-прикладні аспекти концепції розвитку критичного мислення в Україні розробляють С. Терно [3; 10], О. Тягло [6], П. Саух [2], А. Конверський та ін. Методичним аспектам розвитку критичного мислення присвячено праці О. Пометун [11, 12], Н. Вукіної, Н. Дементієвської, І. Сущенко [13], В. Козири [14] та ін.

До сьогодні немає усталеного підходу до визначення суті поняття «критичне мислення». М. Ліпман розглядав його як майстерне відповідальне мислення, що сприяє доброму судженню, ґрунтується на критеріях, самокоригується, чутливе до контексту [6]. Наразі існує близько сотні трактувань цього поняття, в яких критичне мислення розглядається як окремий тип мислення,

як певна настанова, як особлива якісна риса особистості. В еволюції поняття «критичне мислення» виділяють три «хвилі». Перша «хвиля» (Д. Халперн, Д. Вуд, К. Поппер) припадає на середину ХХ ст., коли критичне мислення розумілося як таке, що ґрунтується на раціоналізмі й логіці, а його розвиток пов'язувався з процесами верифікації суджень. Представники другої «хвилі» (Дж. Барелл, Д. Клаустер, Р. Пауль та ін.) трактували його суть залежно від професійної приналежності. Одні вважали, що критичне мислення має на меті оцінку ідей. Інші ототожнювали його з умінням вирішувати проблеми, розглядати їх з різних точок зору, вибудовувати обґрунтовані висновки і прогнози. Третя «хвиля» (Ч. Темпл, К. Маредікт, Д. Стіл та ін.) привнесла сучасне розуміння критичного мислення як синергії багатьох умінь. Критично мислити означає бути допитливим, використовувати дослідницькі методи, ставити запитання, шукати відповіді, ставити під сумнів визнані істини, формувати власну точку зору, аргументовано її відстоювати. На думку П. Сауха, критичне мислення в будь-яких «зрізах» є формою оцінюючої діяльності в процесі пізнання, зосередженій на виявленні рівня достовірності факту, визнаного еталоном чи стандартом, та самовизначенні. Методика розвитку такого мислення включає: вивчення ситуації задля висунення гіпотез; пошук інформації для їх перевірки; пошук способів вирішення проблеми; перевірку достовірності доведень; отримання якісно нового результату діяльності [2].

У педагогіці критичне мислення розглядається як мислення вищого порядку, що ґрунтується на інформації, у ході опрацювання якої відбувається оцінювання думок, гіпотез, шляхів їх доведення [5]. С. Терно трактує критичне мислення як процес оцінювання фрагменту реальності, наслідком чого є оцінювальне судження (оцінка) відповідно до певної системи цінностей (ідеалів, стандартів, критеріїв). Він представляє критичне мислення двома блоками: змістовним (принципи, стратегії) та операційним (уміння бачити проблему, будувати гіпотези, аргументовано доводити, оцінювати, робити висновки тощо) [10]. Основне призначення такого мислення С. Терно вбачає у розв'язанні проблеми, а завдання – навчити учнів аргументувати власні думки, виявляти хиби в аргументації, визначати правомірність оцінок, ідей, розв'язків. Створення проблемних ситуацій – основна умова для розвитку критичного мислення, а розв'язування проблем дозволяє опанувати його принципи, стратегії, процедури [4]. Вчений також подає функціональну модель такого мислення: 1) зіткнення з проблемою; 2) проблемна ситуація та проблемна задача (ситуація утруднення); 3) переструктурування знань, способів дій, власних установок, досвіду для знаходження правильного розв'язку; 4) обґрунтування та представлення рішення [3].

О. Пометун наділяє критичне мислення такими рисами як активність, цілеспрямованість, дисциплінованість, самостійність, рефлексивність. Воно розвиває здатність визначати проблеми, аналізувати, синтезувати, оцінювати інформацію, висувати альтернативи, обирати спосіб розв'язання проблеми чи власну позицію, обґрунтовувати свої погляди, робити свідомий вибір і діяти [11]. Дослідниця широко трактує суть критичного мислення, включаючи до його складу: мислення, яке сприяє формуванню здатності усвідомлювати власну позицію, уміння знаходити нові ідеї, аналізувати події та критично їх оцінювати; нестандартне мислення, що ґрунтується на спроможності бачити та оцінювати альтернативи; практичне мислення, яке на основі знань дозволяє ухвалити рішення, вирішувати життєві та навчальні проблеми тощо [12].

У методиці навчання географії більшість публікацій з цієї тематики стосується особливостей застосування інтерактивних методів або дискусій для розвитку критичного мислення [15; 16; 17]. Тому існує потреба в покрокових інструкціях для вчителів із застосування методів проблемного навчання для розвитку критичного мислення при вивченні конкретних тем шкільної географії.

Матеріали та метод. Дослідження базується на результатах практичного досвіду авторів з розвитку критичного мислення на уроках географії. Авторами застосовувалися такі методи

дослідження: аналіз наукових публікацій, порівняння, розробка фрагментів уроків, узагальнення, формулювання висновків.

Результати. В процесі розвитку критичного мислення на уроках географії необхідно вибудувати таку архітектоніку освітнього процесу, яка включає уміння самостійно мислити, аргументувати власну позицію та приймати виважені рішення. Мислити критично означає проявляти допитливість, любов до знання, володіти науково-пошуковою методологією, вміти ставити оригінальні питання та знаходити відповіді. Ця технологія не орієнтує учнів на просте запам'ятовування інформації, а спрямовує на її осмислення й творчий процес пізнання світу, на оригінальну постановку проблеми та її розв'язання. Це дозволяє підвищити інтерес до навчання, сформувати інформаційну грамотність, розвинути навички ведення дискусії, уміння логічно відстоювати свою думку тощо. Критично мисляча людина не задовольняється фактами, а перевіряє їх, піддає сумніву, встановлює причини, прогнозує наслідки. Алгоритм розвитку критичного мислення включає три рівні: виклику, осмислення змісту та рефлексію [2]. Кожен із цих рівнів має свою мету, завдання, комплекс методів і прийомів навчання.

У процесі навчання географії розуміння учнями географічних законів, закономірностей, причинно-наслідкових зв'язків, фундаментальних принципів набагато важливіше за утримання в пам'яті великої кількості фактів. «Заучування» тривалий час було основним принципом навчання, а НУШ вимагає нових підходів. Подібно до того, як в тригонометрії замість заучування десятків формул, достатньо знати, як їх виводити, в географії, не потрібно зачувати текст підручника про клімат певного материка, а краще, спираючись на знання основних кліматотвірних чинників, за картою назвати особливості клімату материка. Отже, головним принципом буде не «заучування», а розуміння закономірностей у природі [18].

Більшість шкільних підручників з географії недостатньо спрямовані на розвиток критичного мислення. «Міркуй, аналізуй, зіставляй факти» – радять учням автори більшості підручників. Але для розвитку критичного мислення необхідно переглянути всю парадигму класно-урочної системи. На уроках учень повинен запам'ятати навчальний матеріал, повторити його вдома, виконати тренувальні вправи для засвоєння навичок. На жаль, сучасна парадигма підручників все ще базується на застарілому принципі «якщо дитина пропускає урок, вона може прочитати матеріал в підручнику». З розвитком інформаційного суспільства ця парадигма не є визначальною, адже в умовах широкого доступу до інформації підручник не повинен бути «енциклопедією фактів», які легко можна знайти в мережі Інтернет. Сучасні підручники повинні містити мінімум фактів, а головний акцент має бути на ключових географічних закономірностях та проблемних питаннях, на які учень повинен відповісти самостійно.

У контексті розвитку критичного мислення сучасні підручники корисні значною кількістю помилок, які вчитель може використовувати. Так, наприклад, в підручнику пропедевтичного для географії курсу «Пізнаємо природу» для 5 класу серед факторів, що сприяли появі життя на Землі, зазначається наявність ґрунтового шару. Але ж ґрунт – це кора вивітрювання гірських порід, яка виникла завдяки діяльності живих організмів. Ця помилка дає можливість почати дискусію в класі щодо причинно-наслідкових зв'язків між ґрунтами і рослинністю та привести учнів до правильного твердження.

З метою розвитку критичного мислення на уроках можна застосовувати прийом «Знайди помилку в підручнику», який дозволяє сформувати в учнів одну з найбільш необхідних на сьогодні навичок – здатність до критичного аналізу джерел інформації. Так, наприклад, під час уроку географії в 7 класі з теми «Рельєф Антарктиди» можна звернути увагу учнів на те, що у підручнику вказана одна висота найвищої точки материка масиву Вінсон (5140 м), а у Вікіпедії – інша (4892 м). Таким чином створюється проблемна ситуація, в основі якої лежить суперечність між фактами. Учням можна поставити проблемне завдання з'ясувати, чому так сталося і в якому джерелі помилка. Застосовуючи пошуковий метод, учні мають прийти до

висновку, що 5140 м – це застарілі дані 1959 р., але у 1980 р. висоту масиву Вінсон визначили як 4897 м, а пізніше ще уточнили – 4892 м. Таким чином, учні мають прийти до висновку, що дані змінюються, оскільки удосконалюється технічне оснащення, що робить виміри висот більш точними. На даному прикладі можна запропонувати учням ще одне проблемне питання: «А яким джерелам можна вірити, якщо вони вказують різну інформацію?». Це може бути домашнім завданням: знайти джерело з інформацією про висоту масиву Вінсон, якому, на думку учнів, можна довіряти. Звичайно, учні можуть навести приклади не дуже достовірних ресурсів, але вчитель може спрямувати їхню увагу на ресурси, яким варто довіряти (наприклад, наукова інформація на ресурсах з доменом.edu (університети), довідкові данні на сайтах з доменом.gov тощо).

У наведеному вище прикладі інформація з підручника виявилася помилковою, а у Вікіпедії були наведені вірні дані. Проте Вікіпедія не завжди може бути достовірним джерелом інформації, адже більшість статей пишуться аматорами. Прикладом помилки у Вікіпедії є стаття про «мегацунамі» 1958 р. в бухті Літуя, коли висота хвилі нібито досягала 524 м. Однак, звідки взялася така цифра? У статті є посилання на книгу відомого геофізика Е. Робертса «Our quaking Earth» (1963). Для розвитку критичного мислення учнів можна поставити їм проблемне питання «Чи можна довіряти цій інформації?» та застосувати частково-пошуковий метод навчання. Вчитель може запропонувати учням знайти це першоджерело, перечитати текст про цунамі та знайти в ньому невідповідність. У процесі аналізу тексту учні мають помітити, що в книзі зазначається, що у 1958 р. на Алясці в затоці Літуя стався гігантський зсув, в результаті якого на берег затоки обрушилася хвиля цунамі і це є достовірним фактом, але далі домисли. Спочатку автор пише, що хвиля цунамі була висотою 17–35 м (цілком правдоподібно), а потім описує повалені дерева на узбережжі на висоті близько 600 м та наводить думки деяких учених, які на підставі цього спостереження зробили висновок, що висота хвилі могла бути 524 м. Окрім явної невідповідності у цифрах, сумніви має викликати й рік виходу у світ книги – 1963. З того часу в науці відбулися тектонічні зрушення, тому не можна спиратися на застарілі дані. Після аналізу всіх невідповідностей у тексті можна запропонувати учням висловити їхні припущення, чи варто довіряти цій інформації і чи могла ця хвиля досягти висоти 524 м? А далі вчитель може наштовхнути учнів на висновок про те, що хвиля була явно меншою, проте вона вдарилася об берег з величезною силою і вода «злетіла» по схилу на висоту 524 м, через що були повалені дерева. Для підтвердження цієї гіпотези учням пропонується переглянути статтю Чарльза Л. Мейдера та Майкла Л. Гітлінгса (2002 р.), на яку також є посилання, але інформація з неї не наводиться. В ній автори причиною повалення дерев на такій висоті називають саме «накатну хвилю». На цьому прикладі можна показати учням, як легко припуститися помилки, беручи інформацію лише з одного застарілого джерела.

Ще одним прикладом може бути пошук помилки у підручнику «Пізнаємо Природу» за 6 клас (автори Д. Д. Біда, Т. Г. Гільберг, Я. І. Колесник, 2023 р.), де зазначається, що максимальна температура повітря на Землі в затінку (полюс спеки) сягнула позначки +71 °С в іранській пустелі Деште-Лут. Проблемне питання може звучати так: «Чи є факти, наведені в тексті, достовірними та точними?». Учням можна запропонувати пошукати інформацію про «полюс спеки» в Google. Але цей термін не є загальновизнаним, тому учні зможуть знайти лише статтю у Вікіпедії про пустелю Деште-Лут, де й наводиться зазначений у підручнику факт. Для перевірки інформації слід спрямувати учнів переглянути першоджерела, серед яких є стаття з офіційного сайту NASA [19]. В ній зазначено, що у 2004–2009 рр. найвища температура поверхні Землі виявлена в пустелі Лут, де у 2005 р. зафіксовано максимум температур – +70,7°С (159,3°F). І ніби факти в підручнику та в статті співпадають, але є невідповідність, яку учні повинні відшукати. Вони мають помітити, що в статті NASA йдеться про температуру поверхні пустелі (яка може бути +70,7 °С), а не температури повітря. Автор статті невірно переклав першодже-

рела. Так можна навчити дітей перевіряти інформацію, аналізувати джерела, застосовувати на практиці знання англійської мови.

Для розвитку критичного мислення можна також використовувати проблемні завдання, які містять суперечність між інформацією, поданою у підручниках, та новими досягненнями в географічній науці. Наприклад, у 7 класі можна запропонувати учням проаналізувати закономірності в поширенні вулканів за тектонічною картою. Враховуючи інформацію в підручнику про тектоніку літосферних плит, учні мають прийти до висновку, що вулканічні процеси та землетруси відбуваються на межах літосферних плит. У такому разі вчитель має звернути увагу учнів, на суперечність цього твердження на прикладі Гавайських островів, які мають вулканічне походження, але знаходяться далеко від межі Тихоокеанської літосферної плити. Після цього ставиться проблемне завдання з'ясувати механізм утворення вулканічних Гавайських островів не в ділянці конвергенції або спредингу літосферних плит. У процесі виконання завдання учні мають детальніше ознайомитися з гіпотезою тектоніки літосферних плит і з'ясувати, що її розробка не завершена, особливо в питанні рушійних сил руху плит. А. Вегенер в гіпотезі дрейфу материків припускав, що такі сили можуть виникати через гравітаційну взаємодію Землі з Місяцем і Сонцем (припливні процеси в мантії) або внаслідок обертання Землі [20]. Але розрахунки довели, що таких сил було б недостатньо для пересування літосферних плит. Пізніше розроблено концепцію конвекційних потоків у мантії, відповідно до якої нагрівання речовини мантії на великій глибині відбувається через енергію радіоактивного розпаду та процесів гравітаційної диференціації (яка значною мірою завершена) [21]. Отже, в майбутньому енергія надр Землі буде вичерпана, в результаті чого припиняться всі тектонічні процеси, вулканізм та землетруси ендегенного походження. Грунтуючись на вивченні «сейсмічної томографії» надр Землі, японський геофізик Ш. Матуяма у 1994 р. висунув гіпотезу тектонічних плюмів (вертикальних гарячих потоків в мантії), відповідно до якої розпечена речовина мантії, яка витісняється плитою, що занурюється (розплавляється вона не відразу), формує гарячий плюм, який піднімається від ядра та викликає розкол і дрейф континентів [20]. Після цього включається механізм, описаний А. Вегенером. Саме гіпотеза тектонічних плюмів дозволяє пояснити появу вулканів у середині літосферних плит. Згідно з нею, там, де зараз відбуваються вулканічні процеси на території Гавайських островів, на глибині є гарячий плюм, який залишається на одному місці, але через переміщення Тихоокеанської літосферної плити «пропалює» нові вулканічні острови. Тихоокеанська плита рухається у північно-західному напрямку, тому виникнення вулканічних Гавайських островів, що відбувається у південно-східному напрямку, виглядає цілком логічним. Вулканічні процеси відбуваються лише на одному з островів цієї групи – на о. Гаваї, який є наймолодшим. Такі ж «гарячі» точки є під островами Туамоту, Тувалу, в районі о. Ісландія. На цьому прикладі можна продемонструвати учням, що викладена у підручнику теорія не завжди дозволяє пояснити деякі процеси, які відбуваються в тих чи інших куточках нашої планети.

Критичне мислення – це ще й здатність аналізувати нову інформацію перш ніж прийняти її, навіть якщо це ніби доведена розрахунками істина. Так, при вивченні льодовиків учням можна поставити питання «Як зміниться рівень Світового океану, якщо розтануть льодовики Арктики?». В процесі вирішення проблеми слід згадати закон Архімеда, який учні вивчали на уроках фізики, і для тих, хто розуміє цей закон, відповідь буде очевидною – рівень Світового океану не зміниться. Складніше, якщо задати таке ж питання щодо льодовиків Антарктиди. Тут варто дітям запропонувати зробити необхідні розрахунки, які базуються на показниках площі Світового океану та об'єму континентального льоду Антарктиди. Розрахунки дозволять учням прийти до висновку, що рівень Світового океану має піднятися на 66–68 м. А далі учням можна запропонувати висловити припущення про те, чому насправді рівень Світового океану не підніметься на 66 метрів. У процесі евристичної бесіди можна прийти до правильної відпо-

віді: розрахунки припускають, що Світовий океан відгороджений від суші «стінками» і вода підніматиметься як при наповненні склянки. Насправді вода затоплюватиме сушу, збільшуючи тим самим площу Світового океану.

Ще одним способом постановки проблеми є питання, які передбачають встановлення причини тих чи інших явищ. Прикладом такого типу завдань може бути питання «Чому найвища гора на Марсі має висоту більше 20 км, а на Землі найвищі гори не перевищують висоту 9 км?». У процесі пошукової роботи учні мають встановити дві причини: на Марсі нижча сила гравітації та відсутня щільна атмосфера. То ж вони мають прийти до висновку про те, що процеси вивітрювання на Марсі не так виражені як на Землі, тому й гори руйнуються не так сильно.

Ефективними в процесі формування уміння мислити критично є завдання краєзнавчого характеру. Прикладом може бути питання учнів до вчителя про природу «рожевого снігу», який випав у березні 2018 р. в Одесі. В соціальних мережах можна було знайти багато фантастичних гіпотез, які пояснювали цей феномен. Вчитель міг просто розповісти учням про те, що причиною був вітер, який переніс пісок з пустелі Сахара на таку велику відстань. Але значно ефективніше дати учням змогу знайти відповідь у процесі проведення простого досліду. Для цього достатньо розтопити цей «рожевий сніг», профільтрувати воду, на яку перетворився сніг та отримати дві фракції твердого осаду: глинисту та піщану. Піщану фракцію можна розглянути під мікроскопом, де учні побачать, що це дійсно пісок і закріплять на практиці знання про геологічну роботу вітру.

Розвиток критичного мислення буде забезпечувати частково-пошуковий метод, діалог з учнями, послідовна постановка завдань, пошук шляхів вирішення проблеми. Так, при вивченні поясів атмосферного тиску на Землі, зазвичай починають з екваторіального поясу. Для того, щоб учні відповіли на питання «Який тиск в екваторіальному поясі?», спочатку необхідно пригадати що таке атмосферний тиск та від чого він залежить. Після того, як учні пригадають, що атмосферний тиск залежить від температури повітря, слід нагадати їм, що холодне повітря важить більше, ніж тепле. Далі в процесі бесіди можна підштовхнути учнів до висновку, що на екваторі кут падіння сонячних променів найбільший, а відповідно й найбільше сонячної радіації та завжди високі температури повітря. Потім слід підвести їх до думки, що якщо на екваторі повітря тепле, переважають висхідні потоки повітря, то атмосферний тиск низький. Наступним питанням має бути «А який же тиск буде над тропіками?». Логічно припустити, що якщо температура повітря в тропічних широтах висока, то й атмосферний тиск також низький. Але на карті над тропіками позначено пояс високого тиску. Виникає суперечність між наявними в учнів знаннями і фактом, який їм суперечить. Розв'язати цю проблему можна в процесі евристичної бесіди, наштовхуючи учнів на правильну відповідь питаннями: «Що відбувається на екваторі з повітрям?» (відповідь: воно тепле, тому підіймається вгору), «Що далі відбувається з повітрям?» (відповідь: з кожним кілометром висоти його температура падає на 6° і це охоложене повітря буде розтікатися до тропіків та опускатися), «Яка ж причина високого тиску над тропіками?» (відповідь: низхідні потоки охоложеного повітря). І за таким принципом розглядаються пояси низького тиску над помірними широтами та високого тиску над холодними поясами. В процесі такого ж діалогу учні досить легко зрозуміють і механізм утворення постійних вітрів в різних широтах. Для усвідомлення учнями причин утворення пасатів, можна пригадати про те, що на екваторі тиск низький, а над тропіками – високий. І діти самі скажуть про те, що вітер через різницю тиску рухатиметься від тропіків до екватору. Знання, набуті таким чином, запам'ятовуються набагато краще.

Висновки. Критичне мислення є конструктом, який дозволяє протистояти спробам маніпуляцій свідомістю, формувати власну позицію, бути вільним у виборі, адаптуватися до змін та досягати успіху. Опанувати стратегії і процедури такого мислення дозволяє застосування

на уроках методів проблемного навчання. Шкільна географія має величезні можливості для формування в учнів вміння критично мислити, адже таке уміння лежить в основі формування найважливіших предметних компетентностей – розуміння суті географічних процесів і явищ, здатності встановлювати географічні закономірності та причинно-наслідкові зв'язки, знаходити їх прояви в оточуючому світі. Перспективним напрямом досліджень є розробка рекомендацій з розвитку критичного мислення учнів при вивченні кожного з розділів шкільного курсу географії.

Література:

1. Конверський А.Є. Критичне мислення. Підручник для студентів вищих навчальних закладів. К.: Центр учбової літератури, 2020. 370 с.
2. Саух П. Розвиток критичного мислення як провідний тренд сучасного освітнього процесу. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*. 2021. Вип. 2. С. 7–15.
3. Терно С. Критичне мислення та інноваційні стратегії в історичній освіті. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2023. 120 с.
4. Терно С.О. Світ критичного мислення: образ та мімікрія. *Історія в сучасній школі*. 2012. № 7–8. С. 27–39.
5. Лякішева А.В., Вітюк В.В., Кашуб'як І.О. Кейсбук методів і прийомів технології розвитку критичного мислення в Новій українській школі. 2-ге вид., переробл. і доповн. Луцьк: ФОП Іванюк В. П., 2022. 116 с.
6. Тягло О.В. *Критичне мислення*. Харків: Основа, 2008. 187 с.
7. Dewey J. *How we think*. D. C. Heath & co., Publishers Boston. New York. Chicago. 1910. 228 p. URL: <https://gutenberg.org/cache/epub/37423/pg37423-images.html>
8. Lipman M. *Critical thinking: What can it be?* Institute of Critical Thinking. Resource Publication, 1988. Series 1. № 1. 12 p.
9. Кроуфорд А., Саул В., Метьюз С., Макінстер Д. Технології розвитку критичного мислення учнів. *Наук. ред., передм. О. І. Пометун*. Київ : Вид-во «Плеяди», 2006. 220 с.
10. Терно С.О. Методика розвитку критичного мислення школярів у процесі навчання історії. Запоріжжя, 2012. 70 с.
11. Пометун О.І. Критичне мислення як педагогічний феномен. *Український педагогічний журнал*. 2018. № 2. С. 89–98.
12. Пометун О., Пилипчатіна Л., Сущенко І., Баранова І. *Основи критичного мислення*. Т.: Навчальна книга – Богдан, 2010. 74 с.
13. Вукіна Н.В., Дементієвська Н.П., Сущенко І.М. *Критичне мислення: як цьому навчати*. Харків, 2007. 190 с.
14. Козира В.М. *Технологія розвитку критичного мислення у навчальному процесі*. Тернопіль : ТОКІШО, 2017. 60 с.
15. Король А.М. Інтерактивні методики розвитку критичного мислення та особливості їх застосування на уроках географії у 7 класі. *Географічна наука та освіта: перспективи й інновації*. Переяслав. 2023. С. 102–106.
16. Маслоva Н.М. Розвиток критичного мислення на уроках географії. *Стратегії інноваційного розвитку природничих дисциплін: досвід, проблеми та перспективи*. ФОП Піскова М.А., 2021. С. 22–25.
17. Маслоva Н.М., Мирза-Сіденко В.М., Гелевера О.Ф. Застосування технології розвитку критичного мислення як засіб модернізації процесу навчання географії. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький: ЦДУ ім. В. Винниченка, 2022. Випуск 207. С. 225–231.
18. Жданов Д.К. Проблемне навчання як методологічна основа створення комплексного інтегрованого курсу природничих наук. *Позашкілья*. № 8, 2015. С. 49–57.
19. Carlowicz M. *The Hottest Spot on Earth*. NASA. Earth Observatory, 2012. URL: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=77627>.
20. Ковальчук М.С. *Геологія і геоморфологія (геологічні процеси): навч. посібник*. Київ : НАУ, 2018. 148 с.
21. Щербак М.П., Степанюк Л.М., Пономаренко О.М. Циклічність геологічних процесів в історії Землі. *Першопричини. Геохімія та рудоутворення*, 2016. Вип. 36. С. 10–15.

References:

1. Konverskyi, A.Ie. (2020). *Krytychne myslennia. Pidruchnyk dlia studentiv vyshchyykh navchalnykh zakladiv [Critical thinking. Textbook for students of higher educational institutions]*. K.: Tsentr uchbovoi literatury. 370 s. [in Ukrainian].
2. Saukh, P. (2021). Rozvytok krytychnoho myslennia yak providnyi trend suchasnoho osvitnoho protsesu [The development of critical thinking as a leading trend of the modern educational process]. *Neperervna profesiina osvita: teoriia i praktyka*, 2, 7–15 [in Ukrainian].
3. Terno, S. (2023). *Krytychne myslennia ta innovatsiini stratehii v istorychnii osviti [Critical thinking and innovative strategies in history education]*. Zaporizhzhia : Zaporizkyi natsionalnyi universytet. 120 s. [in Ukrainian].
4. Terno, S.O. (2012). Svit krytychnoho myslennia : obraz ta mimikriia [The world of critical thinking: image and mimicry]. *Istoriia v suchasni shkoli*, 7–8, 27–39 [in Ukrainian].
5. Liakisheva, A.V., Vitiuk, V.V., & Kashubiak, I.O. (2022). *Keisbuk metodiv i pryiomiv tekhnolohii rozvytku krytychnoho myslennia v Novii ukrainskii shkoli [A casebook of methods and techniques of technology for the development of critical thinking in the New Ukrainian School]*. 2-he vyd., pererobl. i dopovn. Lutsk : FOP Ivaniuk V. P. 116 s. [in Ukrainian].
6. Tiahlo, O.V. (2008). *Krytychne myslennia [Critical thinking]*. Kharkiv : Osnova. 187 s. [in Ukrainian].
7. Dewey, J. (1910). *How we think*. D. C. Heath & co., Publishers. Boston. New York. Chicago. 228 p. Retrieved from: <https://gutenberg.org/cache/epub/37423/pg37423-images.html> [in English].
8. Lipman, M. (1988). *Critical thinking: What can it be?* Institute of Critical Thinking. *Resource Publication. Series 1*, 1, 12 p. [in English].
9. Krouford, A., Saul, V., Metiuz, S., & Makinster, D. (2006). *Tekhnolohii rozvytku krytychnoho myslennia uchniv [Technologies for the development of students' critical thinking]*. Nauk. red., peredm. O. I. Pometun. Kyiv : Vyd-vo «Pleiady». 220 s. [in Ukrainian]
10. Terno, S.O. (2012). *Metodyka rozvytku krytychnoho myslennia shkolariv u protsesi navchannia istorii [Methodology for the development of critical thinking of schoolchildren in the process of learning history]*. Zaporizhzhia. 70 s. [in Ukrainian].
11. Pometun, O.I. (2018). Krytychne myslennia yak pedahohichni fenomen [Critical thinking as a pedagogical phenomenon]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*, 2, 89–98 [in Ukrainian].
12. Pometun, O., Pylypchatina, L., Sushchenko, I., & Baranova, I. (2010). *Osnovy krytychnoho myslennia [Basics of critical thinking]*. T. : Navchalna knyha – Bohdan. 74 s. [in Ukrainian].
13. Vukina, N.V., Dementiievska, N.P., & Sushchenko. I.M. (2007). *Krytychne myslennia: yak tsomu navchaty [Critical thinking: how to teach it]*. Kharkiv. 190 s. [in Ukrainian].
14. Kozyra, V.M. (2017). *Tekhnolohiia rozvytku krytychnoho myslennia u navchalnomu protsesi [Technology for the development of critical thinking in the educational process]*. Ternopil : TOKIPPO. 60 s. [in Ukrainian].
15. Korol, A.M. (2023). Interaktyvni metodyky rozvytku krytychnoho myslennia ta osoblyvosti yikh zastosovannia na urokakh heohrafii u 7 klasi [Interactive methods of developing critical thinking and features of their application in geography lessons in the 7th grade]. *Heohrafichna nauka ta osvita: perspektyvy y innovatsii*. Pereiaslav. S. 102–106 [in Ukrainian].
16. Maslova, N.M. (2021). *Rozvytok krytychnoho myslennia na urokakh heohrafii [Development of critical thinking in geography lessons]*. Stratehii innovatsiinoho rozvytku pryrodnychyykh dystsyplin: dosvid, problemy ta perspektyvy. FOP Piskova M.A. p. 22–25 [in Ukrainian].
17. Maslova, N.M., Myrza-Sidenko, V.M., & Helevera, O.F. (2022). Zastosovannia tekhnolohii rozvytku krytychnoho myslennia yak zasib modernizatsii protsesu navchannia heohrafii [Application of the technology of development of critical thinking as a means of modernization of the geography teaching process]. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky. Kropyvnytskyi: TsDU im. V. Vynnychenka*, 207, 225–231 [in Ukrainian].
18. Zhdanov, D.K. (2015). Problemne navchannia yak metodolohichna osnova stvorennia kompleksnoho intehrovanooho kursu pryrodnychyykh nauk [Problem-based learning as a methodological basis for creating a complex integrated natural science course]. *Pozashkillia*, 8, 49–57 [in Ukrainian].
19. Carlowicz, M. (2012). The Hottest Spot on Earth. NASA. Earth Observatory. Retrieved from: <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=77627> [in English].
20. Kovalchuk, M.S. (2018). *Heolohiia i heomorfolohiia (heolohichni protsesy): navch. posibnyk [Geology and geomorphology (geological processes): teaching manual]*. Kyiv : NAU. 148 p. [in Ukrainian].
21. Shcherbak, M.P., Stepaniuk, L.M., & Ponomarenko, O.M. (2016). Tsyklichnist heolohichnykh protsesiv v istorii Zemli. Pershoprychyny [Cyclicity of geological processes in the history of the Earth. Root causes]. *Heokhimiia ta rudoutvorennia*, 36, 10–15 [in Ukrainian].

УДК 377.5:001.8

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-8>

РЕАЛІЗАЦІЯ ОСВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОГО МИСЛЕННЯ

Іванова Олена Анатоліївна,

доктор філософії з професійної освіти,

викладач вищої кваліфікаційної категорії,

викладач-методист циклової комісії загальноосвітніх та соціально-гуманітарних дисциплін

Відокремленого структурного підрозділу

«Фаховий коледж харчових технологій та підприємництва

Дніпровського державного технічного університету»

ORCID ID: 0000-0002-9251-832X

Стаття присвячена дослідженню проблеми розвитку креативного мислення – найважливішої навички працівників. Розглянуто сутність понять «креативність», «креативний», «мислення» в загальному сенсі й як термінів психології, філософії, педагогіки. Здійснено пошук особливостей креативного мислення та можливостей педагогічного впливу на його розвиток. Продемонстровано найбільш цікаві сучасні наукові підходи щодо сутності, природи виникнення, складових та етапів творення креативного мислення. Представлено власне розуміння поняття «креативне мислення» на основі словникових статей. З'ясовано, що креативне мислення є одним із видів мисленнєвого процесу, результатом якого є виявлення інтелектуальних здібностей людини, її творчого потенціалу, рівня набутих знань та здатності оперувати ними у розв'язанні актуальних завдань альтернативними нетрафаретними методами. Виділено серед наукових підходів до креативного мислення визначення авторів дослідження PISA.

Акцентовано увагу на інтерактивних підходах до організації освітнього процесу, що забезпечують активний характер взаємодії учасників освітнього процесу на засадах співпраці та співтворчості. Зауважено на результаті інтерактивних технологій навчання, який досягається завдяки орієнтованості на діяльнісний підхід, спрямованості на самостійний пошук шляхів вирішення певної ситуації, сприянню відходу від «сліпої» трансляції знань до аналізу інформації та генерування власної позиції. Розглянуто інтерактивні технології навчання, які використовуються для розвитку креативного мислення здобувачів освіти, такі як: метод кейсів, тренінг, групова дискусія, рольові та ділові ігри, майндмеппінг, метод «6 капелюхів мислення», метод проєктів.

Ключові слова: мислення, креативність, креативне мислення, здобувач освіти, студент, інтерактивні технології навчання.

Ivanova Olena. Implementation of educational technologies in the process of development of creative thinking

The article is devoted to the study of the problem of the development of creative thinking. The essence of the concepts "creativity", "creative", "thinking" in the general sense and as terms of psychology, philosophy, pedagogy is considered. The search for the peculiarities of creative thinking and the possibilities of pedagogical influence on its development was carried out. The most interesting modern scientific approaches to the essence, nature of emergence, components and stages of creation of creative thinking are demonstrated. The actual understanding of the concept of "creative thinking" based on dictionary articles is presented. It was found that creative thinking is one of the types of thinking process, the result of which is the identification of a person's intellectual abilities, his creative potential, the level of acquired knowledge and the ability to operate on them in solving actual problems using alternative, non-template methods. Among the scientific approaches to creative thinking, the definition of the authors of the PISA study is highlighted.

Attention is focused on interactive approaches to the organization of the educational process, which ensure the active nature of the interaction of the participants of the educational process on the basis of cooperation and co-creation. The result of interactive learning technologies is noted, which is achieved due to the focus on the activity approach, the focus on the independent search for ways to solve a certain situation, the promotion of moving away from the "blind" translation of knowledge to the analysis of information and the generation of one's own position. Interactive learning technologies used for the development of creative thinking of students are considered, such as:

the case method, training, group discussion, role-playing and business games, mind mapping, the "6 thinking hats" method, and the project method.

Key words: *thinking, creativity, creative thinking, education seeker, student, interactive learning technologies.*

Вступ. Питання щодо рівня професійної підготовки майбутнього фахівця в усі часи було актуальним, а сьогодні, в добу інформаційного суспільства, підвищеної конкуренції на ринку праці, посиленої міграції населення, новітніх форм і видів зайнятості, набуває особливого значення. Як відомо, суто професійних навичок для досягнення професійного успіху замало. Професіонал відбувається лише тоді, коли в системі його навичок переважають *soft skills* (так звані м'які або гнучкі навички, які, по суті, й забезпечують ефективність професійних). Так, у матеріалах Всесвітнього економічного форуму про майбутнє робочих місць (Швейцарія, Давос, травень 2023 р.) проаналізовано очікування роботодавців та відзначено як соціально-економічні та технологічні трансформації формуватимуть робоче місце наступних п'яти років [1]. За даними форуму серед найбільш затребуваних універсальних навичок виділено, насамперед, такі як: аналітичне та креативне мислення; стійкість, гнучкість, стриманість; мотивація та самовідданість; допитливість і навчання впродовж життя; технологічна грамотність; надійність й увага до деталей; емпатія та активне слухання; лідерство та соціальний вплив; контроль якості. Зауважимо, що зазначені навички залишаються найважливішими для працівників у період до 2027 року. Таким чином, на порядок денний закладів освіти виходить питання розвитку у здобувачів освіти відповідних навичок у процесі навчання. При цьому значну увагу необхідно приділити розвитку саме креативного мислення.

Аналіз досліджень і публікацій засвідчує, що поняття «креативне мислення» є складним та багатоаспектним. Отже, приділяємо увагу окремо словам «креативний» та «мислення», які є складниками словосполучення «креативне мислення». У межах нашого наукового інтересу з'ясовано розуміння їх як термінів у загальному сенсі, так і з точки зору психології, філософії, педагогіки [2].

У Великому тлумачному словнику сучасної української мови термін «мислити» трактується як «міркувати, зіставляючи явища об'єктивної дійсності й роблячи висновки» [3].

Згідно з Академічним тлумачним словником української мови поняття «мислити» визначається як «те саме, що думати, розмірковувати над чим-небудь», «мати певну думку, вважати, допускати» [4].

Велика українська енциклопедія представляє тлумачення поняття мислення як «фундаментальна властивість розумних істот, що включає процеси засвоєння та смислової переробки інформації, цілеспрямованого пізнання суб'єктом істотних зв'язків і відносин між предметами і явищами, творення нових ідей, проектування моделей практичної і раціонально-пізнавальної діяльності» [5].

У сучасній вільній онлайн-енциклопедії Вікіпедії поняття «мислення» розглядається як «процес перетворення фактів, інформації, емоцій тощо на цілісне й упорядковане знання» [6].

Філософський енциклопедичний словник представляє тлумачення мислення як «інформаційна діяльність, що набула якості опосередкованого, узагальненого пізнання, яке за допомогою абстрагування, міркувань (зіставлень пізнавальних образів та логічного виведення думок) і типізації даних про світ явищ розкриває їх необхідні зв'язки, закономірності, тенденції розвитку». Словникове джерело також зауважує на зв'язку мислення з моделюванням можливих ситуацій та його здатності до планування дій і передбачення їх наслідків, а сам процес мислення визначає як «низку логічних операцій: порівняння пізнаваних об'єктів (наочно даних чи уявлюваних, ідеалізованих); аналіз і синтез даних; абстрагування істотних ознак об'єктів від їхніх другорядних рис і від самих об'єктів; узагальнення, класифікація та ін.» [7].

Цікавим вважаємо визначення терміну «мислення» у Сучасному тлумачному психологічному словнику як «один з вищих проявів психічного, процес пізнавальної діяльності індивіда, який характеризується узагальненим і опосередкованим відображенням дійсності; це аналіз, синтез, узагальнення умов і вимог розв'язуваної задачі та способів її вирішення» [8].

Згідно з Українським педагогічним словником «мислення» – це «вища форма відображення дійсності в психіці, ідеальна діяльність, результатом якої є об'єктивна істина. Основними формами процесу мислення є судження й міркування. Прийоми мислення – це система мислительних операцій, організованих для розв'язання конкретного завдання» [9].

Слово «креативний» за походженням тягне своє коріння від латинського *creatio* («створення»), яке, у свою чергу, походить від слова *creare* («творити») або ж *creo* («я творю»). У Словнику іншомовних слів термін «креативність» (від англ. *to create* – творити) означає «творча спрямованість, готовність до формулювання, прийняття і створення принципово нових ідей та рішень, що відрізняються від традиційних або загальноприйнятих»; «кмітливість, винахідливість, нестандартність» [10]. Відповідно, прикметник *creatrix* (креативний) передбачає здатність виробляти щось нове, оригінальне. Таке буквальне значення даного терміну, насправді, дуже добре позначає той тип діяльності, який позначаємо терміном «креативне мислення». Це здатність бачити нові можливості, знаходити незвичайні поєднання та створювати інноваційні рішення.

Велика українська енциклопедія представляє тлумачення поняття креативний як «тип інтелектуально-творчих здібностей особистості, здатність породжувати незвичайні ідеї, відхилятися від традиційних схем мислення, швидко й нестандартно розв'язувати проблемні ситуації» [5].

У Великому тлумачному словнику сучасної української мови термін «креативний» трактується як «творчий, а «креативність» – «творча, новаторська діяльність» [3].

Сучасний тлумачний психологічний словник представляє тлумачення креативності (від лат. *creatura* – створення) як «здатність породжувати незвичайні ідеї, відхилятися від традиційних схем мислення, швидко вирішувати проблемні ситуації» [8].

Таким чином, аналіз словникових статей щодо змісту поняття «креативне мислення» дозволяє розглядати його як один із видів мисленнєвого процесу, результатом якого є виявлення інтелектуальних здібностей людини, її творчого потенціалу, рівня набутих знань та здатності оперувати ними у розв'язанні актуальних завдань альтернативними нетрафаретними методами.

Вивченню питання креативного мислення та його розвитку присвятили власні дослідження значна кількість сучасних науковців. Серед них можна відзначити праці: Вовчатої Н., Байрамової О., Чорної Г. [11], Волкової С., Тулякової К., Мелешко І. [12], Гульбс О., Діхтяренко С., Кузьміної В. [13], Дімітрової-Бурлаєнко С. [14; 15; 16], Задорожнюк Н. [17], Луначека В. [18], Міненко О., Мамчур І. [19], Павлюх В. [20], Передерій О. [21], Рябовол Л. [22], Степаненко О. [23], Яковишиної Т., Шалівської Ю. [24] та багато інших.

Здійснюючи пошук особливостей креативного мислення та можливостей педагогічного впливу на його розвиток, зазначимо, що їх розкривають по-різному. Продемонструємо найбільш цікаві сучасні наукові підходи щодо сутності, природи виникнення, складових та етапів творення креативного мислення.

На думку Вовчатої Н., Байрамової О., Чорної Г. креативне мислення характеризується винахідливістю, здатністю мислити нестандартно, знаходити нові рішення у кризових ситуаціях. Аналізуючи наукові підходи до розвитку креативного мислення, автори доходять до певного узагальнення, що «процес розвитку навичок креативного мислення спрямований на їх цілісне самовизначення та самовираження у навчальній та професійній діяльності». Цікавим вважаємо підхід до визначення умов, необхідних для розвитку у здобувачів освіти креативного мислення, їх професійної і наукової творчості, таких як: здібності і схильності як комплекс

соціально-психологічних і фізіологічних якостей людини; протилежні психологічні якості, поєднання яких індивідуальні; оптимальні організаційні умови [11].

За С. Дімітровою-Бурласнко, креативність носить інтегративний характер, нерозривно пов'язана із інтелектуальною, емоційною, рефлексивною, вольовою, мотиваційною і діяльнісною сферами особистості. Вчена наголошує на взаємозв'язку креативності й творчості, розглядаючи креативність як здатність створювати, здатність до творчих результативних дій, що зумовлюють нове незвичне бачення проблеми чи ситуації. Науковець доходить висновку, що креативність і творче мислення, як особистісні категорії, є обов'язковим компонентом у складі професійної компетентності будь-якого фахівця. Дослідниця висловила думку, що креативність не є вродженою характеристикою індивіда, а може бути сформованою завдяки особливим умовам виховання та навчання, основними з яких є розвиток особистості, мотивація до творчої діяльності та свобода індивідуальності [14]. У зв'язку з цим С. Дімітрова-Бурласнко зазначає, що цьому процесові сприяє креативне освітнє середовище, організатором якого та ініціатором включення студентів у його створення і вдосконалення є викладач: взаємовплив творчої активності викладача «включатиме» внутрішні механізми творчої активності студентів, що сприятиме створенню творчого середовища, яке надасть можливість для розвитку та розкриття здібностей і інтересів майбутніх фахівців, сприятиме їхньому саморозвитку, а саме – виявленню гнучкості мислення, креативності та оригінальності у вирішенні завдань [15].

Н. Задорожнюк відмічає, що сутність креативності залежить від сфери діяльності, тобто пов'язана з практичною діяльністю людини і оцінюється в залежності від ступеня її впливу на цю діяльність. Вона виокремлює такі основні аспекти креативності, як: креативна особистість (особистість, яка має внутрішні передумови (креативні здібності, нейрофізичні задатки, специфіку когнітивної сфери), що забезпечують її творчу активність); креативне середовище (відображення прийняття креативності оточенням і мотивацію щодо генерації та впровадження нових ідей); креативний процес (творчий процес, спрямований на створення нового продукту, послуги, ідеї, способів дії тощо); креативний продукт (результат креативного процесу). Першочергову роль авторка віддає креативній особистості та креативному середовищу. Дослідниця висловлює думку, що креативні здібності надано всім від народження, але під дією багатьох чинників вони поступово притупляються, тому їх слід розвивати. Задорожнюк Н. визначені такі критерії креативних здібностей людини, як: гнучкість – можливість швидко адаптуватися та перебудовуватися відповідно до змін навколишнього середовища; інноваційність та оригінальність – здатність до створення нових і незвичайних ідей, що значно відрізняються від загальноприйнятих норм; метафоричність – можливість творити в незвичайному напрямі, вміння побачити в звичайному щось незвичайне і навпаки, здатності до асоціативного символічного мислення; сприйнятливність – готовність миттєво переходити від однієї ідеї до іншої, чутливість до невизначеності та можливих протиріч [17].

О. Передерій, досліджуючи основні умови розвитку креативного мислення старшокласників, розглядає його як процес, під час якого відбувається створення чогось нового нестандартним, неконсервативним чи нешаблонним способом [21]. Науковець на основі вчення про креативне мислення, підстав виникнення, структурних компонентів креативності, окреслює такі етапи технології формування креативного мислення: I етап – визначення рівня креативності кожного здобувача освіти за педагогічними спостереженнями, анкетуванням і діагностуванням за допомогою психологічних тестів; II етап – визначення перспективи розвитку креативності з урахуванням індивідуальних особливостей здобувачів освіти; III етап – розробка системи методів, засобів, технологій, спрямованих на розвиток креативності здобувачів освіти; IV етап – впровадження та корекція розроблених систем навчання, спрямованих на розвиток креативного мислення здобувачів освіти. У контексті нашого дослідження вагомою виявилася думка Передерій О. щодо організаційно-педагогічних умов формування креативних здібностей здобувачів

освіти, як-от: урахування психологічних та вікових особливостей здобувачів освіти; застосування під час освітнього процесу сучасних форм, методів, прийомів і засобів навчання; створення атмосфери, яка сприятиме генерації здобувачами освіти нових ідей і думок; створення необхідного творчого середовища, що передбачає зміни просторово-предметного оточення, програм і засобів навчання; збільшення проєктної, командної і групової діяльності у педагогічному процесі; поєднання класичних варіантів організації освітнього простору з новітніми, наприклад, мобільними робочими місцями, що легко трансформувати для різних видів роботи; планування і дизайн навчальних приміщень здійснювати з урахуванням вимог ергономіки; організація нового освітнього процесу з використанням нових ІТ-технологій, нових мультимедійних засобів навчання, оновленої лабораторної бази для вивчення предметів природничо-математичного циклу.

Л. Рябовол, вивчаючи основні аспекти проблеми креативності, розглядає креативність як інтегроване, цілісне, системне психолого-педагогічне, філософське та соціальне явище, пов'язане з відмовою від стереотипів у мисленні [22]. На думку автора, креативність пов'язана з творчістю й обдарованістю особистості, з розвитком її творчих здібностей: креативність передбачає діяльність та реалізацію нестандартних підходів до вирішення проблем, а творчість – це і здатність до діяльності, спрямованої на створення чогось нового, і сама ця діяльність, і її результат. Науковець вважає, що інваріантною умовою вияву креативності є саме таке нестандартне, оригінальне мислення як креативне. Вчена презентує його як обов'язковий компонент системи професійно значущих якостей та спеціальних здібностей людини, у зв'язку з чим його розвиток вважає необхідним з огляду на потреби здійснення творчої професійної діяльності.

Узагальнюючи наукові підходи до креативного мислення виділяємо визначення авторів дослідження PISA: *«креативне мислення – окремий тип мислення, який характеризується компетентністю особистості продуктивно залучатися до генерування, оцінювання та вдосконалювання ідей, результатом чого може стати прийняття оригінальних та ефективних рішень, поступ у знаннях і дієвий прояв фантазії. Креативне мислення зосереджене на когнітивних процесах і результатах пізнання, пов'язаних із повсякденною творчістю, які можна розвинути через практику й відточити в освітньому процесі»* [25; 26].

Попри те, що існує багато наукових праць, у яких обговорюється роль та проблема розвитку креативного мислення у здобувачів освіти, актуальним залишається питання щодо організації навчання, спрямованого на розвиток креативного мислення. Переконані, що представлені у статті освітні технології сприятимуть розвитку креативного мислення у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців.

Матеріали та метод. Під час дослідження використовувалися теоретичні методи: методи аналізу та синтезу, індукції та дедукції, узагальнення та синтезу наукової літератури для визначення понятійно-категоріального апарату дослідження.

Результати. Розглянемо найбільш ефективні освітні технології, що забезпечують розвиток креативного мислення, а саме – інтерактивні. Під інтерактивним навчанням розуміємо спеціальну форму організації пізнавальної діяльності, що передбачає створення комфортних умов навчання, за яких здобувач освіти відчуває свою успішність та інтелектуальну спроможність [27].

Сучасна педагогічна наука налічує значний арсенал інтерактивних підходів до організації освітнього процесу – методів, засобів, форм організації навчання, що забезпечують активний характер взаємодії учасників освітнього процесу на засадах співпраці та співтворчості. Проліструємо інтерактивні технології навчання, які нами активно використовуються в умовах фахового коледжу у процесі формування креативного мислення здобувачів освіти [27].

1. Технології аналізу ситуацій.

До технологій, які активізують освітній процес, побудований на аналізі ситуацій, відносимо: метод традиційного аналізу конкретних ситуацій – ситуаційні завдання, ситуаційні вправи;

метод ситуаційного навчання – кейс-стаді, метод кейсів, метод інциденту; метод розігрування ролей. Упровадження зазначених технологій сприяє удосконаленню навичок та отриманню досвіду у процесі виконання таких операцій як: відбір та вирішення проблем, робота з інформацією – осмислення окремих деталей, аналіз та синтез інформації та аргументів, оцінка альтернатив, прийняття рішень тощо. На наш погляд, найбільш ефективною технологією ситуаційного навчання є *метод кейсів*, перевагами якого є: опанування навичками аналізу ситуацій, оперативного прийняття рішення; формування вміння самостійного прийняття рішення на основі групового аналізу ситуації. Таким чином, даний метод розвиває аналітичне та креативне мислення, забезпечує системний підхід до вирішення проблеми, дозволяє виділяти варіанти правильних та помилкових суджень, обирати критерії знаходження правильного рішення. Здобувачам освіти надаються конкретні ситуації, наближені до реальної практики, які вони мають проаналізувати та зробити відповідні висновки.

II. Технологія тренінгу.

На нашу думку, *тренінг* є одним із найбільш ефективних методів розвитку креативного мислення, який сприяє формуванню навичок міжособистісної взаємодії та творчого потенціалу, зміні стереотипів, що заважають особистості справлятися з нестандартними ситуаціями. В основу тренінгів покладено: практичні завдання, ігри (рольові, ділові), моделювання ситуацій, наявність нестандартних ситуацій, потребу імпровізувати і приймати нестандартні рішення. Під час проведення тренінгу систематизуються та інтегруються знання з різних дисциплін для вирішення однієї проблеми здобувачами освіти й демонстрації власної (групової) моделі певної ситуації.

III. Діалогічно-дискусійні технології навчання.

Один із найбільш популярних інтерактивних методів навчання, що передбачає колективне обговорення конкретної проблеми, спірного питання, є *групова дискусія*. Реалізація дискусії надає можливість активної участі здобувачів освіти в аналізі теоретичних положень, вірогідних оригінальних рішень, їх обґрунтованості. Це формує вміння стисло й точно викладати свої нестандартні думки, відстоювати свої погляди, аргументовано заперечувати, спростовувати позицію опонента, забезпечує творче співробітництво, що є невід'ємними складниками процесу розвитку креативного мислення. Ефективною формою спеціально організованої дискусії є *мозковий штурм*.

IV. Ігрові технології навчання.

Рольові та ділові ігри – імітаційне моделювання реальної професійної діяльності з виконанням конкретних функцій фахівців відповідної сфери. Моделювання у грі – це створення макетів, які замінюють об'єкти реальної ситуації. Застосування методу забезпечує розвиток творчого й практичного мислення: ігрове середовище дозволяє навчитися самостійно виділяти проблеми, аналізувати їх, знаходити конструктивні рішення. Працюючи над завданнями ігрового характеру, здобувачі освіти мають можливість проаналізувати свою роль у грі, оцінити свої здібності щодо гнучкості мислення та оригінальності у вирішенні завдань.

V. Технології фасилітаційного навчання.

Збір ідей (думок) за допомогою ментальних карт (майндмепінг). Цей метод цікавий тим, що дозволяє структурувати розумовий процес і стимулювати покрокове мислення. Дана технологія призначена для з'ясування того чи іншого питання, збору інформації, прийняття рішення, структурування ідей. Основу методу становить процес радіального мислення – визначається основна ідея і від неї відгалужуються різні ідеї, пов'язані з нею. Технологія призначена для індивідуального використання. Проте її можна використовувати і в груповому форматі, що полягає у створенні єдиної ментальної карти, яка допомагає об'єднати інформацію, відобразити взаємозв'язки, візуалізувати думки. Візуалізація полегшує цілісне сприйняття і в той же час дозволяє сфокусувати увагу на деталях, стимулювати креативне мислення.

VI. Технології навчання у співробітництві.

Крім зазначених вище методів інтерактивного навчання, якими послуговуємося у процесі розвитку креативного мислення здобувачів освіти, ефективним вважаємо *метод «Шість капелюхів мислення»*, спроектований Едвардом де Боно. Це система організації мислення, яка описує інструменти структурування групової дискусії та індивідуальної розумової діяльності з використанням шістьох кольорових капелюхів, які метафорично співвіднесені із шістьма режимами мислення. П'ять окремих груп осіб репрезентують шляхи вирішення проблеми з позиції свого кольору. Так, білий капелюх (нейтральний) – учасник (група учасників) оперують тільки фактами, доводячи, чому все відбулося саме так, а не інакше; жовтий (сонячний, радісний, позитивний) – учасники цієї групи шукають вигоди із запропонованого рішення, характеризуючи тільки позитивні моменти; чорний (негативний) – група висловлює сумніви щодо реалізації ідеї, знаходячи аргументи проти; червоний (емоційний, пристрасний) – група висловлює тільки емоційне сприйняття заданої ситуації, без обґрунтування своїх висновків; зелений (творчий, креативний) – учасники цієї групи пропонують нові рішення щодо заданої ситуації, які можуть бути найфантастичнішими та неочікуваними; синій (нейтральний, оціночний) – це група експертів, аналітиків, які оцінюють пропозиції всіх інших груп та знаходять оптимальне рішення, тобто група синього кольору обирає рішення, яке більш успішно просувалось у дискусії за результатами колективного обговорення. Таким чином, метод «Шість капелюхів мислення» дозволяє розвивати гнучкість розуму, креативність, допомагає подолати творчу кризу, правильно прийняти рішення, урахувуючи та зважуючи всі можливі емоційні аспекти мислення, що особливо важливо при вирішенні проблемних ситуацій, які неможливо вирішувати лише на превалюванні тільки негативних емоцій без урахування здорового глузду, творчого підходу та позитивного емоційного забарвлення.

Досить дієвим методом розвитку креативного мислення здобувачів освіти є *метод проєктів*. Проєктна робота передбачає включення механізмів запам'ятовування і відтворення інформації; передавання інформації іншим; застосування знань у варіативних ситуаціях; розуміння причинно-наслідкових зв'язків, співвідношення частин і цілого; наведення аргументів та доказів, перегрупування окремих частин і створення нового. Проєкт покликаний навчити здобувати й аналізувати інформацію про об'єкт, узагальнювати її і розтлумачувати для певної аудиторії, що представляється у вигляді певного кінцевого продукту. Метод проєктів сприяє розвитку пізнавальних творчих здібностей та креативного мислення здобувачів освіти, умінню самостійно конструювати свої знання, орієнтуватися в інформаційному просторі. До складу проєктної роботи включаємо різні інтерактивні технології: дискусії, рольові (ділові) ігри, аналіз кейсів. Серед видів навчальних проєктів виділяємо наскрізні навчальні проєкти, які охоплюють увесь курс дисципліни, а також міждисциплінарні проєкти, виконання яких можливе та доцільне на старших курсах навчання у закладі освіти.

Висновки . За результатами проведеного дослідження встановлено, що креативне мислення є одним із видів мисленнєвого процесу. До основних ознак креативного мислення можна віднести гнучкість, інноваційність, оригінальність, метафоричність, сприйнятливність. Процес розвитку у здобувачів освіти навичок креативного мислення спрямований на виявлення їхніх інтелектуальних здібностей, творчого потенціалу, рівня набутих знань та здатності оперувати ними у розв'язанні актуальних завдань альтернативними нестандартними методами. Один із найбільш важливих напрямів розвитку креативного мислення в сучасному освітньому просторі є впровадження інтерактивних технологій навчання. Цінність інтерактивного навчання полягає у тому, що освітній процес має активний характер взаємодії учасників освітнього процесу на засадах співпраці та співтворчості. Результат інтерактивних технологій навчання досягається більшою мірою завдяки орієнтованості на діяльнісний підхід, спрямованості на самостійний пошук шляхів вирішення певної ситуації, сприянню відходу від «сліпої» трансля-

ції знань до аналізу інформації та генерування власної позиції. Як найбільш ефективні зарекомендували себе такі інтерактивні технології навчання, що сприяють розвитку креативного мислення здобувачів освіти: метод кейсів, тренінг, групова дискусія, рольові та ділові ігри, майндмепінг, метод «Шість капелюхів мислення», метод проєктів. Безумовно, вибір методів розвитку креативного мислення, як ключового компоненту успіху та персонального інноваційного розвитку здобувача освіти, цим не обмежується, що потребує додаткових наукових пошуків за цим напрямом.

Література:

1. Future of Jobs Report, 2023. INSIGHT REPORT, MAY 2023. URL : https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf (дата звернення: 01.08.2024).
2. Іванова О.А. Розвиток критичного мислення студентів під час вивчення природничих дисциплін. *Інноваційна педагогіка*. 2024. Вип. 67. Т. 1. С. 85–89. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2024/67/part_1/67-1_2024.pdf
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови / уклад. та голов. ред. В.Т. Бусел. Київ; Ірпінь : Перун, 2005. VIII. 2005. URL: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0000989> (дата звернення: 01.08.2024).
4. Академічний тлумачний словник української мови. URL: <http://sum.in.ua/> (дата звернення: 01.08.2024).
5. Велика українська енциклопедія. URL: <http://vue.gov.ua> (дата звернення: 01.08.2024).
6. Мислення. Вікіпедія – вільна енциклопедія. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Мислення> (дата звернення: 01.08.2024).
7. Філософський енциклопедичний словник / гол. ред В.І. Шинкарук та ін. Київ : Абрис, 2002. 742 с. URL: https://archive.org/details/filosofskyi_entsyklop/mode/2up (дата звернення: 01.08.2024).
8. Сучасний тлумачний психологічний словник / уклад. В.Б. Шапар. Харків : Прапор, 2007. 640 с. URL: https://library.udpu.edu.ua/library_files/427530.pdf (дата звернення: 01.08.2024).
9. Гончаренко С.У. Український педагогічний словник. Київ : Либідь, 1997. 376 с.
10. Словник іншомовних слів / уклад.: С.М. Морозов, Л.М. Шкарапута. Київ: Наукова думка, 2000. 680 с.
11. Вовчаста Н., Байрамова О., Чорна Г. Розвиток навичок креативного мислення у здобувачів вищої освіти. *Український педагогічний журнал*. 2022. № 1. С. 87–97. URL: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/590> (дата звернення 01.08.2024).
12. Волкова С.Г., Тулякова К.Р., Мелешко І.В. Критичне та креативне мислення як рушійна сила для створення майбутнього успішного спеціаліста. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 56. Т. 1. С. 154–156. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2023/56/part_1/32.pdf (дата звернення 01.08.2024).
13. Гульбс О.А., Діхтяренко С.Ю., Кузьміна В.Ю. Формування креативності студентів психологів в процесі навчання. *Психологічний журнал*. 2021. № 6. С. 23–33. <https://doi.org/10.31499/2617-2100.6.2021.229291> (дата звернення 01.08.2024).
14. Дімітрова-Бурлаєнко С.Д. Генеза поняття «креативна компетентність» у контексті психолого-педагогічних досліджень. *Педагогіка та психологія*. 2017. Вип. 58. С. 3–14. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu_red_2017_58_3 (дата звернення 01.08.2024).
15. Дімітрова-Бурлаєнко С.Д. Креативне освітнє середовище як чинник формування готовності студентів технічних університетів до виявлення креативної компетентності у професійній діяльності. *Вісник Університету імені Альфреда Нобеля. Серія : Педагогіка і психологія*. 2018. № 1. С. 102–107. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vduer_2018_1_18 (дата звернення 01.08.2024).
16. Дімітрова-Бурлаєнко С.Д. Підготовка студентів технічних університетів до виявлення креативної компетентності у професійній діяльності: автореф. дис. канд. пед наук: 13.00.04 / ВНЗ «Університет імені Альфреда Нобеля». Дніпро, 2018. 20 с. URL: https://old.duan.edu.ua/images/head/Science/UA/Academic_Council/K_08_120_02/22924.pdf (дата звернення 01.08.2024).
17. Задорожнюк Н.О. Креативність як підґрунтя розвитку підприємництва (на прикладі ІТ-сфери України). *European Journal of Economics and Management*. 2019. Vol. 5, Issue 1. С. 148–153. URL: https://eujem.cz/wp-content/uploads/2019/eujem_2019_5_1/20.pdf (дата звернення 01.08.2024).
18. Луначек В.Е. Формування креативного мислення студентів у процесі професійного навчання. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*. 2018. № 61. С. 112–120. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Piro_2018_61_14 (дата звернення 01.08.2024).

19. Міненко О.О., Мамчур І.В. Дивергентне мислення як складова особистісно-професійних якостей управлінського консультанта. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Психологія*. 2023. Т. 34 (73) № 4. С. 26–32. URL: https://psych.vernadskyjournals.in.ua/journal/4_2023/5.pdf (дата звернення 01.08.2024).
20. Павлюх В.В. Розвиток креативності в учнів різного віку. Кропивницький : КЗ «КОІППО імені Василя Сухомлинського», 2023. 72 с.
21. Передерій О. Розвиток креативного мислення старшокласників як пріоритетний напрямок діяльності сучасної української школи. *Наука і освіта*. 2018. № 11–12. С. 16–24. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NiO_2018_11-12_5 (дата звернення 01.08.2024).
22. Рябовол Л.Т. Креативність як предмет психолого-педагогічних досліджень вітчизняних вчених. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка]. Серія: Педагогічні науки*. 2020. Вип. 190. С. 42–47. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2020_190_10 (дата звернення 01.08.2024).
23. Степаненко О.К. Розвиток креативного мислення учнів на уроках зарубіжної літератури. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 12. Т. 2. С. 46–49. URL: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2019/12/part_2/11.pdf (дата звернення 01.08.2024).
24. Яковишина Т.В., Шалівська Ю.В. Трансформація поняття «креативність» у контексті реформування педагогічної освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 10. Т. 2. С. 39–43. URL : <http://repository.rshu.edu.ua/id/eprint/3818/2/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F.pdf> (дата звернення 01.08.2024).
25. PISA-2021: рамковий документ щодо оцінювання креативного мислення (чорновий варіант, третя редакція) / перекл. з англ. К. Шумової ; наукове редагування Т. Вакуленко, В. Терещенко ; передне слово та додатки А й Б Т. Вакуленко, В. Терещенко. Київ : Український центр оцінювання якості освіти, 2022. 131 с. URL: https://osvita.ua/doc/files/news/867/86784/PISA-2021_ramkovyj-dokument.pdf (дата звернення: 01.08.2024).
26. PISA-2022: рамковий документ щодо оцінювання креативного мислення. URL: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/09/PISA20in20focus_122-d183d0bad180_d0b3d0bed182d0bed0b2d0b8d0b9.pdf (дата звернення: 01.08.2024).
27. Волкова Н.П. Інтерактивні технології навчання у вищій школі : навчально-методичний посібник. Дніпро : Університет імені Альфреда Нобеля, 2018. 360 с. URL: https://www.pedagogic-master.com.ua/2022/Volkova_1.pdf (дата звернення: 01.08.2024).

References:

1. Future of Jobs Report, 2023. INSIGHT REPORT, MAY 2023. Retrieved from: https://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2023.pdf (accessed: 01.08.2024) [in English].
2. Ivanova, O.А. (2024). Rozvytok krytychnoho myslennia studentiv pid chas vyvchennia pryrodnychkh dystsyplin [Development of students' critical thinking during the study of natural sciences.]. *Innovatsiina pedahohika*. Issue 67. Vol. 1. P. 85–89. Retrieved from: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2024/67/part_1/67-1_2024.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
3. Busel, V.T. (2005). *Velykyi tlumachnyi slovnyk suchasnoi ukrainskoi movy [A large explanatory dictionary of the modern Ukrainian language]*. Kyiv; Irpin: Perun. Retrieved from: <http://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0000989> (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
4. Akademichni tlumachnyi slovnyk ukrainskoi movy [Academic explanatory dictionary of the Ukrainian language]. [Electronic resource]. Retrieved from: <http://sum.in.ua/> (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
5. Velyka ukrainska entsyklopediia [Great Ukrainian encyclopedia]. [Electronic resource]. Retrieved from: <http://vue.gov.ua> (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
6. Myslennia [Thinking]. Vikipediia – vilna entsyklopediia. [Electronic resource]. Retrieved from: <https://uk.wikipedia.org/wiki/> (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
7. Shynkaruk, V.I. (2002). *Filosofskiy entsyklopedychnyi slovnyk [Philosophical encyclopedic dictionary]*. Kyiv: Abrys. 742 p. Retrieved from: https://archive.org/details/filosofskiy_entsyklop/mode/2up (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
8. Shapar, V.B. (2007). *Suchasnyi tlumachnyi psykhohichnyi slovnyk [Modern explanatory psychological dictionary]*. Kharkiv: Prapor. 640 p. Retrieved from: https://library.udpu.edu.ua/library_files/427530.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
9. Honcharenko, S.U. (1997). *Ukrainskyi pedahohichnyi slovnyk [Ukrainian pedagogical dictionary]*. Kyiv: Lybid. 376 p. [in Ukrainian].

10. Morozov, S.M., & Shkaraputa, L.M. (2000). *Slovník inštomovnykh sliv [Dictionary of foreign words]*. Kyiv: Naukova dumka. 680 p. [in Ukrainian].
11. Vovchasta, N., Bairamova, O., & Chorna, H. (2022). Rozvytok navychok kreatyvnoho myslennia u zdobuvachiv vyshchoi osvity [Development of creative thinking skills in students of higher education]. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal*. No. 1. P. 87–97. Retrieved from: <https://uej.undip.org.ua/index.php/journal/article/view/590> (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
12. Volkova, S.H., Tuliakova, K.R., & Meleshko, I.V. (2023). Krytychne ta kreatyvne myslennia yak rushiina syła dlia stvorennia maibutnoho uspishnoho spetsialista [Critical and creative thinking as a driving force for creating a future successful specialist]. *Innovatsiina pedahohika*. Issue 56. Vol. 1. P. 154–156. Retrieved from: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2023/56/part_1/32.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
13. Hulbs, O.A., Dikhtiarenko, S.Iu. & Kuzmina, V.Iu. (2021). Formuvannia kreatyvnosti studentiv psykholohiv v protsesi navchannia [Formation of creativity of psychology students in the learning process]. *Psykholohichnyi zhurnal*. No. 6. P. 23–33. https://doi.org/10.31499/2617-2100.6.2021.229291_ (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
14. Dimitrova-Burlaienko, S.D. (2017). Geneza poniattia «kreatyvna kompetentnist» u konteksti psykholoho-pedahohichnykh doslidzhen [The genesis of the concept of "creative competence" in the context of psychological and pedagogical research]. *Pedahohika ta psykholohiia*. Issue 58. P. 3–14. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkhnpu_ped_2017_58_3 (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
15. Dimitrova-Burlaienko, S.D. (2018). Kreatyvne osvitnie seredovysheche yak chynnyk formuvannia hotovnosti studentiv tekhnichnykh universytetiv do vyiavlennia kreatyvnoi kompetentnosti u profesiinii diialnosti [Creative educational environment as a factor in forming the readiness of students of technical universities to reveal creative competence in professional activity]. *Visnyk Universytetu imeni Alfreda Nobelia. Serii : Pedahohika i psykholohiia*. No 1. P. 102–107. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vdupep_2018_1_18 (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
16. Dimitrova-Burlaienko, S.D. (2018). Pidhotovka studentiv tekhnichnykh universytetiv do vyiavlennia kreatyvnoi kompetentnosti u profesiinii diialnosti [Preparation of students of technical universities to reveal creative competence in professional activities]. *Extended abstract of Candidate's thesis*. Dnipro: VNZ «Universytet imeni Alfreda Nobelia». 20 p. Retrieved from: https://old.duan.edu.ua/images/head/Science/UA/Academic_Council/K_08_120_02/22924.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
17. Zadorozhnyiuk, N.O. (2019). Kreatyvnist yak pidgruntia rozvytku pidpriiemnytstva (na prykladi IT-sfery Ukrainy) [Creativity as a basis for the development of entrepreneurship (on the example of the IT sphere of Ukraine)]. *European Journal of Economics and Management*. Vol. 5. Issue 1. P. 148–153. Retrieved from: https://eujem.cz/wp-content/uploads/2019/eujem_2019_5_1/20.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
18. Luniachek, V.E. (2018). Formuvannia kreatyvnoho myslennia studentiv u protsesi profesiinoho navchannia [Formation of creative thinking of students in the process of professional training]. *Problemy inzhenerno-pedahohichnoi osvity*. No. 61. P. 112–120. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pipo_2018_61_14 (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
19. Minenko, O.O., & Mamchur, I.V. (2023). Dyverhentne myslennia yak skladova osobystisno-profesiinykh yakosti upravlinskoho konsultanta [Divergent thinking as a component of the personal and professional qualities of a management consultant]. *Vcheni zapysky Tavriiskoho natsionalnoho universytetu imeni V.I. Vernadskoho. Serii: Psykholohiia*. Vol. 34 (73). No. 4. P. 26–32. Retrieved from: https://psych.vernadskyjournals.in.ua/journal/4_2023/5.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
20. Pavliukh, V.V. (2023). *Rozvytok kreatyvnosti v uchniv riznoho viku [Development of creativity in students of different ages]*. Kropyvnytskyi: KZ «KOIPPO imeni Vasylia Sukhomlynskoho». 72 p. [in Ukrainian].
21. Perederii, O. (2018). Rozvytok kreatyvnoho myslennia starshoklasnykiv yak priorytetnyi napriamok diialnosti suchasnoi ukrainskoi shkoly [The development of creative thinking of high school students as a priority area of activity of a modern Ukrainian school]. *Nauka i osvita*. No. 11–12. P. 16–24. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NiO_2018_11-12_5 (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
22. Riabovol, L.T. (2020). Kreatyvnist yak predmet psykholoho-pedahohichnykh doslidzhen vitchyznianskykh vchenykh [Creativity as a subject of psychological and pedagogical research of domestic scientists.]. *Naukovi zapysky [Tsentralnoukrainskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka]. Serii: Pedahohichni nauky*. Vol. 190. P. 42–47. Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nz_p_2020_190_10 (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].
23. Stepanenko, O.K. (2019). Rozvytok kreatyvnoho myslennia uchniv na urokakh zarubizhnoi literatury [Development of students' creative thinking in foreign literature lessons]. *Innovatsiina pedahohika*. Issue 12. Vol. 2. P. 46–49. Retrieved from: http://www.innovpedagogy.od.ua/archives/2019/12/part_2/11.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].

24. Yakovyshyna, T.V., & Shalivska, Yu.V. (2019). Transformatsiia poniattia «kreatyvnist» u konteksti reformuvannya pedahohichnoi osvity [Transformation of the concept of "creativity" in the context of reforming pedagogical education]. *Innovatsiina pedahohika*. Issue 10. Vol. 2. P. 39–43. Retrieved from: <http://repository.rshu.edu.ua/id/eprint/3818/2/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%82%D1%8F.pdf> (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].

25. Shumova, K., Vakulenko, T., & Tereshchenko V. (2022). PISA-2021: ramkovyi dokument shchodo otsiniuvannya kreatyvnoho myslennia (chornovi variant, tretia redaktsiia) [PISA-2021: Framework Document for the Assessment of Creative Thinking (Draft, Third Edition)]. Kyiv: Ukrainskyi tsentr otsiniuvannya yakosti osvity. 131 p. Retrieved from: https://osvita.ua/doc/files/news/867/86784/PISA-2021_ramkovyj-dokument.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].

26. PISA-2022: ramkovyi dokument shchodo otsiniuvannya kreatyvnoho myslennia [PISA-2022: framework document on assessment of creative thinking]. [Electronic resource]. Retrieved from: https://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2023/09/PISA20in20focus_122-d183d0bad180_d0b3d0bed182d0bed0b2d0b8d0b9.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].

27. Volkova, N.P. (2018). Interaktyvni tekhnolohii navchannia u vyshchii shkoli [Interactive learning technologies in higher education]. Dnipro: Universytet imeni Alfreda Nobelja. 360 p. Retrieved from: https://www.pedagogic-master.com.ua/2022/Volkova_1.pdf (accessed: 01.08.2024) [in Ukrainian].

УДК 378.621

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-9>

ВИВЧЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ СТУДЕНТАМИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ РОБОТОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ДИСТАНЦІЙНИМ КЕРУВАННЯ

Кононенко Сергій Олексійович,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики, програмування,
штучного інтелекту та технологічної освіти
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-6637-4994
Scopus-Author ID: 58019608800

Соменко Дмитро Вікторович,

кандидат педагогічних наук,
старший викладач кафедри математики та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-6426-1507
Scopus-Author ID: 57212457995

У статті описана методика і техніка вивчення та дослідження робототехнічних систем студентами закладів вищої освіти.

Зміни, що обумовленні формуванням Society 5.0, впливом Четвертої промислової революції, досягненням Цілей сталого розвитку, а також процесами глобалізації, висувають нові вимоги перед освітнім процесом в Україні. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується як появою нових професій, так і трансформацією або зникненням інших. Це обумовлює необхідність перманентного оновлення професійних навичок, тобто навчання протягом життя. Щодо педагогічних працівників, то перед ними постає питання як перманентної адаптації навчального процесу, так і відповідно трансформації компетенцій, які мають бути сформовані у здобувачів.

Пріоритетність питань, що пов'язані з освітньою діяльністю, підкреслює і зацікавленість ними на міжнародному рівні. Так, серед проголошених резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй від 25 вересня 2015 року № 70/1 глобальних Цілей сталого розвитку до 2030 року п. 4 зазначено забезпечення всеохоплюючої і справедливої якісної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх.

Підготовка майбутніх фахівців зі спеціальностей технологічної та професійної освіти включає в себе вивчення робототехнічних систем. На сучасному етапі підготовки студентів постають нові завдання при вирішенні вказаних питань. А саме: використання сучасних засобів у розробці робототехнічних систем, створення необхідного програмного забезпечення, впровадження відповідної мікропроцесорної техніки, застосування нових виконуючих механізмів.

При створенні машин з комп'ютерним керуванням робототехнічний підхід має наступні переваги у порівнянні з традиційними засобами автоматизації: низьку вартість завдяки уніфікації й стандартизації елементів та інтерфейсів; високу точність рухів внаслідок застосування інтелектуального керування; високу надійність; конструктивну компактність модулів; поліпшені динамічні характеристики машин; можливість комплектування функціональних модулів у складні системи під конкретні завдання.

Зараз робототехнічні системи знаходять широке застосування в таких областях як: верстатобудування; робототехніка, авіаційній, космічній та військовій техніці; автомобілебудуванні; конструюванні нетрадиційних транспортних засобів (електровелосипеди, гіроборди, інвалідні візки) та медичного обладнання; розробці побутової техніки (пральні, швейні, посудомийні та інші машини) тощо.

Ключові слова: *робототехнічні системи, програмне забезпечення, робототехніка, мікропроцесорна техніка, виконавчі механізми.*

Kononenko Serhii, Somenko Dmytro. Study and research of remote-controlled robotic systems by university students

The article describes the methods and techniques of studying and researching robotic systems by students of higher educational institutions.

Changes caused by the formation of Society 5.0, the impact of the Fourth Industrial Revolution, the achievement of the Sustainable Development Goals, as well as the processes of globalization, put forward new requirements for the educational process in Ukraine. The current stage of development of society is characterized by both the emergence of new professions and the transformation or disappearance of others. This necessitates the permanent renewal of professional skills, i.e. lifelong learning. As for teachers, they face the question of both the permanent adaptation of the educational process and, accordingly, the transformation of competencies that must be formed in applicants.

The priority of issues related to educational activities also emphasizes the interest in them at the international level. Thus, among the global Sustainable Development Goals by 2030 proclaimed by the United Nations General Assembly Resolution No. 70/1 of September 25, 2015, paragraph 4 is to ensure inclusive and equitable quality education and promote lifelong learning opportunities for all.

The training of future specialists in the specialties of technological and vocational education includes the study of robotic systems. At the present stage of students' training, new tasks arise in solving these issues. Namely: the use of modern tools in the development of robotic systems, the creation of the necessary software, the introduction of appropriate microprocessor technology, the use of new actuating mechanisms.

When creating computer-controlled machines, the robotic approach has the following advantages over traditional automation tools: low cost due to the unification and standardization of elements and interfaces; high accuracy of movements due to the use of intelligent control; high reliability; structural compactness of modules; improved dynamic characteristics of machines; the ability to complete functional modules into complex systems for specific tasks.

Currently, robotic systems are widely used in such areas as: machine tool building; robotics, aviation, space and military equipment; automotive industry; design of non-traditional vehicles (electric bicycles, gyroboards, wheelchairs) and medical equipment; development of household appliances (laundry, sewing, dishwasher and other machines), etc.

Key words: *robotic systems, software, robotics, microprocessor technology, actuators.*

Вступ. Зміни, що обумовлені формуванням Society 5.0, впливом Четвертої промислової революції, досягненням Цілей сталого розвитку, а також процесами глобалізації, висувають нові вимоги перед освітнім процесом в Україні. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується як появою нових професій, так і трансформацією або зникненням інших. Це обумовлює необхідність перманентного оновлення професійних навичок, тобто навчання протягом життя. Щодо педагогічних працівників, то перед ними постає питання як перманентної адаптації навчального процесу, так і відповідно трансформації компетенцій, які мають бути сформовані у здобувачів [8].

Пріоритетність питань, що пов'язані з освітньою діяльністю, підкреслює і зацікавленість ними на міжнародному рівні. Так, серед проголошених резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй від 25 вересня 2015 року No 70/1 глобальних Цілей сталого розвитку до 2030 року п. 4 зазначено забезпечення всеохоплюючої і справедливої якійної освіти та заохочення можливості навчання впродовж усього життя для всіх [9].

Мета статті – розробити методику і техніку вивчення та дослідження робототехнічних систем студентами закладів вищої освіти.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідження [1; 4; 5; 10], проведені науковцями вказують на невирішеність проблеми, щодо побудови навчального процесу в сучасних умовах при вивченні ними основ робототехніки.

Звертаємо увагу на місце у освітній програмі самої дисципліни. Для неї пропедевтичними є такі дисципліни як: вища математика, загальна фізика, технічна механіка, електротехніка, електроніка, програмування, що зумовить формування у студентів відповідних базових знань.

Стан матеріально-технічного забезпечення як студентів так і викладачів, наявність необхідного обладнання, високошвидкісного доступу до мережі Інтернет, відповідної комп'ютерної

техніки та використання належного програмного забезпечення. Їх висока вартість унеможливує широке використання при проведенні навчального процесу. Тому пошук альтернативних засобів при організації навчання зумовлює розробку доступних методик при вивченні основ робототехніки.

Матеріали та метод. Досліджуючи проблему нами були використані наступні методи наукового дослідження: аналіз, узагальнення, синтез, індукція, та дедукція.

Результати. Підготовка майбутніх фахівців зі спеціальностей технологічної та професійної освіти включає в себе вивчення робототехнічних систем. На сучасному етапі підготовки студентів постають нові завдання при вирішенні вказаних питань. А саме: використання сучасних засобів у розробці робототехнічних систем, створення необхідного програмного забезпечення, впровадження відповідної мікропроцесорної техніки, застосування нових виконуючих механізмів.

При створенні машин з комп'ютерним керуванням робототехнічний підхід має наступні переваги у порівнянні з традиційними засобами автоматизації: низьку вартість завдяки уніфікації й стандартизації елементів та інтерфейсів; високу точність рухів внаслідок застосування інтелектуального керування; високу надійність; конструктивну компактність модулів; поліпшені динамічні характеристики машин; можливість комплектування функціональних модулів у складні системи під конкретні завдання.

Зараз робототехнічні системи знаходять широке застосування в таких областях як: верстатобудування; авіаційній, космічній та військовій техніці; автомобілебудуванні; конструюванні нетрадиційних транспортних засобів (електровелосипеди, гіроборди, інвалідні візки) та медичного обладнання; розробці побутової техніки (пральні, швейні, посудомийні та інші машини) тощо.

Одним з прикладів робототехнічної системи є система керування приводом промислового робота. Основними елементами системи є пристрій керування мікропроцесором, мікропроцесор, пристрій керування серводвигуном.



Рис. 1. Зовнішній вид пристрою дистанційного програмованого керування електровентиллятором

Нами запропонований пристрій для вивчення та дослідження робототехнічної системи дистанційного програмованого керування електровентилятора, зовнішній вигляд якого подано на рис. 1. Він складається з виконавчого механізму, що включає в себе однофазний електродвигун змінного струму з вентилятором, мікропроцесора ESP8266 та мобільного телефону з встановленим авторським програмним забезпеченням.

Перед початком роботи з пропонованою установкою, необхідно встановити програмне забезпечення на мобільний телефон. Далі потрібно ввімкнути живлення електродвигуна та мікропроцесора, для цього використовують мережу змінного струму 220 В та джерело постійного струму 5 В, натиснувши на вимикач SA. Потім, користуючись програмним забезпеченням, встановленим на мобільному телефоні вибрати режим роботи електродвигуна (рис. 2). Це може бути «1 сек», «5 сек» або «1 хв», натиснувши на клавішу «запустити таймер», спостерігають за процесом вмикання та вимикання електродвигуна за встановлений час.

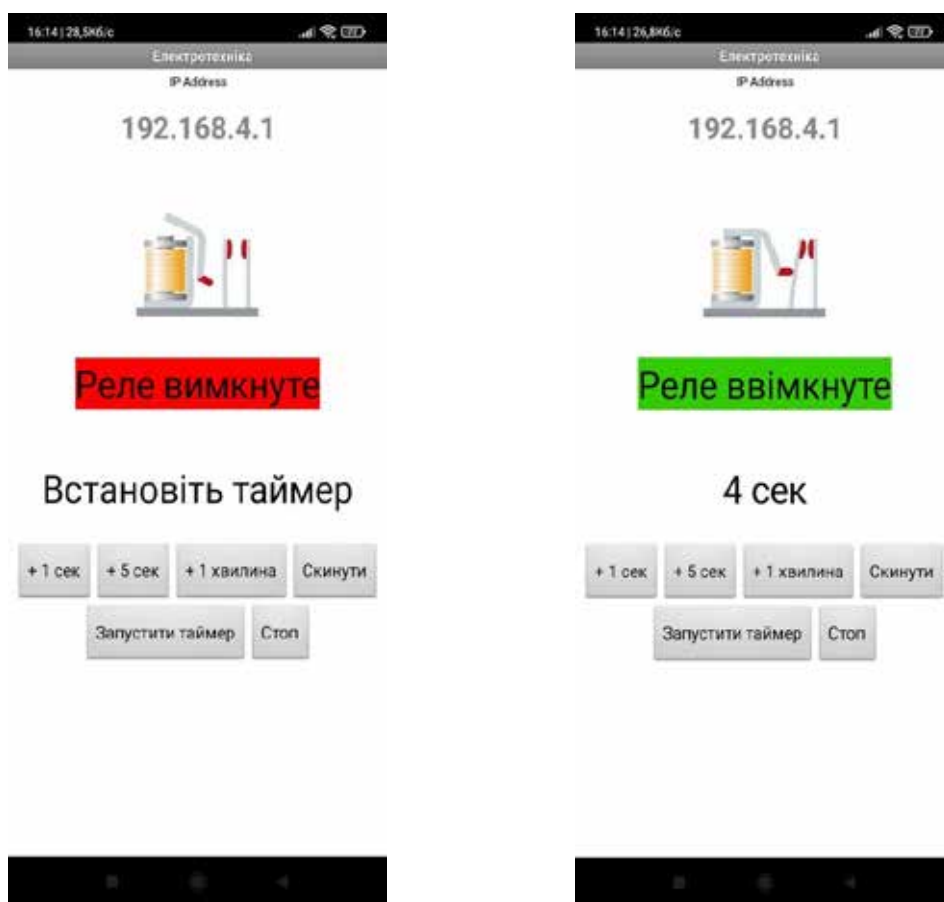


Рис. 2. Інтерфейс програмного забезпечення з візуалізацією стану реле

За керування реле відповідає мікроконтролер ESP8266, що працює в режимі «бездротової точки доступу». В залежності від налаштувань, систему можна доєднати до мережі Інтернет та керувати навантаженням віддалено.

Пристрій пропонує широкий спектр функціональних можливостей, що робить його корисним як у навчальних, так і в науково-дослідницьких цілях. Завдяки використанню мікропроцесора ESP8266, що підтримує бездротове підключення, пристрій дозволяє студентам вивчати основи програмування мікроконтролерів, розробки мобільних додатків та принципи роботи з Інтернетом речей (IoT).

Методичні можливості пристрою включають можливість інтеграції його у різноманітні навчальні програми з робототехніки, інформатики, електротехніки та автоматики. Викладачі можуть використовувати цей пристрій для демонстрації практичного застосування теоретичних знань, а також для організації лабораторних робіт, які стимулюють студентів до активної участі та дослідницької діяльності.

Дидактичні можливості пристрою включають проведення експериментів з віддаленого керування електроприладами, дослідження впливу різних режимів роботи на ефективність та енергоспоживання системи, а також вивчення питань безпеки при роботі з електронними компонентами. Завдяки можливості підключення до Інтернету, студенти можуть отримати практичні навички у налаштуванні мережевих з'єднань та управлінні пристроями через вебінтерфейси або мобільні додатки.

Окрім того, пристрій дозволяє організувати командну роботу студентів над спільними проектами, що розвиває їх комунікативні та кооперативні навички. Вони можуть разом розробляти нові функції, вдосконалювати програмне забезпечення та створювати інноваційні рішення для автоматизації різних процесів. Це сприяє формуванню творчого підходу до вирішення технічних завдань та готує студентів до реальної інженерної діяльності.

Ще однією значущою перевагою є те, що студенти можуть змінювати його код та розширювати функціонал навіть без глибоких знань у програмуванні. Це стало можливим завдяки використанню блокової мови програмування для створення додатка.

Завдяки такому підходу, студенти можуть легко експериментувати з налаштуваннями та поведінкою пристрою, додаючи нові функції або модифікуючи існуючі. Наприклад, вони можуть створювати нові режими роботи електродвигуна, змінювати інтерфейс користувача або додавати нові способи взаємодії з пристроєм через мобільний додаток. Все це робиться за допомогою простого перетягування блоків та їхнього з'єднання, що не вимагає знань синтаксису традиційних мов програмування.

Таке навчання забезпечує інтуїтивне розуміння логіки програмування та сприяє розвитку алгоритмічного мислення. Студенти можуть швидко побачити результати змін та відразу протестувати нові функції на реальному пристрої, що стимулює їхній інтерес та мотивацію до подальшого навчання.

Окрім того, використання блокової мови програмування дозволяє викладачам легко адаптувати навчальні матеріали під рівень підготовки студентів. Вони можуть створювати завдання різної складності, від простих модифікацій до більш комплексних проектів, що сприяє поступовому освоєнню навичок програмування та роботи з мікроконтролерами.

Таким чином, розроблений пристрій не тільки забезпечує вивчення теоретичних аспектів робототехніки та програмування, але й надає практичні інструменти для розвитку креативності та інженерного мислення у студентів різних рівнів підготовки.

Висновки. Провівши запропоноване дослідження, студенти навчаються встановлювати та використовувати необхідне програмне забезпечення для дистанційного програмованого керування виконавчими механізмами, складати електричні схеми та вивчати роботу різноманітних модулів робототехнічних систем .

Література:

1. Іванов А.О. Теорія автоматичного керування. Підручник. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет. 2003. 250 с.
2. Лаврінченко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І., Синявський О.Ю., Войтюк Д.Г., Лисенко В.П. Електропривод: підручник / за ред. Лаврінченка Ю.М. К.: вид-во Лір-К., 2009. 504 с.
3. Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Крушельницький В.В. Мехатроніка. Підручник. К., 2020. 404 с.

4. Павелчак А.Г., Самотий В.В., Яцук Ю.В. Програмування мікроконтролерів систем автоматики: конспект лекцій для студентів базового напрямку 050201 “Системна інженерія”. Львів: Львівська політехніка. 2012. 143 с.

5. Сучасні електромехатронні комплекси і системи: навч. посібник / Павленко Т.П., Шавкун В.М., Козлова О.С., Лукашова Н.П. Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. 116 с.

6. Соменко О.О., Соменко Д.В. Вільнопоширюване апаратне та програмне забезпечення для організації навчально-дослідницької роботи майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін. *Наукові записки. Серія «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти»*. Кропивницький, 2017. Вип. 11. Ч. 1. С. 122–128.

7. Величко С.П., Соменко Д.В. Методика впровадження ІКТ у навчально-виховний процес з фізики в педагогічних університетах з метою розвитку пізнавальної активності студентів. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. 2014. Вип. 20 : Управління якістю підготовки майбутнього вчителя фізико-технічного профілю. С. 168–172.

8. Манойленко Н.В., Кононенко С.О., Крамаренко Н.М. Цифровізація освітнього процесу в умовах дистанційного навчання в закладах вищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. Вип. 201. С. 108–112. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-108-112>.

9. Кононенко С.О., Кононенко Л.В., Манойленко Н.В. Методика формування інформаційно-дослідницьких компетентностей у здобувачів вищої освіти засобами цифрових технологій. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 2021. (198). С. 125–128. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-125-128>.

10. Поліщук М.М. Напрямки розвитку мобільних робіт довільної орієнтації в просторі. *International Multidisciplinary Conference: Key issues of education and sciences: development prospects for Ukraine and Poland (Stalowa Wola, Republic of Poland 21 July 2018)*. Stalowa Wola, Volume 6, 2018, pp. 95–99.

References:

1. Ivanov, A.O. (2003). *Teoriia avtomatychnoho keruvannia [Theory of automatic control]*. Pidruchnyk. Dnepropetrovsk: Natsionalnyi hirnychy universytet. 250 p. [in Ukrainian].

2. Lavrinenko, Yu.M., Marchenko, O.S., Savchenko, P.I., Syniavskiy, O.Iu., Voitiuk, D.H., & Lysenko, V.P. (2009). *Elektropryvod [Electric drive]*: pidruchnyk / edited by Lavrinenka Yu.M. K.: vyd-vo Lir-K., 504 p. [in Ukrainian].

3. Loveikin, V.S., Romasevych Yu.O., & Krushelnytskyi V.V. (2020). *Mekhatronika [Mechatronics]*. Pidruchnyk. K. 404 p. [in Ukrainian].

4. Pavelchak, A.H., Samoti, V.V., & Yatsuk, Yu.V. (2012). *Prohramuvannia mikrokontroleriv system avtomatyky: konspekt leksii dlia studentiv bazovoho napriamu 050201 “Systemna inzheneriia” [Programming of microcontrollers of automation systems: lecture notes for students of the basic direction 050201 “System Engineering”]*. Lviv: Lvivska politehnika. 143 p. [in Ukrainian].

5. Pavlenko, T.P., Shavkun, V.M., Kozlova, O.S., & Lukashova, N.P. (2019). *Suchasni elektromekhatronni kompleksi i systemy : navch. posibnyk [Modern electromechatronic complexes and systems: a textbook]*. Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O.M. Beketova. Kharkiv : KhNUMH im. O.M. Beketova. 116 p. [in Ukrainian].

6. Somenko, O.O., & Somenko, D.V. (2017). Vilno-poshyriuvane aпаратne ta prohramne zabezpechennia dlia orhanizatsii navchalno-doslidnytskoi roboty maibutnikh vchyteliv pryrodnycho-matematychnykh dystsyplin [Freely distributed hardware and software for the organization of educational and research work of future teachers of natural and mathematical disciplines]. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Kropyvnytskyi*. Vyp. 11. Ch. 1. S. 122–128 [in Ukrainian].

7. Velychko, S.P., & Somenko, D.V. (2014). Metodyka vprovadzhennia IKT u navchalno-vykhovnyi protses z fizyky v pedahohichnykh universytetakh z metoiu rozvytku piznavalnoi aktyvnosti studentiv [Methodology for the introduction of ICT into the educational process of physics in pedagogical universities for the purpose of developing the cognitive activity of students]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnogo universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Seriiia pedahohichna*. Vyp. 20 : Upravlinnia yakistiu pidhotovky maibutnoho vchytelia fizyko-tekhnichnoho profilu. p. 168–172 [in Ukrainian].

8. Manoilenko, N.V., Kononenko, S.O., & Kramarenko, N.M. (2021). Tsyfrovizatsiia osvitnoho protsesu v umovakh dystantsiinoho navchannia v zakladakh vyshchoi osvity [Digitalization of the Educational Process in the Conditions of Distance Learning in Higher Education Institutions]. *Naukovi zapysky. Seriiia: Pedahohichni nauky*. Vyp.201. S. 108–112. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-201-108-112> [in Ukrainian].

9. Kononenko, S.O., Kononenko, L.V., & Manoilenko, N.V. (2021). Metodyka formuvannia informatsiino – doslidnytskykh kompetentnosti u zdobuvachiv vyshchoi osvity zasobamy tsyfrovyykh tekhnolohii [Methods of formation of informational – research competence in the students of higher education by means of digital technologies]. *Naukovi zapysky. Seriia: Pedahohichni nauky*, 198, 125–128. <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2021-1-198-125-128> [in Ukrainian].

10. Polishchuk, M.M. (2018). Napriamky rozvytku mobilnykh robotiv dovilnoi oriientsii v prostori [Directions of development of mobile robots of arbitrary orientation in space]. *International Multidisciplinary Conference: Key issues of education and sciences: development prospects for Ukraine and Poland* (Stalowa Wola, Republic of Poland 21 July 2018). Stalowa Wola, Volume 6, pp. 95–99.

УДК [378:37.011.3-051]:[51+004]

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-10>

«МАТЕМАТИКА В STEM-ПРОЄКТАХ» ЯК ВИБІРКОВА ДИСЦИПЛІНА У ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ

Крамаренко Тетяна Григорівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,

доцент кафедри математики та методики її навчання

Криворізького державного педагогічного університету

ORCID ID: 0000-0003-2125-2242

Scopus-Author ID: 57214945934

Підготовка майбутніх фахівців з питань STEM-навчання, практичні напрями реалізації STEM-освіти є актуальною проблемою. Об'єкт дослідження – професійна підготовка студентів закладів вищої педагогічної освіти. Мета дослідження – формування STEM-компетентностей здобувачів вищої освіти через впровадження інтегрованих курсів. У статті проаналізовано діючі модельні навчальні програми міжгалузевих STEM-курсів для закладів загальної середньої освіти, виділено можливості використання існуючих STEM-технологій у навчанні математики. Охарактеризовано змістове наповнення для вибіркової навчальної дисципліни «Математика в STEM-проєктах», доцільні методи, засоби та форми роботи. Представлено результати упровадження розробленого методичного забезпечення. У процесі навчання математики співпрацювали студенти спеціальностей 016.01 Спеціальна освіта (Логопедія); 014.04 Середня освіта (Математика), додаткова Інформатика; 242 Туризм та рекреація. У статті зазначено переваги та проблеми сумісного навчання математики студентів різних спеціальностей. За результатами навчання і проведеного анкетування підтверджено гіпотезу про підвищення рівня сформованості STEM-компетентностей студентів. У навчанні важливо забезпечувати мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності, упровадження STEM-проєктів у навчанні, застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики, використання індивідуального та групового коучингу. У ході навчання слід дотримуватися принципів науковості та доступності, розвитку, інтеграції, пізнавальної активності, індивідуальності, дослідницької та практичної спрямованості, взаємозв'язків теорії та практики, самостійності та активності, інтерактивності, усвідомленості.

Ключові слова: STEM-освіта, навчання математики, підготовка майбутніх учителів, цифрові технології, проєктна діяльність, інтегрований курс, вибіркова дисципліна.

Kramarenko Tetiana. «Mathematics in STEM projects» as an elective discipline in the training of future teachers

Training of future specialists in STEM education, practical directions of STEM education implementation is an urgent problem. The object of the study is the professional training of students of higher pedagogical education institutions. The purpose of the study is the practical implementation of the formation of STEM competencies of higher education students through the introduction of integrated courses. The article analyzes the existing model curricula of interdisciplinary STEM courses for general secondary education institutions, highlights the possibilities of using existing STEM technologies in teaching mathematics. The content for the elective discipline "Mathematics in STEM projects", appropriate methods, means and forms of work are characterized. The results of the implementation of the developed methodological support are presented. Students majoring in 016.01 Special Education (Speech Therapy); 014.04 Secondary Education (Mathematics), Additional Informatics; 242 Tourism and Recreation collaborated in the process of teaching mathematics. The advantages and problems of joint teaching of mathematics to students of different specialties are outlined in the article. Based on the results of the training and the survey, the hypothesis of increasing the level of students' STEM competencies was confirmed. In teaching, it is important to motivate and stimulate students to engage in educational, cognitive, and research activities, implement STEM projects in teaching, use ICT to ensure visibility and research orientation of mathematics teaching, and use individual and group coaching. In the course of training, the principles of scientificity and accessibility, development, integration, cognitive activity, individuality, research and practical orientation, interconnections between theory and practice, independence and activity, interactivity, and awareness should be followed.

Key words: STEM education, mathematics teaching, future teachers' training, digital technologies, project activities, integrated course, elective discipline.

Вступ. STEM-освіта є одним із найважливіших напрямів реформування освіти в Україні. Завдяки розвитку в молоді STEM-компетентностей можна подолати відставання між освітою і вимогами сучасного життя. На актуалізацію STEM-освіти значний вплив справляє як соціальне замовлення на підготовку висококваліфікованих STEM-фахівців, так і розвиток інформаційно-комунікаційних та STEM-технологій, у тому числі на вивчення математики як одного з найважливіших складників STEM-освіти. Важливо здійснювати пошук інноваційних методик, що сприятиме формуванню особистості, здатної до розв'язування комплексних завдань.

В Україні успішно пройшли апробацію модельні навчальні програми «Робототехніка. 5–6 класи», «STEM. 5–6 класи (міжгалузевий інтегрований курс). У серпні 2024 року набули чинності модельні навчальні програми міжгалузевих курсів «STEM. 7–9 класи», «STEM. 5–9 класи» для закладів загальної середньої освіти [1].

Провідниками STEM-технологій у підготовці молоді є учителі закладів середньої освіти та викладачі вищої школи. На сьогодні недостатньо розроблено та впроваджується курсів з підготовки STEM-фахівців, дискусійним є їх змістове наповнення. Тому проблема підготовки відповідних педагогічних кадрів є актуальною. Мотивування та стимулювання студентів до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності у навчанні математики, впровадження STEM-проектів, використання цифрових технологій розглядаємо як важливі умови в контексті проблеми формування STEM-компетентностей фахівців.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблеми підготовки майбутніх учителів, концептуальні засади та практичні напрями реалізації STEM-освіти висвітлювали Н. Балик, О. Барна, Г. Шмигер, В. Олексюк [2]. Подано модель професійної підготовки вчителів на основі розвитку STEM-компетентностей.

Т. Засекіна, І. Василяшко та О. Коршунова [3] презентують освітню програму підвищення кваліфікації педагогічних працівників «STEM-школа: організація освітнього процесу в системі інтегрованого навчання». У результаті її опанування слухачі можуть удосконалити уміння організувати освітній процес відповідно до вимог законодавчих актів у сфері базової середньої освіти, концептуальних засад НУШ в умовах запровадження STEM-освіти; використовувати STEM-підходи для організації сучасного освітнього процесу в умовах змішаного навчання; розробляти та реалізувати практико-орієнтовані STEM-проекти, інтегровані уроки, заняття; аналізувати, розробляти (добирати) та використовувати інтегровані компетентнісно-орієнтовані STEM-завдання; розвивати м'які навички та навички мислення високого рівня.

Питання складників STEM-компетентностей висвітлюють Н. Морзе та О. Струтинська [4], Л. Гриневич, М. Шишкіна та інші науковці. STEM-компетентності студентів трактують як інтегроване особистісне утворення, що проявляється у сформованості його складових: математичної компетентності; інформаційно-комунікаційної компетентності; базових компетентностей в галузях природознавства і техніки; проектно-технологічної компетентності; м'яких навичок. STEM-компетентності характеризують як динамічну систему знань і умінь, навичок і способу мислення, цінностей і особистісних якостей, які визначають здатність до інноваційної діяльності. Виокремлення складників STEM-компетентностей важливе в контексті моніторингу їх удосконалення.

Практика впровадження STEM-навчання представлена в [5; 6; 7] та ін. Ю. Ботузова розглядає особливості використання STEM-технологій у навчанні математики [8]. Акцент зроблено на впровадженні проектів, проведенні інтегрованих уроків, використанні прикладних задач і цифрових технологій.

Для впровадження модельних навчальних програм міжгалузевих курсів «STEM. 7–9 класи», «STEM. 5–9 класи» для закладів загальної середньої освіти [1] важливе їх змістове наповнення, розробка навчально-методичного забезпечення, підготовка відповідних фахівців.

Т. Засекіна, О. Коршунова, І. Василяшко акцентують увагу на системному розвитку чотирьох змістових ліній: «Штучний інтелект», «Енергія. Рух», «Технічні рішення», «Екологія.

Системи». Авторський колектив О. Бутурліна та ін. для 7–9 класів пропонують реалізацію 5 модулів, що відповідають змістовим лініям: «Людина – людина», «Людина – техніка», «Людина – природа», «Людина – знак», «Людина – образ». Блок математики у зазначених вище програмах авторами не виокремлюється, її застосування є наскрізним.

У модельній програмі колективу Ф. Левченко та ін. у кожному STEM-модулі зінтегровано зміст і вимоги до очікуваних результатів за змістовими лініями (потреби суспільства і сталий розвиток; здоров'я і особистісний розвиток; екосистеми і вплив людини на довкілля) та за провідним складником STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). З математики у 5-му класі робиться акцент на мистецтво, у 6-му – побут, 7-й – бізнес, 8-й – професійна діяльність, 9-й – природа.

В процесі навчання у здобувачів освіти буде розвиватися низка ключових компетентностей, зокрема математична, компетентності в галузі природничих наук, техніки і технологій, інноваційність, інформаційно-комунікаційна компетентність, підприємливість, фінансова грамотність та ін. Інтегрований курс не може бути заміненим ніяким окремо взятим шкільним навчальним предметом, але окремі STEM-модулі можуть вивчатися у різних предметах.

Актуальні проблеми STEM-освіти, технологічні карти розробки STEM-проектів знайшли відображення у розробці авторського колективу Н. Поліхун, К. Постової, І. Сліпухіної, Г. Онопченко та О. Онопченко [9]. Зразки поданих технологічних карт використовувалися нами у розробленому методичному забезпеченні для вибіркової дисципліни «Математика в STEM-проектах».

Системи динамічної математики, зокрема GeoGebra, як engineering-інструменти STEM-навчання розглядають В. Пікалова [10], О. Семеніхіна, М. Друшляк. Доцільні результати використання GeoGebra представлено для впровадження STEAM-проектів [11]. Нами висвітлювалась окреслена проблема у розробленому методичному забезпеченні для вибіркової дисципліни [7].

Як зазначають Н. Шақун, О. Зівенко, І. Сальник [12], найважливішими інтерактивними елементами STEAM-освіти є технології доповненої та віртуальної реальності, робототехніка, використання матеріалів, надрукованих 3D принтерами тощо. Актуальними методиками, які використовують викладачі під час навчання, є робота з проектами, актуалізація дослідницького методу, кооперативного та «перевернутого» навчання.

Розглядаючи формування складових елементів STEM-компетентності учнів під час вивчення фізики засобами цифрових технологій, Н. Донець, І. Донець, О. Трифонова значну увагу приділяють опрацюванню експериментальних даних, їх візуалізації методами математики. Зокрема статистичного аналізу даних, їх інтерпретації [13, с. 22–21].

Однак, проблема підготовки майбутніх учителів, зокрема математики, здатних до впровадження STEM-підходів у навчанні учнів, набуття здобувачами освіти STEM-компетентностей потребує подальших досліджень.

Метою даної статті є аналіз діючих модельних навчальних програм міжгалузевих STEM-курсів для закладів ЗСО, виділення можливостей використання існуючих STEM-технологій у навчанні математики, висвітлення практичної реалізації формування STEM-компетентностей здобувачів вищої освіти, результатів упровадження розробленого навчально-методичного забезпечення для вибіркової дисципліни «Математика в STEM-проектах».

Матеріали та метод. Під час дослідження окресленої проблеми було використано методи, серед яких аналіз науково-методичної літератури та практики впровадження STEM-навчання, синтез провідних ідей та формулювання власних, спостереження за особливостями навчального процесу, виявлення методичних особливостей реалізації STEM-підходів при підготовці майбутніх учителів у навчанні математики, анкетування здобувачів освіти, узагальнення досвіду, формулювання висновків.

Результати. В основі STEM-підходу лежить проєктна форма організації освітнього процесу, під час якого здобувачі освіти об'єднуються у групи для спільного вирішення практичних навчальних завдань, результат вирішення яких може бути використаний для реальних потреб; міжпредметний характер навчання; охоплення дисциплін природничого циклу, математики, сучасних технологій, інженерних дисциплін чи мистецтва.

Здійснюючи аналіз науково-методичної літератури, практики впровадження STEM-навчання, встановили, що найдоцільнішими для підготовки фахівців з питання використання математики є наступні напрями:

- реалізація елементів STEM-освіти в умовах сучасного освітнього процесу; основні концепції, психолого-педагогічні аспекти використання математики у STEM (STEAM) навчанні;
- мейкерство як інноваційний підхід впровадження STEM;
- базові засади створення і упровадження STEM-проєктів, проведення STEM-уроків, використання цифрових технологій для підтримки навчального процесу;
- застосування методів математичного моделювання у STEM-навчанні;
- використання прикладних задач, міжпредметних зв'язків математики з фізикою, хімією, інформатикою, біологією, лінгвістикою тощо;
- фінансова математика і підприємництво у STEM-навчанні;
- використання систем динамічної математики, спеціалізованих математичних додатків для мобільних телефонів, додатків доповненої та віртуальної реальності як інструментів STEM-навчання;
- висвітлення алгоритмів використання математики в робототехніці;
- використання штучного інтелекту у навчанні математики;
- наукові засади опрацювання експериментальних даних (вибірковий метод, пошук кореляційних та регресійних залежностей) тощо.

Низку питань із зазначених певною мірою висвітлено в джерелах [7; 8; 9; 10]. У навчанні доцільно використовувати як посібники з проблем впровадження STEM, так і підручники для шкільного курсу математики, збірники практико-орієнтованих задач, зокрема [13]. Для візуалізації абстракцій варто послуговуватися наочностями системи динамічної математики GeoGebra.

Навчальна дисципліна «Математика в STEM-проєктах» є дисципліною вільного вибору студента, доступною для всіх здобувачів вищої освіти. Для її успішного опанування необхідна наявність базових знань з шкільного курсу математики, навичок використання ІКТ. Навчальну дисципліну можуть обирати студенти різних спеціальностей, тому необхідно забезпечувати інтеграцію навчання, створюючи умови для співпраці, застосування набутих знань з різних спеціальностей. З іншого боку, вираженою є потреба і в індивідуалізації навчання, підготовці до майбутньої роботи з різними групами здобувачів освіти. Тому значну увагу у навчанні доцільно приділити використанню прикладних задач, реалізації міжпредметних зв'язків математики з фізикою, хімією, інформатикою, географією тощо.

Зазначену навчальну дисципліну обирали майбутні логопеди (016.01 Спеціальна освіта (Логопедія)), окремі майбутні учителі математики та інформатики (014.04 Середня освіта (Математика), додаткова Інформатика) і студенти спеціальності 242 Туризм та рекреація. При об'єднанні для вивчення дисципліни студентів неспоріднених спеціальностей важливо зважено підходити як до добору змісту навчання, так і пропонованих методів, засобів та форм навчання. Враховуючи, що характерною рисою STEM є міждисциплінарний і трансдисциплінарний підхід, важлива інтеграція в навчанні. Особливо під час розробки міждисциплінарних проєктів. З іншого боку, майбутні фахівці намагаються розробити таке методичне забезпечення, яке з максимальною користю зможуть використати у майбутній професії. Тому властива і диференціація навчання.

У зв'язку з тим, що зазначену дисципліну обрало багато студентів спеціальності «Туризм», то значну увагу було приділено математичним алгоритмам вимірювання на місцевості. Зокрема, через застосування теореми синусів та косинусів, подібності фігур, у тому числі й трикутників тощо [7]. Чимало подібних завдань знайшли відображення у підручниках геометрії для закладів середньої освіти, збірниках практико-орієнтованих завдань.

Доцільними стали використання додатків для мобільних телефонів для вимірювання віддаленості об'єктів, їх висоти, ширини; вимірювання кутів за вертикаллю та по горизонталі. Наприклад, такі додатки як «Altimetr», «Ruler», «Protractor» та ін. У нагоді можуть стати наближені методи вимірювання на місцевості, зокрема за відрізками на місцевості, за видимістю предмета, вимірювання кроками, за швидкістю руху тощо.

Зважаючи на те, що однією з успішних умов реалізації STEM-освіти є проєктна діяльність, доцільно висвітлювати організаційно-методичні аспекти планування STEM-проєктів. З цією метою доречно розробляти технологічні карти проєктів. Для студентів зазначених спеціальностей одними із доцільних стала розробка проєктів виїзних математичних таборів, таборів відпочинку з передбаченням створення простору мейкерства, зокрема, для осіб з інклюзією. На сьогодні це реальна проблема, до вирішення якої доцільно долучатися молоді. Рекомендовано обрати доцільну локацію, скласти відповідний кошторис, розробити програму відпочинку та навчання, дібрати дослідницькі завдання з математики для учнів, запропонувавши для їх вирішення засоби цифрових технологій. Одним із об'єднуючих напрямів для усіх груп розглядається мейкерство як інноваційний підхід впровадження STEM.

Навіть при наявності спільної ідеї, яку можна розвивати студентам зазначених спеціальностей, виявили низку проблем для організації спільної роботи над проєктами. Насамперед, студенти потребували різного рівня складності математичного матеріалу. Наприклад, майбутні логопеди працюють здебільшого з дітьми дошкільного віку та початкової школи. Майбутні учителі математики були зорієнтовані на математику, яку вивчають в основній та у старшій школі. «Туристів» більше цікавили нескладні математичні обчислення, які зустрічаються людям у побутових ситуаціях під час подорожі.

Значну увагу під час навчання приділено питанням фінансової математики, зокрема математиці кредиту та підприємництву у STEM-навчанні. Оскільки саме такі завдання часто виникають на етапах розробки та впровадження проєктів. Тому студентам по можливості рекомендувалося передбачати виконання таких завдань під час розробки міжгрупового проєкту чи проєктів у парах. Зокрема, складання кошторису подорожі, питання придбання у кредит певного спорядження, інструментів тощо.

Для підготовки майбутніх STEM-учителів доцільно задіяти діяльнісні середовища професійного призначення, зокрема програмні засоби навчання математики. Їх доцільне використання в освітньому процесі сприяє реалізації педагогічних ідей. Для успішного подальшого упровадження STEM-навчання майбутнім учителям необхідно опанувати технологію розв'язування математичних задач з використанням засобів сучасних інформаційних технологій, зокрема системи динамічної математики. Система динамічної математики GeoGebra і спеціалізовані математичні додатки для мобільних телефонів, а також додатки доповненої реальності розглядалися нами як важливі engineering-інструменти STEM-навчання.

Виконуючи розробку інтегрованих STEM-уроків в парах, студенти однієї спеціальності могли більше пристосуватися до вікової категорії учнів чи дошкільнят, з якими вони працюватимуть. Зокрема, студенти спеціальності «Логопедія». Вони пропонували розробки проведення конкурсів малюнків, виконаних за допомогою Paint чи GeoGebra, створення аплікацій, орігамі тощо.

Студенти спеціальності «Математика» пропонували розробки STEAM-уроків, які можна запропонувати учням при вивченні геометричних перетворень на площині, побудові малюнків

графіками функцій. Висвітлювали можливості використання штучного інтелекту для генерування малюнків та розробки презентацій, генерування прикладних задач до теми.

Значну увагу приділили у навчанні використанню стохастичності у STEM, науковим засадам опрацювання експериментальних даних. Зокрема, побудові частотних таблиць за зібраними даними, гістограм, складанню рівняння регресії з використанням таблиць Google та GeoGebra.

Симуляції та віртуальні лабораторії надають здобувачам освіти можливість експериментувати, вивчати та візуалізувати природничо-математичні концепції. Особливо такі інструменти доцільно використовувати при впровадженні STEM-підходів у навчанні. Серед популярних платформ відзначаємо PhET Interactive Simulations та GoLab, що мають інтерактивний інтерфейс та надають велику кількість безкоштовних симуляцій з фізики, хімії, біології та математики, включаючи ігрові елементи. Зокрема, здобувачі освіти можуть ознайомитися із симуляціями для очистки води у домашніх умовах чи під час походу, визначати час за довжиною тині тощо.

Для формувального оцінювання у процесі навчання доцільно використовувати такі застосунки як WordWall, Kahoot, LearningApps, Mentimeter та інші. При цьому залучати здобувачів освіти створювати їх для майбутніх учнів відповідно до розроблюваних проєктів чи інтегрованих STEM-уроків. Використовуючи зазначені застосунки, можна створювати дидактичні ігри з питань та відповідей з акцентуацією на індивідуальному темпі навчання.

У результаті успішного вивчення навчальної дисципліни студенти повинні удосконалити вміння використовувати ІКТ для підготовки, супроводу, аналізу, коригування навчального процесу; поєднувати традиційні методичні системи навчання із інноваційними інформаційно-комунікаційними технологіями. Здобувачі освіти повинні використовувати веб-ресурси, розробляти і впроваджувати STEM-проєкти, зокрема, у навчанні математики. Важливо вчитися використовувати у навчанні міжпредметні зв'язки математики з іншими навчальними дисциплінами; добирати раціональні методи і засоби навчання, враховуючи індивідуальні особливості учнів, їх нахили і здібності. Актуально на основі розуміння сутності неформалізованих, творчих компонентів мислення учня здійснювати постановку проблеми і добір потрібних операцій з використанням ІКТ, що приводять до її розв'язування.

За результатами анонімного опитування понад 77% учасників курсу відповіли, їхні очікування від вибору навчальної дисципліни "Математика в STEM-проєктах" «справдилися в повній мірі» і «швидше справдилися». Понад 60% студентів оцінили зростання рівня власних компетентностей з проблем STEM-навчання наприкінці вивчення курсу у порівнянні з тим, який фіксували до початку вивчення навчальної дисципліни.

Відповіді на питання «Що саме з розглянутого зможете використати у майбутній професії?» значно різнилися. Від «складно для застосування» до практичних рекомендацій. Зокрема, відзначали вміння розробляти STEM-проєкт, технологічну карту проєкту, використовувати мобільні додатки для певних математичних обчислень, удосконалювати розробки маршрутів тощо.

Студенти спеціальності «Логопедія» відзначали, що логопед може використовувати математичні та STEM-завдання, щоб допомогти дітям з дислексією розвинути навички читання та письма, розвивати у них логічне мислення, яке є важливим для розвитку мовлення. Можна мотивувати дітей до навчання через впровадження STEM-проєктів, щоб зробити навчання більш цікавим та захоплюючим для них.

До переваг того, що в групу входили студенти різних спеціальностей, віднесли можливість спілкувались між собою та переймати досвід та знання з різних тем і навчальних дисциплін. Щоб тему можна було розглянути ґрунтовніше і з різних точок зору, є можливість доповнювати один одного, розвивати навички роботи в команді, налагоджувати зв'язок з іншими людьми та шукати компроміси при обговоренні варіантів виконання і прийнятті рішень.

До проблемних моментів можна віднести труднощі онлайн-комунікації зі студентами різних факультетів, різний рівень зацікавленості у вивченні математики для різних вікових категорій тощо.

Висновки. У процесі навчання важливо мотивування та стимулювання здобувачів освіти до навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності у навчанні математики через залучення до співпраці. Щоб визначити, що мотивує студентів до вивчення математики, що вони знають про STEM-навчання, про використання ІКТ у навчанні математики, доцільно проводити анкетування.

Впровадження STEM-освіти може відбуватися шляхом залучення студентів до самостійної дослідницької діяльності, інтеграції тем з різних навчальних дисциплін, реалізації міжпредметних проєктів, наукових «пікніків», днів та тижнів науки, STEM-фестивалів тощо. Застосування ІКТ для забезпечення наочності та дослідницької спрямованості навчання математики сприятиме формуванню STEM-компетентностей студентів.

Важливою умовою успішного STEM-навчання є впровадження STEM-проєктів. У процесі навчання слід дотримуватися принципів науковості та доступності, розвитку, інтеграції, пізнавальної активності, індивідуальності, дослідницької та практичної спрямованості, взаємозв'язків теорії та практики, самостійності та активності, інтерактивності, усвідомленості.

Результати прикінцевого опитування студентів продемонстрували наявність позитивних змін у формуванні STEM-компетентностей студентів.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів аналізованої проблеми. До перспективних напрямів подальших наукових розвідок відносимо розробку методичних засад використання технологій штучного інтелекту у навчанні математики для підготовки викладачів STEM-дисциплін.

Література:

1. Міжгалузеві інтегровані курси: модельні навчальні програми «STEM» для закладів загальної середньої освіти. Київ : Інститут модернізації змісту освіти. 2024. URL: <https://imzo.gov.ua/model-ni-navchal-ni-prohamy/mizhhaluzevi-intehrovani-kursy/>.
2. Balyk N., Barna O., Shmyger G., Oleksuk V. Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *Proceedings from the ICTERI 2018 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. Vol. II, 2018. 318–331. URL: http://ceurws.org/Vol-2104/paper_157.
3. Засекіна Т., Василяшко І., Коршунова О. Освітня програма підвищення кваліфікації педагогічних працівників «STEM-школа: організація освітнього процесу в системі інтегрованого навчання». Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти». 2024. 18 с.
4. Morze N., Strutyńska O. STEAM competence for teachers: features of model development. *E-learning in the Time of COVID-19*. Katowice–Cieszyn. 2021. pp. 187–198. <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.16>.
5. Felder R. M., Brent R. *Teaching and learning STEM (a practical guide)*. San Francisco : Jossey-Bass A Wiley Brand. 2016. 337 p.
6. Мелентьев О. Б. STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти : навч. посіб. Умань : Уманський держ. пед. ун-т ім. Павла Тичини. 2023. 220 с.
7. Крамаренко Т. Г., Пилипенко О. С. Математика в STEMі: навч.-метод. посіб. Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2023. 274 с. URL: <http://elibrary.kdpu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/7849>.
8. Ботузова Ю. В. Особливості використання STEM-технологій в навчанні математики. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Випуск 12 (I). С. 3–8.
9. Упровадження STEM-освіти в умовах інтеграції формальної і неформальної освіти обдарованих учнів : методичні рекомендації / Н. І. Поліхун, К. Г. Постова, І. А. Сліпучіна, Г. В. Онопченко, О. В. Онопченко. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 80 с.
10. Пікалова В. В. Використання пакету GeoGebra як інструмента реалізації концепції STEM-освіти у процесі підготовки майбутніх учителів математики : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.10. Кривий Ріг, 2021. 266 с.

11. Abar C., Vieira de Almeida M., Zsolt L. Arts and mathematics: GeoGebra focused on isometric transformations. *Journal of Mathematics and the Arts*. 2024. <https://doi.org/10.1080/17513472.2024.2365361>.
12. Шақун Н., Зівенко О., Сальник І. Використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті: переваги та виклики. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 6. С. 646–656. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6\(12\)-646-656](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656).
13. Донець Н., Донець І., Трифонова О. Формування складових елементів STEM-компетентності учнів під час вивчення фізики засобами цифрових технологій. *Наукові записки*. 2023. № 2. С. 20–25.

References:

1. Mizhhaluzevi intehrovani kursy: modelni navchalni prohramy «STEM» dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity (2024). [Intersectoral integrated courses: model STEM curricula for general secondary education institutions]. Kyiv : Instytut modernizatsii zmistu osvity. Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/model-ni-navchal-ni-prohramy/mizhhaluzevi-intehrovani-kursy/> [in Ukrainian].
2. Balyk, N., Barna, O., Shmyger, G., & Oleksuk, V. (2018). Model of Professional Retraining of Teachers Based on the Development of STEM Competencies. *Proceedings from the ICTERI 2018 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. Vol. II, 318–331. Retrieved from: http://ceurws.org/Vol-2104/paper_157 [in English].
3. Zasiakina, T., Vasylyashko, I., & Korshunova, O. (2024). Osvitnia prohrama pidvyshchennia kvalifikatsii pedahohichnykh pratsivnykiv «STEM-shkola: orhanizatsiia osvithnoho protsesu v systemi intehrovanoho navchannia» [Educational program of professional development of pedagogical workers «STEM-school: organization of educational process in the system of integrated learning»]. Kyiv : DNU «Instytut modernizatsii zmistu osvity». 18 p. [in Ukrainian].
4. Morze, N., & Strutynska, O. (2021). STEAM competence for teachers: features of model development. *E-learning in the Time of COVID-19*. Katowice–Cieszyn, pp. 187–198. <https://doi.org/10.34916/el.2021.13.16> [in English].
5. Felder, R.M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM (a practical guide)*. San Francisco : Jossey-Bass A Wiley Brand. 337 p. [in English].
6. Melentiev, O.B. (2023). *STEM-osvita v zakladakh zahalnoi serednoi osvity : navch. posib [STEM education in institutions of general secondary education: a textbook]*. Uman : Umanskyi derzh. ped. un-t. 220 p. [in Ukrainian].
7. Kramarenko, T., & Pylypenko, O. (2023). *Matematyka v STEMi: navch.-metod. posib. [Math in STEM]*. Kryvyi Rih: Kryvorizkyi derzh. ped. un-t. 274 p. Retrieved from: <https://elibrary.kdpu.edu.ua/handle/123456789/7849> [in Ukrainian].
8. Botuzova, Yu.V. (2017). Osoblyvosti vykorystannia STEM-tekhnologii v navchanni matematyky [Features of the use of STEM technologies in teaching math]. *Naukovi zapysky. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. 12 (I). pp. 3–8 [in Ukrainian].
9. Polikhun, N., Postova, K., Slipukhina, I., Onopchenko, H., & Onopchenko, O. (2019). *Uprovadzhennia STEM-osvity v umovakh intehratsii formalnoi i neformalnoi osvity obdarovanykh uchniv [Implementation of STEM education in the context of integration of formal and non-formal education of gifted students]*. Kyiv: Instytut obdarovanoi dytyny NAPN Ukrainy. 80 p. [in Ukrainian].
10. Pikalova, V. (2021). *Vykorystannia paketu GeoGebra yak instrumenta realizatsii kontseptsii STEM-osvity u protsesi pidhotovky maibutnykh uchyteliv matematyky : [Using the GeoGebra package as a tool for implementing the concept of STEM education in the process of training future mathematics teachers]*. *Candidate's thesis*. Kryvyi Rih State Pedagogical Un-ty. Kryvyi Rih. 266 p. [in Ukrainian].
11. Abar, C., Vieira de Almeida, M., & Zsolt, L. (2024). Arts and mathematics: GeoGebra focused on isometric transformations, *Journal of Mathematics and the Arts*. <https://doi.org/10.1080/17513472.2024.2365361> [in English].
12. Shakun, N.A., Zivenko, O.V., & Salnyk, I.V. (2023). *Vykorystannia interaktyvnykh tekhnologii u STEAM-osviti: perevahy ta vyklyky [Using interactive technologies in STEAM education: advantages and challenges]*. *Visnyk nauky ta osvity*, № 6 (12). P. 646–656 [in Ukrainian].
13. Donets, N., Donets, I., & Tryfonova, O. (2023). *Formuvannia skladovykh elementiv STEM-kompetentnosti uchniv pid chas vyvchennia fizyky zasobamy tsyfrovnykh tekhnologii [Formation of the constituent elements of STEM-competence of students in the study of physics by means of digital technologies]*. *Naukovi zapysky*. № 2. pp. 20–25. <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-2-3> [in English].

УДК 37.091.313:[7.012:392(=161.2)

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-11>

ПРОЄКТНИЙ ПІДХІД У НАВЧАННІ ЗДОБУВАЧІВ ОСВІТИ ЕТНОДИЗАЙНУ В КОНТЕКСТІ НАЦІОНАЛЬНИХ ТРАДИЦІЙ УКРАЇНСЬКОГО НАРОДУ

Кудря Оксана Володимирівна,

кандидат педагогічних наук,

доцент кафедри теорії і методики технологічної освіти

Полтавського національного педагогічного університету

імені В.Г. Короленка

ORCID ID: 0000-0002-4602-9883

Стаття присвячена питанням використання проєктного підходу у навчанні здобувачів освіти етнодизайну в контексті національних традицій українського народу. У статті проаналізовано актуальність збереження культурної спадщини українців, особливо в умовах сучасних викликів. Приділено увагу питанням інтеграції національних традицій у освітній процес, зокрема через впровадження проєктного підходу, що сприяє формуванню національної ідентичності, патріотизму та активної громадянської позиції у молоді.

Визначено основні аспекти етнодизайну в українському контексті, зокрема використання традиційних орнаментів, матеріалів та технік, а також кольорової гами, які відображають культурну ідентичність та історичну спадщину українського народу. Доводиться, що проєктний підхід, базуючись на інтеграції знань з різних галузей, допомагає глибше розуміти та відчувати національні традиції у контексті сучасного життя, розвиває творчі здібності молоді та стимулює їх до активної участі в культурних проєктах.

Також у статті зазначається важливість співпраці у проєктній діяльності, яка сприяє розвитку комунікативних навичок, критичного мислення та самостійності здобувачів освіти. Відзначається, що такий підхід дозволяє не лише глибше пізнавати національні традиції, але й активно їх популяризувати, що є особливо актуальним в умовах сьогодення.

Доводиться актуальність розробки нових освітніх компонентів «Автентичні традиції українського народу» та «Дизайн в контексті національних традицій українського народу», орієнтованих на збереження та популяризацію національних традицій. Їх змістове наповнення сприятиме формуванню у молоді глибокого розуміння власної культурної ідентичності, патріотизму та відповідальності за збереження культурної спадщини. Зроблено висновок стосовно того, що інтеграція національних традицій у сучасні освітні практики не лише допомагає зберегти унікальні культурні надбання, але й підвищує мотивацію здобувачів освіти до активного вивчення та популяризації української культури в глобальному контексті.

Ключові слова: технологічна освіта, трудове навчання, здобувач освіти, етнодизайн, дизайн, автентичні традиції українського народу, декоративно-прикладна творчість.

Kudria Oksana. Project approach in teaching students of ethno-design education in the context of the national traditions of the Ukrainian people

The article is devoted to the issue of the use of the project approach in the education of students of ethnodesign education in the context of the national traditions of the Ukrainian people. The article analyzes the relevance of preserving the cultural heritage of Ukrainians, especially in the conditions of modern challenges. Attention is paid to the issues of integration of national traditions into the educational process, in particular through the implementation of a project approach, which contributes to the formation of national identity, patriotism and active citizenship among young people.

The main aspects of ethnodesign in the Ukrainian context are defined, in particular, the use of traditional ornaments, materials and techniques, as well as the color scheme, which reflect the cultural identity and historical heritage of the Ukrainian people. It is proven that the project approach, based on the integration of knowledge from various fields, helps to better understand and feel national traditions in the context of modern life, develops the creative abilities of young people and stimulates them to actively participate in cultural projects.

The article also notes the importance of cooperation in project activities, which contributes to the development of communication skills, critical thinking and independence of education seekers. It is noted that this approach

allows not only to get to know national traditions more deeply, but also to actively popularize them, which is an important element of preserving cultural heritage in the face of modern challenges.

The relevance of the development of new educational components "Authentic traditions of the Ukrainian people" and "Design in the context of national traditions of the Ukrainian people" focused on the preservation and popularization of national traditions is proven. Their meaningful content will contribute to the formation of a deep understanding of one's own cultural identity, patriotism and responsibility for the preservation of cultural heritage among young people. It was concluded that the integration of national traditions into modern educational practices not only helps to preserve unique cultural heritage, but also increases the motivation of education seekers to actively study and popularize Ukrainian culture in a global context.

Key words: *technological education, labor training, educational attainment, ethnodesign, design, authentic traditions of the Ukrainian people, decorative and applied creativity.*

Вступ. Навчання молодого покоління національним традиціям українського народу є надзвичайно актуальним у сучасному світі, оскільки це сприяє збереженню культурної ідентичності та розвитку національної свідомості. В умовах глобалізації та швидких змін у соціально-економічному середовищі важливо, щоб молодь мала чітке уявлення про свою культурну спадщину, традиції та історію. Це не лише допомагає зберегти унікальність української нації, але й формує основи для її подальшого розвитку [1].

Збереження культурної спадщини українцями в умовах війни є особливо актуальним і важливим завданням, яке потребує особливої уваги та зусиль. Війна, що триває на території України з 2022 року, не лише несе фізичну руйнацію та гуманітарні кризи, але й ставить під загрозу збереження надбань українського народу в сфері матеріальної та духовної культури. У цьому контексті збереження культурної спадщини набуває нового рівня значимості, оскільки вона є невід'ємною частиною національної ідентичності та історичної пам'яті, що дозволяє людям зберігати зв'язок із власним минулим і культурними коренями.

Автентичні традиції українського народу мають важливе значення для майбутніх поколінь. Вони служать не лише для ознайомлення з історією та культурою, але й для виховання патріотизму та поваги до власної історії. Під час війни, коли соціальні структури і освітні системи можуть бути порушені, збереження культурної спадщини стає критично важливим для забезпечення передачі знань і цінностей майбутнім поколінням. Збереження культурної спадщини допомагає протистояти спробам знищення культурної самобутності і підтримує моральний дух нації.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблематикою відродження й подальшого збереження культурної спадщини та формування почуття національної ідентичності, самосвідомості активно займалася в межах технологічної освіти наукова школа академіка Д. Тхоржевського на межі ХХ–ХХІ століть. Науковці, педагоги Л. Гриценко, Р. Захарченко, Н. Кардаш, Ю. Коломієць, В. Мусієнко, С. Павх, Л. Савка, А. Терещук, В. Титаренко та інші впроваджували в навчальний процес закладів освіти традиційні види декоративно-прикладної творчості та народні промисли, виховували на цій основі національно свідоме покоління українців. Наразі дана проблематика отримала новий поступ свого розвитку й відображена в працях Н. Бедь, Н. Вакуленко, Н. Дубик, О. Дубницької, А. Кісь, С. Мазуренко, К. Нечитайло. Проектний підхід у технологічній освіті висвітлювали С. Білевич, О. Коберник, С. Лісова, Т. Мачача, О. Рись, В. Сидоренко, Н. Симонович, А. Терещук, В. Трофімчук, А. Цина, О. Шурина, С. Ящук). Різні аспекти навчання здобувачів освіти етнодизайну розглядали М. Близнюк, Ю. Срібна, М. Курач, Н. Свиридюк. Огляд традиційного українського декоративно-прикладного мистецтва та його роль у формуванні особистості здійснювали у своїх працях Г. Бучківська, Л. Чистякова, Л. Оршанський, А. Кісь, Ю. Олінкевич, Л. Дякович, О. Сергієнко.

Метою статті є аналіз особливостей та висвітлення досвіду використання проектного підходу у навчанні здобувачів освіти етнодизайну в контексті національних традицій українського народу.

Матеріали та метод. При написанні статті були використані теоретичні методи, такі, як аналіз науково-педагогічних джерел, систематизація і узагальнення даних.

Результати. Знання національних традицій забезпечує глибше розуміння кожною особистістю власної культурної ідентичності. Традиції, обряди та звичаї є важливими складовими культурного спадку, які передаються з покоління в покоління і формують унікальний характер народу. Якщо молодь розуміє та цінує ці традиції, вона відчуває зв'язок з минулим і зберігає цей зв'язок на майбутнє.

Саме знання національних традицій допомагає підрастаючому поколінню краще розуміти соціальні та культурні контексти, в яких вони живуть. Це сприяє формуванню почуття гордості за свою країну та її досягнення, а також розвитку поваги до інших культур. Вивчення традицій українського народу також може виховувати почуття відповідальності за збереження культурних цінностей і активну участь у їх популяризації.

Потрібно відзначити, що національні традиції є джерелом моральних та етичних норм, які можуть допомогти молоді розвивати особистісні якості, такі як відповідальність, працелюбство, чесність і повага до інших. Традиційні обряди, свята зазвичай містять важливі уроки та цінності, які сприяють формуванню моральних якостей особистості. Суголосність наукової позиції Н. Бабенко визначається наступними словами: «Традиції, свята та обряди – це та висока поезія, без якої душа дитини не може повністю сформуватися, розкритися. У цьому й полягає особлива роль народних традицій, за допомогою яких значною мірою формується особистість. Це водночас є змістом, умовою і формою як національного, так і загальнолюдського виховання» [2, с. 63].

Крім того, навчання національним традиціям може позитивно вплинути на розвиток творчих здібностей молоді, адже традиційне мистецтво, зокрема – декоративно-ужиткове, народні ремесла є не лише частиною культурної спадщини, але й джерелом натхнення для творчого самовираження, що особливо проявляється в етнодизайні.

Етнодизайн, як важливий напрямок дизайну, ґрунтується на використанні національних традицій, культурних символів та елементів етнічної спадщини у створенні сучасних об'єктів та середовищ. У контексті національних традицій українського народу етнодизайн відіграє важливу роль у збереженні та популяризації культурної ідентичності, а також у формуванні унікального національного стилю, що відображає духовні та естетичні цінності українців.

Звернення до літературних джерел дозволило виділити основні аспекти етнодизайну в українському контексті [3; 4]:

1. Використання традиційних орнаментів і символів. Український етнодизайн часто включає елементи національного орнаменту, зокрема запозичений із вишивки, різьблення, ткацтва та кераміки. Ці орнаменти не тільки прикрашають предмети, але й мають глибоке символічне значення, відображаючи природні явища, космологічні уявлення та побутові традиції.

2. Матеріали та техніки. Традиційні українські матеріали, такі як льон, вовна, дерево та глина, широко використовуються в етнодизайні. Також важливу роль відіграють автентичні техніки обробки матеріалів, які передавалися з покоління в покоління.

3. Кольорова гама. Для українського етнодизайну характерна використання природних кольорів, таких як червоний, чорний, білий, зелений, що символізують різні аспекти життя та культури. Наприклад, червоний часто асоціюється з життєвою силою і любов'ю, а чорний – з землею та працею.

4. Функціональність та естетика. Етнодизайн поєднує в собі красу та практичність. Багато елементів етнічного дизайну мають не тільки декоративне, але й утилітарне значення, прикладом чого є вишиті рушники або декоровані гончарні вироби тощо.

5. Переосмислення традицій. Сучасний український етнодизайн часто включає переосмислення та адаптацію традиційних форм і мотивів до сучасних умов. Це може проявлятися

у створенні сучасного одягу з використанням традиційної вишивки або в дизайні інтер'єрів, що поєднують автентичні та сучасні елементи.

Науковою спільнотою (М. Близнюк, Г. Бучківська, Л. Оршинський, О. Пономаревська) відзначається, що етнодизайн в українському контексті є не тільки способом збереження культурної спадщини, але й платформою для творчих інтерпретацій національної ідентичності у сучасному світі. Він сприяє відродженню та популяризації української культури як в межах країни, так і на міжнародному рівні. Освітнями активно впроваджується практика етнодизайну в освітній процесі ЗО, що висвітлено у публікаціях В. Волоського [5], Л. Гриценко та Ю. Срібною [6], Л. Оршанського [4], О. Стрілець [7] та ін. Ми також приділяли увагу дослідженню проблематики навчання здобувачів освіти етнодизайну [8].

Звертаючись до питання впровадження проєктного підходу у навчанні здобувачів освіти етнодизайну саме в контексті національних традицій українського народу відзначимо, що проєктний підхід, будучи важливим елементом сучасної освіти, дозволяє передавати знання про культурні та історичні цінності України, формувати у молоді активну громадянську позицію та почуття національної ідентичності.

Проєктний підхід базується на інтеграції знань, що дає змогу глибше зрозуміти та відчувати національні традиції у контексті сучасного життя. У процесі роботи над проєктами студенти залучаються до дослідження історії, літератури, мистецтва, етнографії та інших сфер, що збагачують їхній світогляд та стимулюють творче мислення. Наприклад, розробка творчих проєктів із виготовлення виробів декоративно-прикладного мистецтва може включати вивчення традиційних конструкційних матеріалів, опанування автентичних технологій роботи з ними, дослідження традицій, пов'язаних із їх використанням у побуті українців, а проєктів на тему українських народних свят – вивчення обрядів, виготовлення традиційних костюмів, приготування святкових страв, вивчення фольклору тощо. Такий підхід сприяє набуттю теоретичних знань та формуванню практичних навичок, необхідних для збереження та популяризації національних традицій тощо [7; 8].

Важливою складовою проєктного підходу є співпраця: учасники працюють в групах, що сприяє розвитку комунікативних навичок, вміння працювати у команді, вирішувати конфлікти та приймати спільні рішення. Така організація навчального процесу дозволяє враховувати індивідуальні особливості кожного учасника проєкту, розкривати їхні таланти та здібності. Відповідно, здобувачі освіти стають не просто споживачами знань, а й активними учасниками навчального процесу, що значно підвищує їх мотивацію до навчання.

Інтеграція проєктного підходу в освітній процес, відповідно до досліджень науковців (О. Коберник [9], Л. Оршанський [10]) також сприяє розвитку критичного мислення та аналітичних навичок: молодь навчається аналізувати інформацію, порівнювати різні точки зору, робити власні висновки та презентувати результати своєї роботи. Це особливо важливо в сучасному інформаційному просторі, де вміння критично оцінювати отриману інформацію стає ключовою компетенцією.

Окрім того, проєктний підхід сприяє вихованню почуття відповідальності та самостійності: учасники проєкту самостійно планують свою роботу, розподіляють обов'язки, оцінюють свої можливості та ресурси. Вони вчаться ставити перед собою реальні цілі та досягати їх, що є важливою навичкою для успішної самореалізації у майбутньому.

Такий підхід ефективно стимулює молодь до активної участі в культурних проєктах різних рівнів, що пропагують та популяризують українську культурну спадщину, збереження якої під час війни є важливим актом опору і стійкості. Збереження традиції є свідченням здатності нації протистояти викликам і зберігати свою гідність навіть в найскладніших умовах. Це підкріплює моральний і психологічний ресурс суспільства, допомагає зберігати відчуття надії і єдності.

У контексті вищезазначеного цікавим був досвід участі студентів спеціальності 014.10 Середня освіта (трудове навчання та технології), що навчаються на факультеті технологій та дизайну Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка, у між-вузівському проєкті «Різдво Разом» [11]. Наприкінці грудня 2023 року студентська молодь з різних закладів вищої освіти України завітала до Полтави – до участі в заході долучилися студенти з Українського католицького університету (Львів), Волинського національного університету імені Лесі Українки (Луцьк), Університету митної справи та фінансів (Дніпро), Києво-Могилянської академії (Київ), а також ВСП «Економіко-правничий фаховий коледж ЗНУ» (Запоріжжя). Представники студентської ради факультету технологій та дизайну ознайомили гостей з діяльністю факультету, його творчими здобутками та представили експозицію музею народних промислів України. Аспіранткою Наталією Свиридюк, заслуженою майстринею народної творчості України, членкинею Національної спілки майстрів народного мистецтва України та Спілки дизайнерів України, було проведено інтерактивну лекцію на тему «Народна лялька: традиції та сучасність», представлено колекцію аутентичних ляльок, зібраних під час етнографічних експедицій у Полтавській області, та продемонстровано різні техніки виготовлення цих дитячих забавок.

В рамках заходу учасники мали можливість детально ознайомитися з вузловими ляльками, створеними студентами факультету за традиційною вузловою технологією. Майстриня також провела майстер-клас з традиційних способів зав'язування хусток, показавши, як ці головні убори слугували маркерами соціального статусу жінок у минулому. Студенти активно долучилися до цього колоритного дійства; подія стала джерелом натхнення для подальшого вивчення національної культури та розвитку нових творчих ініціатив, спрямованих на відродження українських традицій.

Результатом роботи у полі досліджуваної проблематики стала розробка змістового наповнення освітніх компонентів «Автентичні традиції українського народу» для підготовки здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти та «Дизайн в контексті національних традицій українського народу» другого (магістерського) рівня вищої освіти.

Освітній компонент «Автентичні традиції українського народу» охоплює вивчення історичного контексту національних обрядів, свят, народних звичаїв, а також практичні аспекти збереження традиційних видів декоративно-прикладної творчості, що дасть змогу зберегти автентичність традиційних виробів у сучасних проєктах.

Освітній компонент «Дизайн в контексті національних традицій українського народу» для магістратури акцентує на інтеграції традиційних мотивів з сучасними тенденціями у дизайні, розробці проєктів, що поєднують історичну спадщину з інноваційними підходами, відображають культурну унікальність українського народу у нових етнодизайнерських рішеннях.

Обидва курси передбачають активну співпрацю з майстрами народного мистецтва, відвідини етнографічних музеїв, участь у виставковій діяльності факультету технологій та дизайну, що дозволяє студентам оволодівати знаннями, глибше зануритися в практичне відтворення традиційних технік та технологій у нових мистецьких проєктах. Це сприяє формуванню глибокого розуміння культурних коренів та відповідального ставлення до використання культурної спадщини у своїй творчій діяльності.

Висновки. Таким чином, навчання молодого покоління національним традиціям є ключовим для збереження культурної ідентичності, розвитку соціальної відповідальності та моральних цінностей. Це сприяє формуванню покоління, яке буде гордитися своєю культурною спадщиною і активно брати участь у її збереженні та популяризації. В умовах сучасних викликів і глобалізації знання і цінування національних традицій є важливою складовою успішного та гармонійного розвитку суспільства.

Збереження української культурної спадщини в умовах війни є не лише питанням національної гордості, але і ключовим елементом для забезпечення майбутнього країни. Це завдання потребує зусиль на всіх рівнях – від державних структур і культурно-освітніх установ до простих громадян. Тільки спільними зусиллями можна забезпечити збереження культурної спадщини, що стане основою для подальшого відновлення і розвитку країни в мирний час.

Проектний підхід у навчанні здобувачів освіти національним традиціям українського народу є ефективним засобом виховання патріотизму, формування національної самосвідомості та розвитку ключових компетентностей, необхідних для успішного життя в сучасному суспільстві. Завдяки цьому підходу здобувачі освіти не тільки глибше пізнають історію та культуру свого народу, але й стають активними носіями та популяризаторами національних цінностей.

Подальші дослідження будуть зосереджені на можливостях інтеграції сучасних імерсивних технологій у процес навчання з метою його інтенсифікації за рахунок розробки інноваційних методик навчання етнодизайну в контексті національних традицій українського народу.

Література:

1. Афанасьєв Ю. Л. Етнодизайн у контексті націєтворення та глобалізації. Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку. *Наукові записки Рівненського державного гуманітарного університету*. 2013. Вип. 19. Т. 2. С. 143–147.
2. Бабенко Н. Б. Українські народні традиції, свята і обряди як прояви сімейної культури. *Вісник Національної академії керівних кадрів культури і мистецтв*. 2013. № 2. С. 62–67.
3. *Етнодизайн: Європейський вектор розвитку і національний контекст* : зб. наук. пр. / редкол.: гол. ред. М. І. Степаненко, упоряд. і відп. ред. Є. А. Антонович, В. П. Титаренко й ін. Полтава : ПНПУ ім. В. Г. Короленка, 2015. Кн. 2. 556 с.
4. Оршанський Л. Етнодизайн як інноваційний художньо-естетичний компонент технологічної освіти. *Молодь і ринок*. 2011. № 1. С. 38–41.
5. Волоський В. Етнодизайн-освіта у структурі професійної підготовки майбутніх учителів трудового навчання. *Етнодизайн у контексті українського національного відродження та європейської інтеграції*. Кн.2: зб. наук. праць. Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2019. С. 27–31. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15139>.
6. Гриценко Л., Срібна Ю. Особливості методики викладання освітніх компонентів художньо-дизайнерського спрямування майбутнім здобувачам вищої освіти. *Витоки педагогічної майстерності: журнал / Полтав. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка*. Полтава, 2022. Випуск 29. С. 97–106. <https://doi.org/10.33989/2075-146x.2022.29.264263>.
7. Стрілець О.В. До традицій етнодизайну: українська лялька-мотанка. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. Серія 14: Теорія і методика мистецької освіти: зб. наук. праць. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2013. Вип. 14 (19), Ч. 2. С. 244–247.
8. Кудря О. Особливості вивчення етнодизайну учнями на уроках трудового навчання. *Етнодизайн у контексті українського національного відродження та європейської інтеграції*. Кн. 3: зб. наук. праць. Полтава: ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2019. С. 457–458. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/handle/123456789/15431>.
9. Коберник О. М. Проективна технологія: можливості застосування в освіті. *Педагогіка вищої та середньої школи*. Кривий Ріг, 2012. Вип. 36. С. 15–18.
10. Оршанський Л. В. Метод проектів у системі підготовки сучасного вчителя трудового навчання. *Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини*, 2010. № 3, С. 124–133.
11. Студентська молодь у рамках проекту «Різдво Разом» завітала на факультет технологій та дизайну. URL: <http://pnpu.edu.ua/news/studentska-molod-u-ramkah-proyektu-rizdvo-razom-zavitala-na-fakultet-tehnologij-ta-dyzajnu.html>.

References:

1. Afanasiev, Yu.L. (2013). Etnodyzain u konteksti natsiietvorennia ta hlobalizatsii. Ukrainiska kultura: mynule, suchasne, shliakhy rozvytku [Ethnodesign in the context of nation-building and globalization. Ukrainian culture: past, present, ways of development]. *Naukovi zapysky Rivnenskoho derzhavnoho humanitarnoho universytetu*. 19 (2), 143–147 [in Ukrainian].

2. Babenko, N.B. (2013). Ukrainiski narodni tradytsii, sviata ta obriady yak proiavy simeinoi kultury [Ukrainian folk traditions, holidays and rituals as manifestations of family culture]. *Visnyk Natsionalnoi akademii kerivnykh kadriv kultury i mystetstv*, 2, P. 62–67 [in Ukrainian].
3. Stepanenko, M.I., Antonovych, Y.EA., & Tytarenko, V.P. (Ed.) (2015). *Etnodyzayn: Yevropeyskyi vektor rozvytku i natsionalnyi kontekst [Ethnodesign: European vector of development and national context]*: zb. nauk. pr. (Kn. 2.). Poltava : PNPU im. V. H. Korolenka [in Ukrainian].
4. Orshanskyi, L. (2011). Etnodyzain yak innovatsiinyi khudozhno-estetychnyi komponent tekhnolohichnoi osvity [Ethnodizayn as an innovative artistic and aesthetic component of technological education]. *Molod i rynek*. 1, P. 38–41 [in Ukrainian].
5. Voloskyi, V. (2019). Etnodyzain-osvita u strukturi pro-fesiinoi pidhotovky maibutnikh uchyteliv trudovoho navchannia [Ethnodesign-education in the structure of professional training of future teachers of labor education]. *Ethnodesign in the context of Ukrainian national revival and European integration*. Book 2: coll. of science works, P. 27–31 [in Ukrainian].
6. Hrytsenko, L., & Sribna, Yu. (2022). Osoblyvosti metodyky vykladannia osvitnikh komponentiv khudozhno-dyzainerskoho spriamuvannia maibutnim zdobuvacham vyshchoi osvity [Peculiarities of the methodology of teaching educational components of art and design to future students of higher education]. *Vytoky pedahohichnoi maisternosti: zhurnal / Poltav. nats. ped. un-t imeni V. H. Korolenka*. Poltava. 29, P. 97–106 [in Ukrainian].
7. Strilets, O. (2013). Do tradytsii etnodyzainu: ukrainska lialka-motanka [To the traditions of ethnodesign: the Ukrainian motanka doll]. *Scientific journal of the National Pedagogical University named after M.P. Drahomanova*. Publishing house NPU imeni M.P. Drahomanova. 14(19). P. 244–247 [in Ukrainian].
8. Kudria, O. (2019). Osoblyvosti vyvchennia etnodyzainuuchniamy na urokakh trudovoho navchannia [Peculiarities of study of ethnodesign by students in labor training classes]. *Ethnodesign in the context of Ukrainian national revival and European integration*. Book 3: coll. of science works. P. 457–458 [in Ukrainian].
9. Kobernyk, O.M. (2012). Proektyvna tekhnolohiia: mozhlyvosti zastosuvannia v osviti [Projective technology: possibilities of application in education]. *Pedahohika vyshchoi ta serednoi shkoly*. Kryvyi Rih, 36, P. 15–18 [in Ukrainian].
10. Orshanskyi, L.V. (2010). Metod proektiv u systemi pidhotovky suchasnoho vchytelia trudovoho navchannia [The method of projects in the system of training a modern teacher of labor education]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnogo pedahohichnoho universytetu imeni Pavla Tychyny*. 3, P. 124–133 [in Ukrainian].
11. Studentska molod u ramkakh proiektu «Rizdvo Razom» zavitala na fakultet tekhnolohii ta dizainu [Student youth visited the Faculty of Technology and Design as part of the "Christmas Together" project]. Retrieved from: <http://pnpu.edu.ua/news/studentska-molod-u-ramkah-proiektu-rizdvo-razom-zavitala-na-fakultet-tehnologij-ta-dyzajnu.html> [in Ukrainian].

УДК 378.5:004.67

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-12>

ДО ПИТАННЯ ВИБОРУ ВІЛЬНОПОШИРЮВАНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДАНИХ У ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Лупан Ірина Володимирівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики, програмування, штучного інтелекту та технологічної освіти
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-4791-0445

Підгорна Тетяна Володимирівна,

доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем
Державного торговельно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0002-1414-3489

Інтелектуальний аналіз даних (ІАД) є одним з найважливіших напрямів у розвитку інформаційних технологій, тому дисципліни, пов'язані з ІАД, включено в освітній стандарт підготовки фахівців у галузі комп'ютерних наук. Однак вибір програмних засобів для навчання залишається актуальним, оскільки, з одного боку, засоби, які зазвичай використовують у практичній діяльності підприємств, великих ІТ компаній, агенцій, що спеціалізуються на аналізі даних, є пропрієтарними і досить дорогими, а з іншого боку – у майбутніх фахівців повинні бути сформовані знання і навички щодо застосування основних методів та алгоритмів аналізу даних, особливостей підготовки даних до того чи іншого виду аналізу, форматів представлення результатів аналізу та уміння інтерпретувати отримані результати. У такому разі для навчальних цілей цілком прийнятним буде використання безкоштовних засобів за умови відповідності їхніх функціональних можливостей навчальним цілям дисципліни. У статті досліджуються види програмного забезпечення – таблицні процесори, спеціалізовані пакети та мови програмування – на предмет придатності до використання під час навчання аналізу даних. У статті наведено порівняння функціонала деяких з вказаних засобів; наведено приклади їх використання під час аналізу, зокрема кластерного, за допомогою RapidMiner, KNIME, Orange, JASP, R. Зроблено висновок про можливість використання вільнопоширюваного програмного забезпечення за умови відповідності його функціонала цілям освітнього процесу та наведено результати педагогічного експерименту, в якому було доведено, що якість засвоєння навчального матеріалу не залежить від того, який програмний засіб застосовано в процесі вивчення дисципліни. Однак, добираючи програмні засоби, доцільно враховувати їхню вартість та функціонал (охоплення методів аналізу, засоби візуалізації, якість отримуваних результатів тощо).

Ключові слова: інтелектуальний аналіз даних, пакети аналізу даних, вільнопоширюване програмне забезпечення, кластерний аналіз, підготовка фахівців.

Lupan Iryna, Pidhorna Tetiana. To the Question of Choosing Free Tools to Study Data Mining Courses in Higher Education Institutions

Data Mining (DM) is one of the most important areas in the development of information technologies, so disciplines related to DM are included into the educational standard for the specialists in the field of computer sciences. However, the choice of training software are relevant, because, on the one hand, tools that are commonly used in the practical activity of enterprises, large IT companies, agencies specializing on data analysis are proprietary and quite expensive. On the other hand, the future specialists should be formed knowledge and skills in the use of basic methods and algorithms of data analysis, features of data preparation for the different types of analysis, formats for presenting the results of the analysis and the ability to interpret the results. In this case, the usage of free means will be quite acceptable for the educational purposes, provided that their functionality complianes with the objectives of the discipline. The article examines such types of software as spreadsheet programs, specialized packages and

programming languages - for the usage of data analysis during the training. At the article some of these tools were compared. Examples of using SPSS, RapidMiner, Knime, Orange, Jasp and R for cluster analysis were given. However, the results of the pedagogical experiment show that the quality of learning of educational material does not depend on which software were used during studying the discipline. Therefore, when choosing software, it is advisable to evaluate their cost and functionality (coverage of methods of data mining, visualization tools, quality of results, etc.). A conclusion about the possibility of using free software if its functionality matches the objectives of the learning was made.

Key words: *data mining; analytical packages; free software; cluster analysis, training of specialists.*

Вступ. Інтелектуальний аналіз даних як сучасна концепція аналізу різноманітних інформаційних матеріалів з використанням як можливостей людського інтелекту, так і засобів сучасних інформаційних технологій та реалізованих з їх використанням методів пошуку латентних закономірностей, прихованих у наявних даних, набуває все більшого розвитку і значення, особливо із збільшеннями обсягів накопичуваних даних. Відповідно зростає потреба у фахівцях, здатних здійснювати кваліфікований аналіз даних з використанням цих методів, розробляти програмне забезпечення для автоматизації цього процесу, удосконалювати існуючі аналітичні процедури та розробляти нові методи та підходи до аналізу даних.

У зв'язку з цим у редакції стандарту вищої освіти, прийнятого у 2019 році [1], «здатність до інтелектуального аналізу даних» визначено як одну з ключових фахових компетентностей для бакалаврів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Методи інтелектуального аналізу даних широко використовують у найрізноманітніших галузях людської діяльності: економіці, банківській справі, телекомунікаціях, автомобілебудуванні, авіаперевезеннях, молекулярній генетиці та генній інженерії, прикладній хімії, біоінформатиці, медицині, освіті [2; 3] та інших.

У згаданому вище стандарті здатність до інтелектуального аналізу даних передбачає «знання методів аналітичної обробки ... для задач класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил», а також «використання програмних інструментів підтримки аналізу даних», «використання технологій DataMining, TextMining, WebMining для інтелектуального аналізу даних» [1]. В оглядах [4–11] найбільш часто використовуваними засобами інтелектуального аналізу даних (Data Mining) називають RapidMiner, IBM SPSS Modeler, Weka, KNIME, Orange, Apache Mahout, SAS Enterprise Mining. Проблема полягає у тому, щоб обрати для навчання засоби, функціонал яких забезпечує опанування визначених стандартом знань та умінь, але таких, що не вимагають складної та матеріальновитратної процедури ліцензування (як слушно зазначають О.А. Журан та К.В. Донченко [12], більшість з перелічених засобів є досить дорогими, а отже недоступними для закладів освіти). Ще одним міркуванням є можливість використання обраних засобів для навчання як в очному, так і у дистанційному або змішаному форматі: при цьому доведеться відмовитися від засобів, використання яких не передбачає індивідуальних дозволів для студентів навіть тих навчальних закладів, які мають ліцензійну угоду з правовласниками даного програмного забезпечення, та враховувати можливість студентів на встановлення і використання необхідного програмного забезпечення у домашніх умовах.

Недостатньо досліджені також питання пов'язані із вибором типу програмного забезпечення (табличні процесори, пакети спеціального призначення, мови програмування), яке доцільно використовувати в освітньому процесі під час вивчення інтелектуального аналізу даних.

Метою даної роботи є дослідження функціоналу вільнопоширюваного програмного забезпечення інтелектуального аналізу даних з погляду його відповідності цілям освітнього процесу та підтвердження гіпотези про те, що вибір засобів аналізу даних не впливає на рівень опанування навчального матеріалу (на прикладі застосування процедур кластерного аналізу за допомогою пакета KNIME та мови R).

Аналіз досліджень і публікацій. Під час виконання дослідження було здійснено аналіз наукових публікацій і навчальних програм з відповідних курсів, виконано порівняльний аналіз функціоналу програмного забезпечення з аналізу даних, проведено педагогічний експеримент.

Також було проведено анкетування серед фахівців, які вивчали аналіз даних та так чи інакше застосовують методи аналізу даних у професійній діяльності. На жаль, вибірка опитаних виявилася нерепрезентативною (до опитування долучилися тільки 17 осіб), оскільки таких фахівців небагато і вони розпорошені за різними компаніями та установами. Однак проведене опитування можна розглядати як пілотне для вивчення поставленої проблеми. Можна було розширити вибірку за рахунок долучення викладачів ЗВО, проте вони не становлять цільову аудиторію для нашого дослідження.

Отже, в анкетуванні взяли участь працівники ІТ-компаній (47% опитаних), а також економісти, фінансисти, співробітники управління статистики тощо з різним досвідом роботи та стажем (від одного до 20 років). Частина з них вивчала аналіз даних в університеті. Серед засобів аналізу даних, які найчастіше доводиться використовувати у професійній діяльності, назвали MS Excel (88%), SPSS (29%), Python (35%), R (29%) – можна було вказати декілька засобів. Окремі опитані вказали такі засоби як Google Spreadsheets, 1C, Statistica, KNIME, JASP, MatLab, SQL.

Аналіз навчальних програм і силабусів з курсу інтелектуального аналізу даних показав, що при викладанні цієї дисципліни у закладах вищої освіти існують різні варіанти використання програмного забезпечення. Так у Запорізькому національному університеті (Україна) та Università di Bologna (Італія) використовують табличні процесори, у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (Україна), Західноукраїнському національному університеті (Україна) орієнтуються на прикладні пакети, у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (Україна) та у курсі на платформі Prometheus – на мови програмування; а у Державному вищому навчальному закладу «Ужгородський національний університет» (Україна) та курсах на платформі UdeMy – використовують їх комбінації.

У посібниках [13–14] наведено наш досвід використання у навчанні різноманітних програмних засобів аналізу даних. У посібнику [13] розглянуто базовий функціонал та особливості застосування пакетів MS Excel, SPSS та Statistica. Перевагами пакета MS Excel є його поширеність та обізнаність більшості потенційних користувачів з основами роботи. Пакет і досі залишається одним з основних інструментів економічного аналізу [15], що підтверджується і нашим опитуванням, однак його базовий функціонал не забезпечує виконання таких важливих процедур інтелектуального аналізу даних як, наприклад, кластерний, факторний та дискримінантний аналіз. Для вивчення цих методів необхідно додатково встановлювати розширення, що потребує витрат на ліцензування. Однак, знати межі застосування MS Excel та максимально його використовувати принаймні для статистичного аналізу буде корисно для тих, хто працює з даними. Такі ж міркування можна навести і стосовно Google Spreadsheets та Libre Office Calc: це пакети безкоштовні, але їхній функціонал на здійснення більшості процедур інтелектуального аналізу даних не налаштований.

Пакети SPSS та Statistica це статистичні пакети, за інтерфейсом трохи схожі на розглянуті вище засоби опрацювання електронних таблиць, що полегшує деяким користувачам опанування особливостей роботи з ними, крім того IBM SPSS Modeler називають як один з найпопулярніших засобів аналізу даних. Однак для використання цих пакетів потрібно отримати ліцензію, що може бути занадто дорогим задоволенням для навчального закладу (а от установи, в яких доведеться працювати майбутнім фахівцям, такі ліцензії можуть мати). Академічну ліцензію на SPSS слід підтверджувати щороку, а персональна студентська ліцензія (Campus License) на теренах нашої країни не діє. Для ознайомлення з базовим функціоналом IBM SPSS Inc. можна

скористатися 30-денною версією, проте це не дуже зручно в умовах освітнього процесу.

У посібнику [14] запропоновано використовувати у навчанні пакети RapidMiner [16] або KNIME [17]. Це спеціалізовані пакети аналізу даних, що мають схожий інтерфейс, який істотно відрізняється від інтерфейсів вище згаданих програмних засобів. Весь процес аналізу, починаючи з процедур очищення та перетворення початкових даних, формується з окремих вузлів, які можна налаштувати за потребами користувача. Однак, починаючи з деякого часу, особливо коли після придбання RapidMiner компанією Altair (Nasdaq: ALTR) у березні 2023 року пакети аналітики даних і штучного інтелекту були об'єднані в одну платформу, для користування пакетом Altair RapidMiner потрібно отримати ліцензію. Втім умови для студентів досить вигідні: для використання у некомерційних цілях можна отримати річну безкоштовну ліцензію з можливістю поновлення. Пакет KNIME поки залишається безкоштовним, що робить його більш привабливим. Однак в процесі викладання з'ясувалося, що незважаючи на велику кількість прикладів, які надаються користувачу, пакет недостатньо документований.

На наш погляд привабливими для освітнього процесу є менш популярні поки що але безкоштовні пакети Orange Data Mining [18] та Jasp [19].

Аналітична система Orange Data Mining – це програма з відкритим вихідним кодом для машинного навчання, інтелектуального аналізу та візуалізації даних з великим набором функцій, яка розробляється Лабораторією біоінформатики Люблянського університету. У програмному забезпеченні Orange Data Mining застосовується візуальне програмування, в рамках якого аналітичні процедури створюються шляхом зв'язування вбудованих або розроблених користувачем блоків (віджетів), що дуже нагадує створення процесу виконання у Rapid Miner або у KNIME. Крім того, розробники зазначають, що досвідчені користувачі можуть використовувати Orange Data Mining як програмну бібліотеку Python для маніпулювання даними та створення нових віджетів.

JASP (розшифровується як Jeffreys's Amazing Statistics Program на знак визнання піонера байєсівських висновків сера Гарольда Джеффріса) – це безкоштовна програма з відкритим кодом для статистичного аналізу, яка підтримується Амстердамським університетом. Пакет забезпечує простий інтерфейс, інтуїтивно зрозумілий аналіз з обчисленнями в реальному часі та відображення всіх результатів у форматі, знайомому користувачам SPSS. Він пропонує стандартні процедури аналізу як у класичній, так і у байєсівській формі. Перелік аналітичних процедур, реалізованих на даний час, наведено на сторінці <https://jasp-stats.org/features/>. JASP читає зокрема формати .csv, .txt, .ods, .dta, .sav, .por, .jasp, а таблиці можна експортувати з JASP у формат LaTeX. Пакет супроводжується наборами даних і методичними посібниками, його вже використовують викладачі 292 університетів з 67 різних країн.

Безумовно, для майбутніх професійних програмістів можливо більш звичними засобами будуть мови програмування Python або R: обидві мови мають велику кількість бібліотек, завдяки чому охоплюють надзвичайно широкий спектр методів аналізу даних; обидві є безкоштовними у використанні; обидві мають розвинені засоби редагування та дозволяють виконувати аналіз у режимі інтерпретації, тобто процес опрацювання даних можна здійснювати покроково і переглядати результати виконання окремих кроків. Тим не менше, на нашу думку, при вивченні дисципліни «Інтелектуальний аналіз даних» важливо звертати увагу студентів саме на її аналітичний аспект: на вимоги до подання вхідних даних, на особливості представлення результатів різних методів аналізу, на інтерпретацію отриманих результатів тощо.

Результати. Розглянемо особливості та результати виконання кластерного аналізу з використанням різного інструментарію на невеликому наборі даних, отриманих у психологічному тестуванні (табл. 1). Тут значення від 0 до 4 балів означають низький, а 5–8 балів – помірний рівень вираженості якості, тобто в цілому адаптивну поведінку. Бали 9–12 – високий рівень, а бали 13–16 – поведінку екстремальну до патології.

Таблиця 1

Приклад масиву даних для кластерного аналізу

код	лідерство	впевненість	вимогливість	скептицизм	поступливість	довірливість	добросердя	чуйність
1	2	2	3	3	10	10	8	7
2	15	9	8	8	8	7	13	11
3	9	5	9	9	8	3	9	4
4	5	5	9	9	3	9	8	4
5	8	6	10	10	7	7	9	7
6	1	4	2	2	9	7	8	9
7	7	4	5	15	15	14	12	12
8	10	10	10	10	15	13	14	14
9	11	7	9	9	7	6	8	6
10	11	4	9	9	9	8	9	10
11	10	8	8	8	9	11	11	12
12	6	2	8	8	8	9	12	9
13	11	9	6	6	5	5	10	4
14	4	5	4	4	9	10	10	9

Виконання кластерного аналізу з використанням пакета SPSS детально розглянуто нами у посібнику [13]. Процедура виконання кластерного аналізу у пакетах Rapid Miner та KNIME розглянуто у посібнику [14]. Також у цитованих посібниках розглядаються особливості виконання за допомогою вказаних програмних засобів дискримінантного та факторного аналізу, процедур описової статистики тощо. У посібнику [14] крім того розглянуто порядок здійснення аналізу асоціативних правил засобами пакетів Rapid Miner та KNIME. Тож розглянемо процедури виконання кластерного аналізу за допомогою пакетів JASP, OrangeDataMining та мови R.

Кластерний аналіз в JASP.

Для виконання у пакеті JASP збережемо дані табл. 1 у форматі .ods або .csv. Інколи типи змінних (числовий, порядковий, номінальний) розпізнаються неправильно, але це легко виправити після завантаження у JASP. Далі потрібно лише вибрати бажаний вид аналізу з верхнього меню та виконати налаштування. Якщо у базовому меню потрібний вид аналізу відсутній, слід пошукати його у меню додаткових модулів.

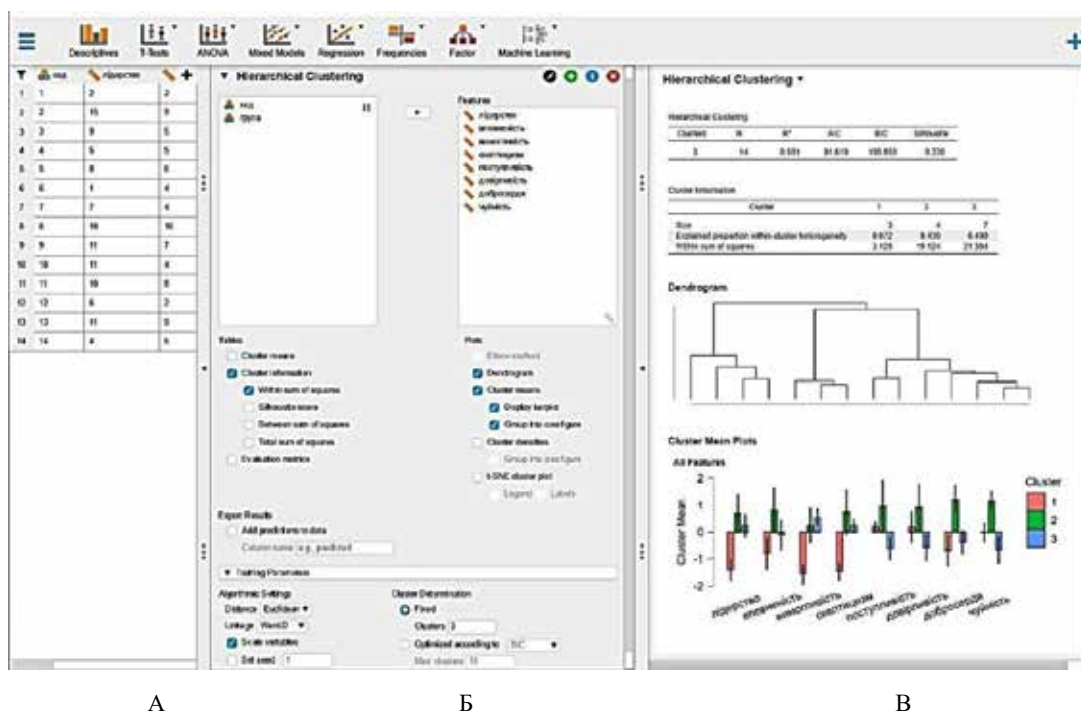


Рис. 1. Налаштування та результати виконання кластерного аналізу (JASP)

На рисунку 1 показано, що на екран можна виводити по чергово або одночасно у різних комбінаціях таблицю з даними (А), панель налаштування параметрів методу (Б) або звіт з результатами аналізу (В).

Кожен елемент звіту, або увесь звіт, можна скопіювати та вставити у текстовий документ, причому текстові елементи (заголовки блоків, таблиці) можна буде формувати. Для графічних об'єктів є можливість змінювати деякі параметри у JASP.

Кластерний аналіз в Orange Data Mining.

Для виконання кластерного аналізу в Orange вихідні дані були збережені у форматі CSV (без заголовків стовпців). Далі, за допомогою вбудованих віджетів було створено схему виконання обчислень, як показано на рис. 2.

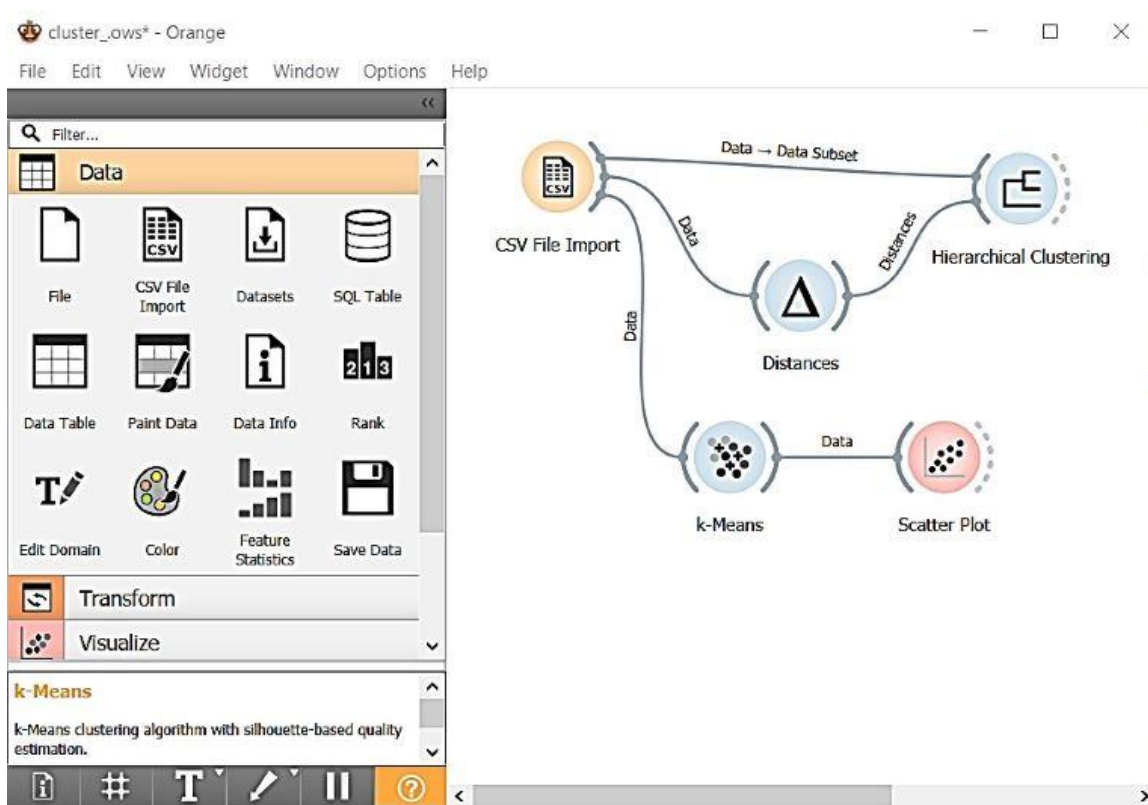


Рис. 2. Налаштування потоку виконання кластерного аналізу (Orange)

Всі віджети налаштовуються за потребами користувача: для даних можна встановити тип

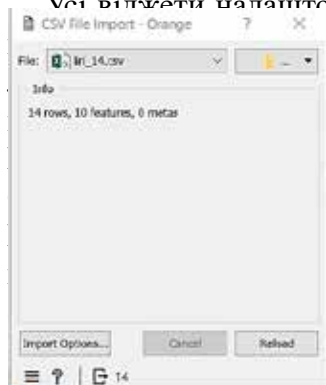


Рис. 3. Налаштування віджета CSV File Import

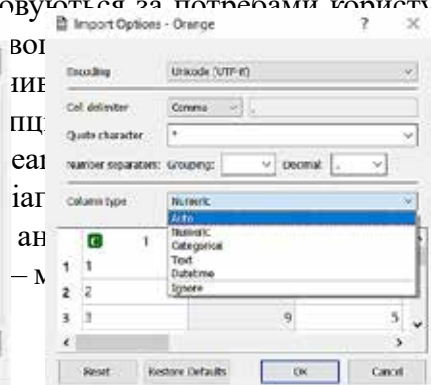


Рис. 4. Налаштування типу змінної

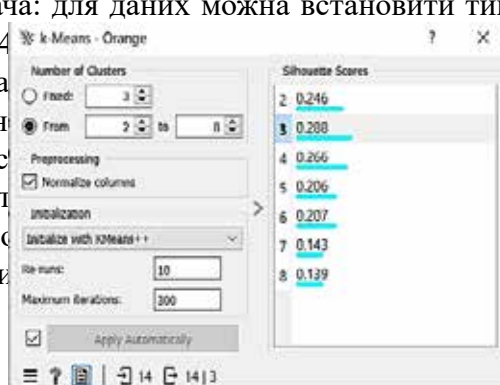


Рис. 5. Визначення кількості кластерів за методом силуету

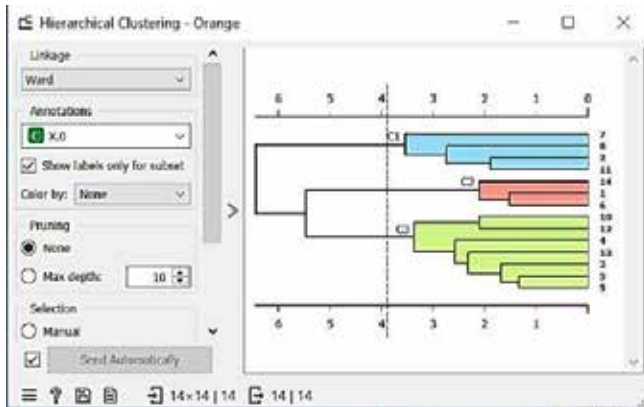


Рис. 6. Дендрограма

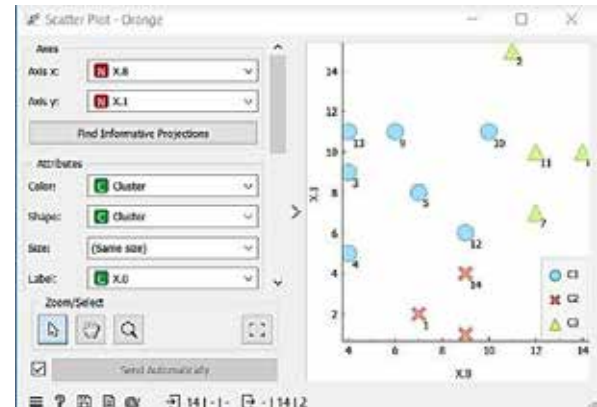


Рис. 7. Діаграма розсіювання

Як видно з рисунків, засоби візуалізації в Orange досить наочні – наприклад, кластери на дендрограмі виділяються кольором, крім того їхню кількість можна варіювати, переміщуючи вертикальну пунктирну лінію; процес побудови схеми виконання аналізу не складний, якщо орієнтуєшся в методах. Звичайно, щоб максимально використовувати інструментарій пакета, потрібно з ним більше попрацювати, але навіть з першого погляду враження позитивне. До того ж на сайті представлено велику кількість навчального відео, є документація, блог, приклади застосування тощо.

Виконання кластерного аналізу засобами R

Для виконання аналізу засобами мови R у середовищі RStudio спочатку необхідно створити фрейм даних. Щоб скористатися даними, які зберігаються у форматі CSV, слід виконати функцію read.csv(). Щоб не прописувати щоразу шлях до файлу, краще на початку роботи налаштувати робочу папку за допомогою функції setwd(). Нехай, наприклад, файл з даними розміщено у папці d:\R_examples:

```
> setwd('d:\\R_examples') # налаштування робочої папки
> dir() # перегляд вмісту поточної папки
> liri<-read.csv(file="liri_14.csv", header=TRUE, sep=";", dec=".", row.names="id") # створення фрейма даних liri з файла з використанням існуючих заголовків стовпців для іменування змінних, а значень стовця «id» для іменування рядків, тобто об'єктів. Як розділовий знак вказано кому.
```

Далі можна переконатись у створенні фрейма, переглянувши перші рядки:

```
> head(liri)
  var1 var2 var3 var4 var5 var6 var7 var8
s_1  2   2   3   3  10  10   8   7
s_2 15   9   8   8   8   7  13  11
s_3  9   5   9   9   8   3   9   4
s_4  5   5   9   9   3   9   8   4
s_5  8   6  10  10   7   7   9   7
s_6  1   4   2   2   9   7   8   9
```

В мові R для кластеризації методом k-середніх застосовують функцію kmeans з пакета stats:

```
kmeans(x, centers, iter.max = 10, nstart = 1, algorithm = c("Hartigan-Wong", "Lloyd", "Forgy", "MacQueen"), trace=FALSE)
```

де, згідно до формату використання,

x – матриця даних (фрейм), кожен рядок якої є вектором ознак чергового об'єкта спостереження;

centers – кількість кластерів k або набір початкових центрів кластерів. Якщо набір початкових центрів не задано, то обирають k випадкових об'єктів спостереження.

Решта параметрів необов'язкова, детальний опис функції наводиться у довідці.

Доступ до сформованих значень можна отримати шляхом запису їхньої назви в подвійних квадратних дужках справа від змінної, яка містить модель, або через знак долара. Наприклад, «a[["cluster"]]» або «a\$cluster». Оптимальна кількість кластерів можна визначити так:

```
> c1 <- 0 # ініціалізація першого значення вектора c1
> for (i in 1:13) c1[i] <- sum(kmeans(liri, centers=i)$withinss) # обчислення
суми внутрішньокластерних сум квадратів (kmeans$withinss) для різної кількості
кластерів – визначення ординат точок майбутнього графіка
> plot(1:13, c1, type="b", xlab="Кількість кластерів", ylab="Сума квадратів
відстаней всередині кластерів") # побудова графіка
```

Оптимальну кількість кластерів визначають за точкою перегину графіка (рис. 8). У даному випадку малопомітний перегин відповідає трьом кластерам (пригадаємо, що Orange також дає найбільшу оцінку силуета саме для трьох кластерів).

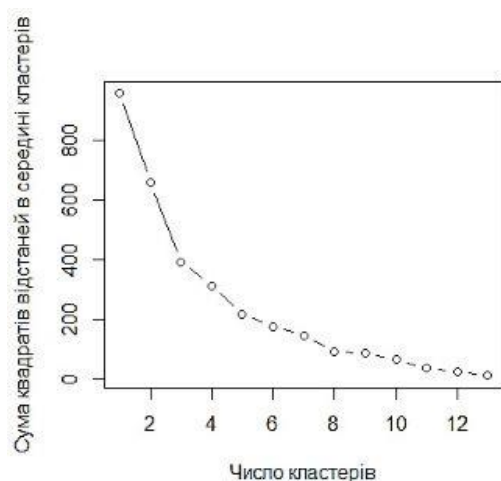


Рис. 8. Графік для визначення оптимальної кількості кластерів

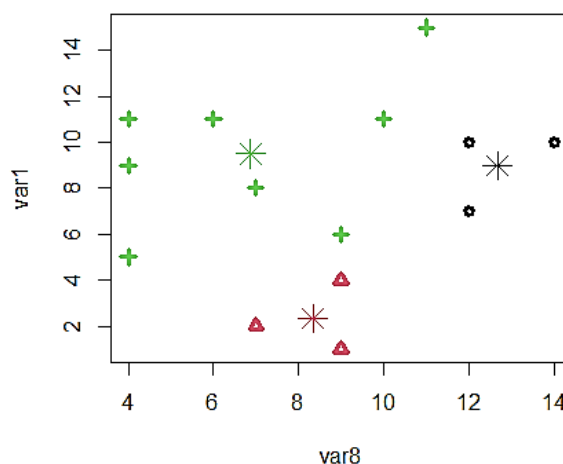


Рис. 9. Діаграма розсіювання

Тепер виконаємо кластерний аналіз методом k -середніх для 3-х кластерів за допомогою функції `kmeans`:

```
> km <- kmeans(liri, 3)
```

Щоб переконатися у результатах аналізу визначимо середні значення усіх аналізованих параметрів у кожному з кластерів:

```
> aggregate(liri, by=list(km$cluster), FUN=mean)
```

	Group.1	var1	var2	var3	var4	var5	var6	var7	var8
1	1	9.000	7.333	7.667	11.0	13.000	12.667	12.333	12.667
2	2	2.333	3.667	3.000	3.0	9.333	9.00	8.667	8.333
3	3	9.500	5.875	8.500	8.5	6.875	6.750	9.750	6.875

З отриманої таблиці видно різницю між записами в різних кластерах. Тепер зафіксуємо приналежність до кластера для кожного об'єкта, додавши стовпець до фрейма:

```
> liri <- data.frame(liri, km$cluster)
```

Відтак набір даних матиме такий вигляд:

```
> head(liri)
  var1 var2 var3 var4 var5 var6 var7 var8 km.cluster
s_1  2   2   3   3  10  10   8   7   2
s_2 15   9   8   8   8   7  13  11   3
s_3   9   5   9   9   8   3   9   4   3
s_4   5   5   9   9   3   9   8   4   3
s_5   8   6  10  10   7   7   9   7   3
s_6   1   4   2   2   9   7   8   9   2
```

Побудуємо графіки парного співвідношення двох характеристик (наприклад, першої та восьмої, як у випадку з Orange). Приналежність до кластерів на графіку відображена кольором (col), формою (pch) та товщиною контура маркерів (lwd), а центри кластерів буде позначено сніжинками (рис. 9):

```
> op <- par(mfrow = c(1,2))
> plot(liri[c("var8", "var1")], pch=km$cluster, col=km$cluster, lwd=3)
> points(km$centers[,c("var8", "var1")], col=1:3, pch=8, cex=2)
```

За допомогою бібліотеки cluster можна побудувати типовий графік для кластерного аналізу. Заштриховані області різного кольору – це поля параметрів об'єктів, які відносяться до різних кластерів (рис. 10).

```
> library(cluster)
> clusplot(liri, km$cluster, color=TRUE, shade=TRUE, labels=2, lines=0)
```

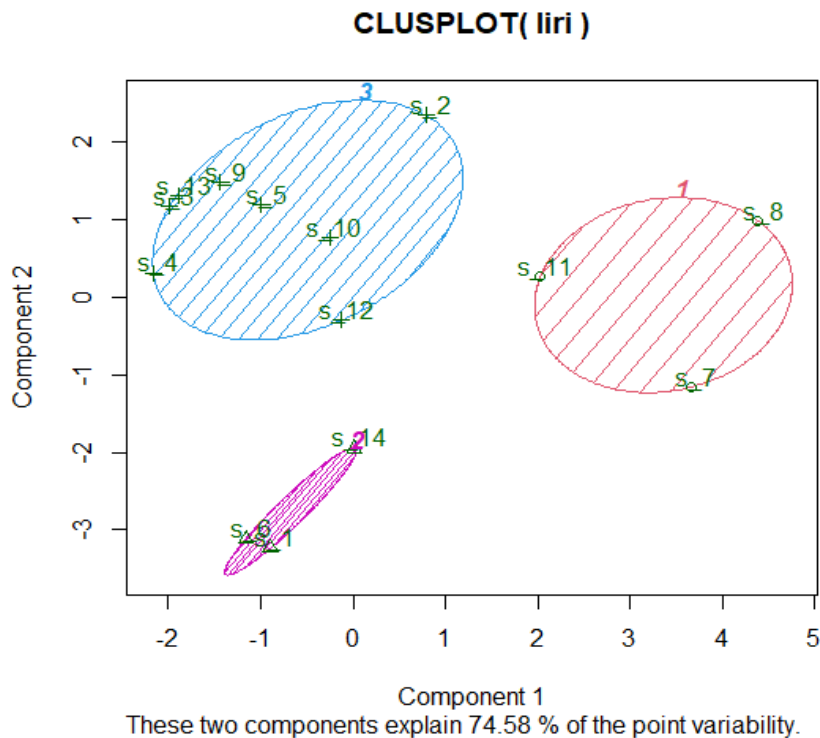


Рис. 10. Діаграма розсіювання із заштрихованими областями

Для проведення ієрархічної кластеризації в R можна застосувати, наприклад, функцію `hclust(d, method = "complete")`,

де:

d – матриця відстаней, отримана за допомогою функції `dist()` чи іншим способом;

method – метод агломерації, що визначається одним із значень “ward.D”, “ward.D2”, “single”, “complete”, “average”, “mcquitty”, “median” або “centroid”;

Виконаємо ієрархічний кластерний аналіз для набору даних `liri`:

```
library(cluster)
```

```
d <- dist(scale(liri), method = "euclidean")
```

```
par(mfrow = c(4, 1)) #об'єднання чотирьох наступних графіків в одне вікно
```

```
par(mar=c(1,1,1,1)) # поля
```

```
# Параметр hang=-1 вирівнює мітки
```

```
plot(hclust(d, method = "average" ), cex = 0.7, hang = -1)
```

```
plot(hclust(d, method = "single" ), cex = 0.7)
```

```
res.hc <- hclust(d, method = "complete" )
```

```
grp <- cutree(res.hc, k = 4) #Розрізання дерева на 4 групи
```

```
plot(res.hc, cex = 0.7)
```

```
rect.hclust(res.hc, k = 4, border = 2:5)
```

```
hcd <- as.dendrogram(hclust(d, method = "ward.D2" ))
```

```
nodePar <- list(lab.cex = 0.7, pch = c(NA, 19), cex = 0.7, col = "blue")
```

```
plot(hcd, xlab = "Height", nodePar = nodePar, horiz = TRUE, edgePar = list(col = 2:3, lwd = 2:1))
```

В результаті виконання наведеного скрипта отримаємо такі графіки, як показано на рис. 11 та рис. 12, хоча будувати усі не обов'язково.

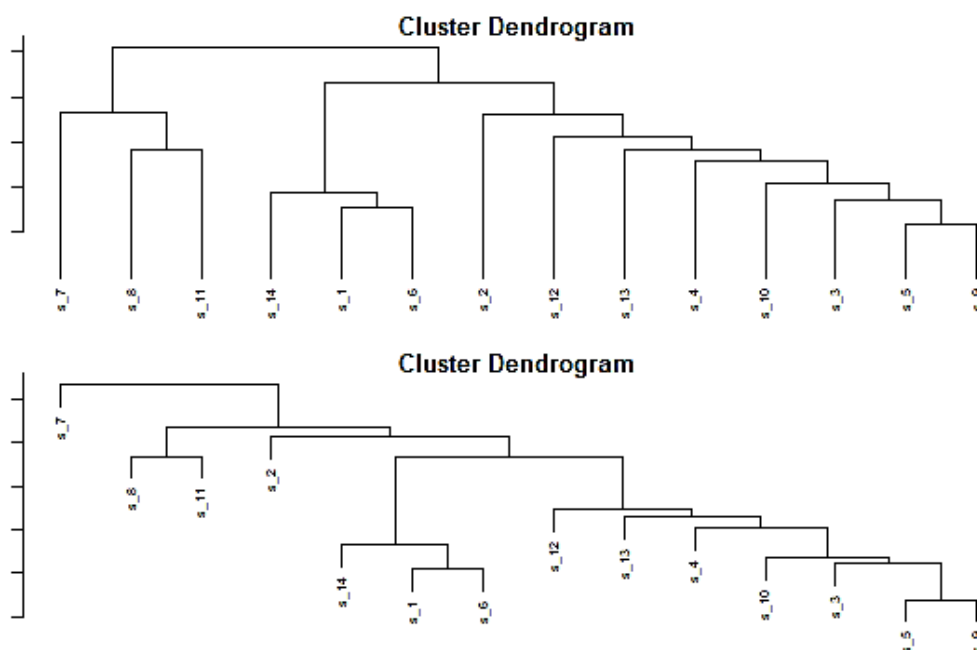


Рис. 11. Дендрограми

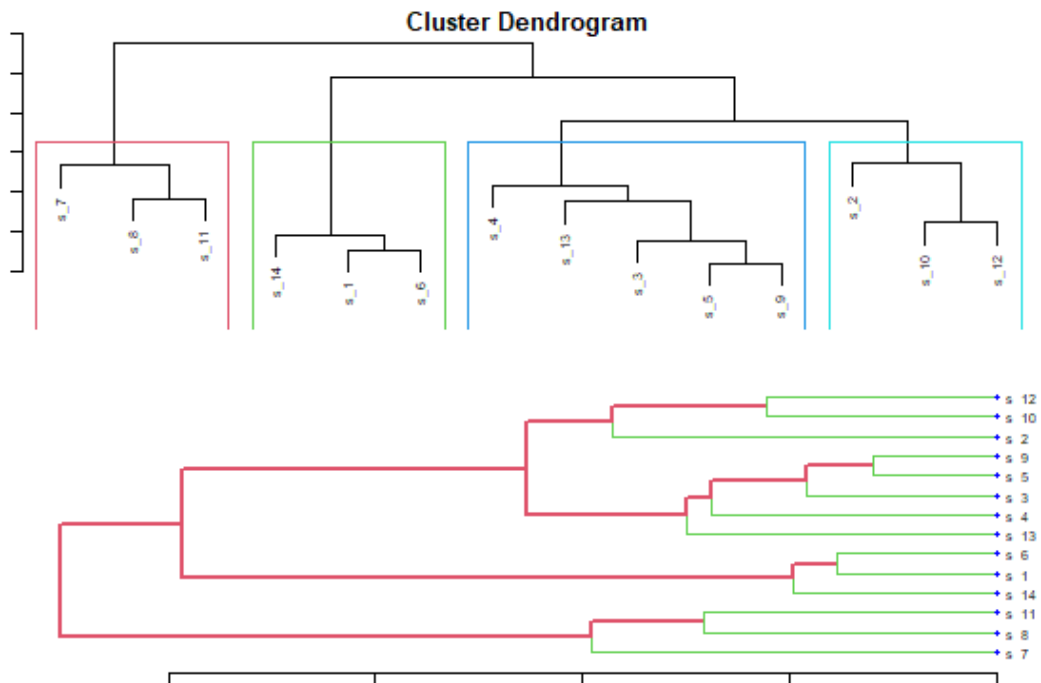


Рис. 12. Дендрограми

Слід зазначити, що бібліотеки R постійно поповнюються, можливості використання розширюються, також існує велика кількість блогів, форумів, присвячених R. Мова непогано документується, і у супровідній документації наведено велику кількість прикладів, наборів даних тощо. Однак, як і у будь-якій мові програмування, в R доводиться багато працювати в консольному режимі, вивчати особливості застосування тих чи інших функцій, підключати додаткові бібліотеки і т.п., що забирає час, відволікає увагу і зусилля від власне аналізу даних. А от при застосуванні пакетів інтелектуального аналізу даних можна більше уваги приділити форматам представлення даних та інтерпретації отриманих результатів.

Функціонал вільнопоширюваних засобів аналізу даних

Сучасний арсенал методів інтелектуального аналізу даних доволі широкий, що обумовлює різноманітність навчальних програм з даної дисципліни у вищих навчальних закладах. Тим не менше можна виділити інваріантний, спільний для всіх набір методів, куди входять основи статистичного аналізу (так звана описова статистика), кластерний, факторний, дискримінантний аналіз тощо. Перелік наведених у таблиці засобів включає розглянуті нами (JASP, Orange, R, KNIME, RapidMiner) та такі, що найчастіше згадуються у проаналізованих нами публікаціях, зокрема [2–3], та навчальних програмах.

Як бачимо, табличні процесори, в тому числі MS Excel, на виконання процедур інтелектуального аналізу даних не налаштовані, а от функціонал вільнопоширюваних пакетів забезпечує результати виконання процедур аналізу даних ідентичні до тих, що можна отримати за допомогою таких засобів, як SPSS, RapidMiner тощо. Зазначимо, що асортимент методів інтелектуального аналізу даних наведений перелік не вичерпує.

Результати педагогічного експерименту

За роки викладання курсу інтелектуального аналізу даних у вищому навчальному закладі довелося попрацювати у різних форматах організації навчального процесу та з різним програмним забезпеченням. Це дозволило нам зібрати матеріал для педагогічного експерименту. На підготовчому етапі були розроблені завдання для лабораторних робіт та тестові завдання для перевірки знань.

Таблиця 2

Порівняння аналітичного інструментарію розглянутих засобів

Програмні засоби	MS Excel	Libre Office Calc	Goggle Sheets	SPSS	RapidMiner	KNIME	Orange	JASP	Python	R
Аналітичні процедури										
Описова статистика (Descriptives)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
t-тести (T-Tests)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA)	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Регресія (Regression)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Частоти (Frequencies)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Розподіли (Distributions)				✓			✓	✓	✓	✓
Факторний аналіз (Factor, PCA – Principal Component Analysis)				✓	PCA	PCA	PCA	✓	✓	✓
Машинне навчання (Machine Learning)				✓	✓		✓	✓	✓	✓
Кластерний аналіз (Clustering)				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Дискримінантний аналіз (Discriminant analysis)				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Часові ряди (Time Series)				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Дерева рішень (Decision trees)				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Нейронні мережі (Neural networks)				✓	✓	✓		✓	✓	✓
Пошук асоціативних правил (Association rules – market basket analysis)						✓	✓		✓	✓

Порівняємо навчальні результати студентів двох груп спеціальності 122 Комп'ютерні науки, після вивчення ними теми «Кластерний аналіз». Група КН18б (навчальний рік 2021–2022) виконувала практичні завдання, використовуючи засоби мови R. Група КН19б (навчальний рік 2022–2023) використовувала пакет KNIME. У рамках проведеного пілотного дослідження вдалося забезпечити зменшення впливу сторонніх факторів, оскільки студенти обох груп навчалися за однією методикою (програма, викладач, завдання), виконували один і той самий підсумковий тест тощо.

Після вивчення теоретичних відомостей та виконання лабораторних робіт, які передбачали опанування процедур ієрархічного кластерного аналізу та аналізу k-середніх, студенти відповідали на питання тесту.

Результати розподілилися таким чином (табл. 3, рис. 13):

Таблиця 3

Результати педагогічного експерименту

Навчальний рік	Кількість студентів		Разом
	2021–2022	2022–2023	
Група	<i>кн18б</i>	<i>кн19б</i>	
1–10 балів	4	3	7
11–20 балів	6	4	10
21–30 балів	6	9	15
Разом	16	16	32

Для статистичного порівняння розподілів отриманих балів ми застосували критерій χ^2 (застосування параметричних методів статистичного порівняння до вибірки такого розміру було б некоректним) та отримали: $\chi^2_{\text{емпіричне}}=1,143$ ($p=0,565$) при $\chi^2_{\text{теоретичне}}=5,99$ ($p=0,05$), тобто $\chi^2_{\text{емпіричне}} < \chi^2_{\text{теоретичне}}$. Відповідно, гіпотезу H_0 про те, що порівнювані розподіли статистично не відрізняються, відхилити немає підстав.

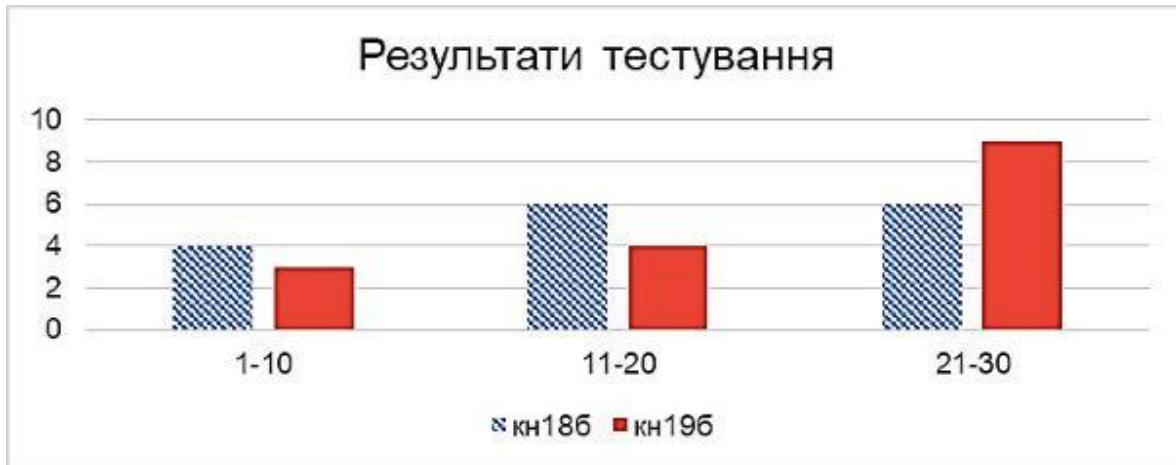


Рис. 13. Порівняння результатів експериментальних груп

Тим не менше, враховуючи малу чисельність досліджуваної вибірки, робити остаточний висновок про те, що успішність опанування методу аналізу (у даному випадку кластерного аналізу) не залежить від засобу (пакета), який застосовувався у навчальному процесі, передчасно. Бажано провести більш масштабний експеримент.

Висновки. Отже, підсумовуючи усе вищесказане, можна зробити висновок про те, що для вивчення основ інтелектуального аналізу даних у закладі вищої освіти в умовах очного, дистанційного або змішаного навчання можна використовувати безкоштовне програмне забезпечення, якщо його функціонал відповідає цілям навчального процесу.

В рамках нашого дослідження не було виявлено відмінностей у результатах навчання методів інтелектуального аналізу даних (на прикладі кластерного аналізу) при застосуванні як мов програмування (наприклад, R), так і спеціалізованих аналітичних пакетів, хоча для отримання переконливіших результатів експеримент бажано повторити на більш об'ємній вибірці та, можливо, з більшим набором програмних засобів, зокрема поза межами нашого дослідження залишилися такі пакети як Weka, Scikit-learn та інші.

Також у подальших дослідженнях є сенс звернутися до таких актуальних питань як добір та особливості використання вільнопоширюваних засобів аналізу даних для роботи з методами машинного навчання (ML), аналізу текстів (Text Mining) та аналізу великих даних (Big Data Analysis).

Література:

1. Стандарт вищої освіти України першого (бакалаврського) рівня ступеня «бакалавр» за галуззю знань 12 «Інформаційні технології» спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки» : МОН України, 2019. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf>.
2. Chakrabarty P., Halder K., Rao P. Tools and Methods of Educational Data Mining: A Review. Easy Chair Preprint №9763, 2023. URL: https://easychair.org/publications/preprint_download/zQDg.
3. Dol S. M., Jawandhiya P. M. A Review of Data Mining in Education Sector. *Journal of Engineering Education Transformations*. 2023. no. 36 (Special Issue 2), pp. 13–22. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v36is2/23003>.
4. Shrivastava A., Jain J. K., Chauhan D. “Literature Review on Tools & Applications of Data Mining. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 2023. vol.11, Issue 4, pp. 46–54. <https://doi.org/10.26438/ijcse/v11i4.4654>. URL: https://www.ijcseonline.org/pdf_paper_view.php?paper_id=5560&8-IJCSE-09093.pdf.
5. Altalhi A. H., Luna J. M., Vallejo M. A., Ventura S. Evaluation and comparison of open source software suites for data mining and knowledge discovery. *WIREs Data Mining and Knowledge Discovery*, 2017. Vol. 7, Issue 3. <https://doi.org/10.1002/widm.1204>.

6. Pawar S., Stanam A. Scalable, Reliable and Robust Data Mining Infrastructures/. *2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4)*, London, UK, 2020. pp. 123–125. <https://doi.org/10.1109/WorldS450073.2020.9210388>.
7. Almeida P., Gruenwald L., Bernardino J. Evaluating Open Source Data Mining Tools for Business. *Proceedings of the 5th International Conference on Data Management Technologies and Applications – DATA*, 2016. pp. 87–94. <http://dx.doi.org/10.5220/0005939900870094>.
8. Almeida P., Bernardino J. A Survey on Open Source Data Mining Tools for SMEs. In: Rocha, A., Correia, A., Adeli, H., Reis, L., Mendonça Teixeira, M. (eds) *New Advances in Information Systems and Technologies. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Springer, Cham, 2016. vol 444, pp. 253–262. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31232-3_24.
9. Özkan S. B., Apaydin S. M. F., Özkan Y., Düzdar I. Comparison of Open Source Data Mining Tools: Naive Bayes Algorithm Example. *2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT)*, Istanbul, Turkey, 2019. pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/EBBT.2019.8741664>.
10. Jovic A., Brkic K., Bogunovic N. An overview of free software tools for general data mining. *2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, Opatija, Croatia, 2014. pp. 1112–1117. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2014.6859735>.
11. Al-Odan H. A., Al-Daraiseh A. A. Open Source Data Mining tools. *2015 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*, Marrakech, Morocco, 2015, pp. 369–374. <https://doi.org/10.1109/EITech.2015.7162956>.
12. Журан О. А., Донченко К. В. Методи та засоби інтелектуальної обробки інформації. *Інформатика. Культура. Технології: матеріали VIII-ї Міжнародної науково-практичної конференції*, Одеса, Україна, 2021, с. 14–16. URL: <http://dSPACE.op.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12104/1/%D0%86%D0%9A%D0%A2-2021%20%20%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B0%203-14-16.pdf>.
13. Лупан І. В., Авраменко О. В., Акбаш К. С. Комп'ютерні статистичні пакети: навчально-методичний посібник. Кіровоград, Україна: «КОД», 2015. 236 с. URL: <https://dSPACE.cusu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/37868982-7a62-4c67-a0c6-acf17c99b48c/content>.
14. Лупан І. В. Інтелектуальний аналіз даних Data Mining: навчально-методичний посібник. Кропивницький, Україна: М. А. Піскова, 2022. 112 с. URL: <https://dSPACE.cusu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9df9df5f-ff91-4d35-8497-9a8ac98de872/content>.
15. Талах Т., Талах В. Використання функцій Excel в аналітичних дослідженнях та в економічній аналітиці". *Економіка та суспільство*, №50, 2023. <http://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-58>.
16. Data analytics and AI platform | Altair RapidMiner. URL: <http://altair.com/altair-rapidminer>.
17. KNIME Analytics Platform. URL: <https://www.knime.com/knime-analytics-platform>.
18. Orange Data Mining. URL: <http://orangedatamining.com>.
19. JASP. A fresh way to do statistics. URL: <http://jasp-stats.org>.

References:

1. Ministry of Education and Science of Ukraine (2019). Standart vyshchoi osvity Ukrainy pershoho (bakalavrskoho) rivnia stupenia “bakalavr” za haluzziu znan 12 “Informatsiini tekhnolohii” spetsialnistiu 122 “Kompiuterni nauky” [The standard of higher education of Ukraine of the first (bachelor) level of the “bachelor” degree in the field of knowledge 12 “Information technologies” specialty 122 “Computer science”]. Kyiv: Ministry of Education and Science of Ukraine. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/2019/07/12/122-kompyut.nauk.bakalavr-1.pdf> [in Ukrainian].
2. Chakrabarty, P., Halder, K., & Rao, P. (2023). Tools and Methods of Educational Data Mining: A Review. *Easy Chair Preprint №9763*. Retrieved from: https://easychair.org/publications/preprint_download/zQDg [in English].
3. Dol, S. M., & Jawandhiya, P. M. (2023). A review of data mining in education sector. *Journal of Engineering Education/Journal of Engineering Education Transformations/Journal of Engineering Education Transformation*, 36(S2), 13–22. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v36is2/23003> [in English].
4. Shrivastava, A., Jain, J. K., & Chauhan, D. (2023). Literature Review on Tools & Applications of Data Mining. *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, 11(4), 46–54. Retrieved from: https://www.ijcseonline.org/pdf_paper_view.php?paper_id=5560&8-IJCSE-09093.pdf [in English].
5. Altalhi, A. H., Luna, J. M., Vallejo, M. A., & Ventura, S. (2017b). Evaluation and comparison of open source software suites for data mining and knowledge discovery. *Wiley Interdisciplinary Reviews Data Mining and Knowledge Discovery*, 7(3). <https://doi.org/10.1002/widm.1204> [in English].

6. Pawar, S., & Stanam, A. (2020). Scalable, reliable and robust data mining infrastructures. *2020 Fourth World Conference on Smart Trends in Systems, Security and Sustainability (WorldS4)*, 123–125. <https://doi.org/10.1109/worlds450073.2020.9210388> [in English].
7. Almeida, P., Gruenwald, L., & Bernardino J. (2016) Evaluating Open Source Data Mining Tools for Business. *In Proceedings of the 5th International Conference on Data Management Technologies and Applications – DATA*, 87–94. <http://dx.doi.org/10.5220/0005939900870094> [in English].
8. Almeida, P., & Bernardino, J. (2016). A survey on open source data mining tools for SMEs. *In Advances in intelligent systems and computing*, 253–262. https://doi.org/10.1007/978-3-319-31232-3_24 [in English].
9. Özkan, S. B., Apaydin, S. M. F., Özkan, Y., & Düzdar. (2019). Comparison of Open Source Data Mining Tools: Naive Bayes Algorithm Example. *In 2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (EBBT)*, Istanbul, Turkey, 1–4. <https://doi.org/10.1109/EBBT.2019.8741664> [in English].
10. Jovic, A., Brkic, K., & Bogunovic, N. (2014). An overview of free software tools for general data mining. *2014 37th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*, 1112–1117. <https://doi.org/10.1109/MIPRO.2014.6859735> [in English].
11. Al-Odan, H. A., & Al-Daraiseh, A. A. (2015). Open Source Data Mining tools. *2015 International Conference on Electrical and Information Technologies (ICEIT)*, P. 369–374. <https://doi.org/10.1109/eitech.2015.7162956> [in English].
12. Zhuran, O. A., & Donchenko, K. V. (2021). Metody ta zasoby intelektualnoi obrobky informacii [Methods and means of intellectual processing of information]. *International Scientific and Practical Conf. "Informatics. Culture. Technology"*, 14–16. Retrieved from: <http://dspace.op.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/12104/1/%D0%86%D0%9A%D0%A2-2021%20%20%D1%81%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BA%D0%B0%203-14-16.pdf> [in Ukrainian].
13. Lupan, I. V., Avramenko, O. V., & Akbash, K. S. (2015). Computerni statystychni pakety: navchalno-metodychni posibnyk [Computer Statistical Packages: Tutorial]. KOD, 236 p. Retrieved from: <https://dspace.cusu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/37868982-7a62-4c67-a0c6-acf17c99b48c/content> [in Ukrainian].
14. Lupan, I. V. (2022). Intelektualnyi analiz danyh: navchalno-metodychni posibnyk [Data Mining: Tutorial]. M. A. Piskova, 112 p. Retrieved from: <https://dspace.cusu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/9df9df5f-ff91-4d35-8497-9a8ac98de872/content> [in Ukrainian].
15. Talakh, T., & Talakh, V. (2023). Vykorystannia funkcii Excel v analitychnykh doslidzenniakh ta v ekonomichnii analityci [Using Excel Functions in Analytical Research and Economic Analytics]. *Ekonomika ta suspilstvo*, 50. <http://doi.org/10.32782/2524-0072/2023-50-58> [in Ukrainian].
16. Data analytics and AI platform | Altair RapidMiner. Retrieved from: <http://altair.com/altair-rapidminer> [in English].
17. KNIME Analytics Platform. Retrieved from: <https://www.knime.com/knime-analytics-platform> [in English].
18. Orange Data Mining. Retrieved from: <http://orangedatamining.com> [in English].
19. JASP. A fresh way to do statistics. Retrieved from: <http://jasp-stats.org> [in English].

УДК 37.02:373.51

DOI https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-13

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ІДЕЇ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ ДО ФОРМУВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ

Миколайко Володимир Валерійович,

кандидат педагогічних наук,

доцент кафедри фізики та інтегративних технологій навчання, проректор

Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини

ORCID ID: 0000-0002-0515-1241

У статті обґрунтовується актуальність запровадження технологій соціальних мереж у вирішенні проблеми підготовки майбутніх учителів фізики до формування і розвитку дослідницьких компетентностей школярів з використанням електронного ресурсу «Фізика. Легко», представленого у вигляді платформи, яка суттєво активізує навчально-пізнавальну та експериментаторську діяльність з фізики учнів і студентів. Ресурс «Фізика. Легко» представлений на сайті «*physicseasy.study*». Він дозволяє виконати лабораторний практикум з усіх розділів курсу фізики, а доповнення цього ресурсу додатковими датчиками суттєво розширює його можливості і сприяє вдосконаленню експериментальних завдань на його базі та розвитку дослідницької діяльності з інтегрованого напрямку вивчення природничих наук, що пов'язана із можливістю одержання учнем елементів новизни у результатах дослідницької роботи, у запроваджених методах і способах виконання пошукової роботи та у засобах навчання, а також в організації самонавчання та саморозвитку особистості школяра.

Аналіз зарубіжних наукових пошуків і досліджень, що пов'язані з активізацією аудиторної та індивідуальної самостійної роботи студентів у закладах вищої освіти дав можливість виокремити сучасні провідні тенденції у вирішенні цієї проблеми та подальшого розвитку вищої освіти, які у найближчі роки мають бути представлені як вагомими і визначальними у розвитку освітянської галузі та в підготовці висококваліфікованих учителів з природничих дисциплін. Ці сучасні тенденції пов'язані із широким запровадженням інформаційно-комунікаційних технологій, технологій соціальних мереж, цифрових технологій та комп'ютеризованих технологій у сучасному навчальному середовищі, що ведуть до доцільності інтегрованого вивчення природничих наук і доцільності підготовки майбутнього вчителя з природничих дисциплін.

Ключові слова: освітній процес, педагогічні заклади вищої освіти, підготовка майбутнього вчителя, природничий напрямок освіти, формування дослідницької компетентності, сучасні ідеї вдосконалення природничої освіти.

Mykolaiko Volodymyr. Theoretical and methodological ideas for preparing future physics teachers to develop students' research competence

This article substantiates the relevance of incorporating social media technologies to address the issue of preparing future physics teachers to form and develop students' research competencies. This is achieved through the use of the electronic resource «Physics. Easy», presented as a platform that significantly enhances the educational, cognitive, and experimental activities in physics for pupils and students. The platform «Physics. Easy» is available on the website «*physicseasy.study*» and allows the completion of the entire laboratory practicum as stipulated by educational programs across all chapters of the physics course. Supplementing this resource with additional sensors significantly expands its capabilities and aids in improving experimental assignments based on it, fostering research activities in an integrated study of natural sciences. This is connected to the student's ability to obtain elements of novelty in the results of research work, in the methods and means of conducting exploratory work, as well as in educational tools, and in organizing self-learning and personal development of the student.

An analysis of foreign scientific research and studies related to the activation of classroom and individual independent work of students in higher education institutions has made it possible to identify modern leading trends in addressing this issue and the further development of higher education, which in the coming years should be presented as significant and decisive in the development of the educational sector and in the training of highly qualified teachers of natural sciences. These trends, which are expected to emerge in the coming years as global and defining in the development of the educational sector and the training of highly qualified specialists in the natural

sciences, are associated with the widespread adoption of information and communication technologies, social media technologies, digital technologies, and computerized technologies of the modern learning environment, which lead to the integration of natural sciences and the relevance of preparing future teachers of natural science disciplines.

Key words: *educational process, pedagogical higher education institutions, preparation of future teachers, natural science education, formation of research competence, modern ideas for improving natural science education.*

Вступ. До особливостей сучасного розвитку вищої педагогічної освіти у нашій державі слід віднести її зорієнтованість на науково обґрунтоване і виважене поєднання теоретичної та практичної підготовки фахівця в галузі професійної педагогічної діяльності, що інтегрується із самостійною дослідницькою роботою студентів, котра забезпечує високий рівень професійної мобільності і готовності до інновацій в освітянській галузі з урахуванням широкого запровадження засобів ІКТ, комп'ютерно-орієнтованих систем і засобів навчання (КОСН і КОЗН), цифрових технологій і вимірювальних комплексів (ЦВК), різноманітних інноваційних педагогічних технологій. Своєрідність та унікальність такого підходу в організації і реалізації освітнього процесу полягає саме в тому, що підготовка майбутнього вчителя фізики здійснюється у взаємозв'язку з перебудовою освітнього процесу у навчальному закладі, із змінами, що відбуваються в його структурі, та у зв'язку із створенням нових складових освіти, наприклад, наукових центрів, що пов'язані із засобами ІКТ, цифровізацією освіти тощо. За цих обставин викладачі та студенти педагогічного закладу вищої освіти (ЗВО), що творчо і спільно працюють над запровадженням ІКТ та інших сучасних педагогічних технологій в освітній процес, розв'язують важливі завдання модернізації освіти, активно й ефективно поліпшують її і розробляють, вибудовуючи нові підходи, нові методики й освітні системи. Внаслідок такої інтеграції педагогічні ЗВО розширюють свої функції і стають аналітичними й дослідницькими центрами, що не лише проводять моніторинг якості освіти, а й виявляють її проблеми і можливі варіанти їх розв'язання.

Враховуючи зазначене, методологія пізнання в освітньому процесі педагогічного ЗВО не лише оптимізує і спрощує, але й розширює можливості студентів у вивченні й дослідженні природних явищ і процесів на засадах компетентнісного підходу, що вимагає ґрунтовних знань, умінь і навичок з фізики для досягнення інтегрованого результату навчання, а в структурі професійної підготовки – методичної компетентності майбутніх учителів. За цих умов майбутній учитель має орієнтуватися на характер проявлення взаємозв'язку емпіричного і теоретичного в квазіпрофесійній діяльності студента на практичних і лабораторних заняттях та у ході виконання і захисту результатів розв'язання індивідуальних навчальних завдань, наукових проєктів чи науково-дослідної роботи або наслідків педагогічної практики.

Маємо наголосити, що для досягнення високого рівня розвитку вищої педагогічної освіти досить вагомою і важливою є підготовка майбутнього вчителя, як особистості, яка всебічно розвинена, не потребує постійного керівництва, а здатна самостійно діяти, може сама реалізувати і здійснювати пошук варіантів та власних розробок розв'язання складних педагогічних проблем.

У такій концепції має бути передбаченою потреба навчати студентів самостійно здобувати знання, творчо мислити, активно розвиватися самому і розвивати інших. Для цього слід уміти вдосконалювати та реформувати методи навчання, зміст і структуру навчального матеріалу, оптимізувати наявний потенціал учня для усвідомленого вибору технології своєї діяльності, стимулювати внутрішню потребу в саморозвитку і самоосвіті. Така підготовка майбутніх учителів фізики є складником їхньої професійної підготовки в педагогічному ЗВО, де формуються важливі якості фахівця, готовність до конкретного виду педагогічної діяльності.

Аналіз досліджень і публікацій. Для визначення особливостей проєктування інформаційно-освітнього середовища навчання курсу фізики є потреба проаналізувати попередні дослідження і публікації з концептуальних положень соціальної філософії, соціології та психо-

логії стосовно формування соціальних мереж, сучасний стан дослідження проблеми в наукових публікаціях, практичний досвід використання соціальних мереж у навчальному процесі, визначення організаційних форм навчання, за умов запровадження яких електронні соціальні мережі є найефективнішими. Зокрема, у монографічному виданні за ред. О. П. Пінчук [1], показано, що основу такого аналізу становлять результати оцінки серії праць «з теорії соціальних мереж (А. Бейвлас, С. Берковіц, П. Марсдеа, Дж. Морено, Л. Фріман та ін.); вітчизняних та закордонних концепцій міжособистісної взаємодії (Б. Ананьєв, З. Фрейд, А. Адлер, Г. Келлі та ін.)»; ... дослідження, «присвячені проблемам інформатизації освіти (В. Биков, Р. Гуревич, М. Жалдак, А. Гуржій та ін.); науково-педагогічні засади формування й застосування інформаційних освітніх середовищ (В. Биков, Ю. Жук, В. Олійник та ін.)» [1, с. 10], а також ті теоретико-методологічні ідеї, що стали базою нового напрямку, предметом вивчення якої є формування терміну «мережі стосунків» [1, с. 11], який ще в 1954 р. запропонував Джеймс Барнс (США) [2]. Самі соціальні мережі були вперше досліджені наприкінці 1940-х років, ще до створення інтернету, коли американський соціолог Марк Грановеттер разом з математиком Лінтоном Фріманом опублікували основоположні матеріали за цією ж тематикою [3], доводячи, що у соціальній мережі слабкі зв'язки можуть бути важливішими у передачі інформації, ніж сильні. Цей факт пояснюється тим, що інформація поширюється значно швидше і ширше саме через слабкі зв'язки. Вагому і досить потужну підтримку цьому факту надав Рональд Берт (США) на основі авторської теорії «структурних дір» [4], внаслідок чого на початку XXI століття виникають віртуальні соціальні об'єднання. Зокрема, в 1995 р. Ренді Конрадс створив перший інтернет-сайт Classmates.com, який передбачав роботу із соціальними мережами, а починаючи з 2001 року, виникають сайти, в яких застосовуються технології «Коло друзів», що набули особливої популярності у 2002 р. В Україні добре відома соціальна мережа «Українські науковці у світі», яка є науковою спільнотою, що консолідує український інтелект у світі (2008, Ukrainian Scientists Worldwide) [1, с. 11].

За своєю сутністю поняття «соціальна мережа» супроводжує людину упродовж усього її життя і виступає елементом загального соціального середовища, через який людина включається в суспільство, набуває суспільного досвіду, опановує соціальні норми і правила, формує свої цінності й установки, здійснює обмін ресурсами, як матеріальними, так і нематеріальними.

З технологічного погляду поняття «електронна соціальна мережа» (ЕСМ) відноситься до інтерактивного вебсайту з великою кількістю користувачів, контент якого наповнюється самими учасниками. Наш аналіз переконує, що вітчизняні дослідники, серед яких Т. Архипова, Р. Гуревич, Ю. Дюлічева, Н. Тверезовська, А. Яцишин та ін., базуючись на власному досвіді і досвіді закордонних фахівців, виділили низку позитивних аргументів на користь застосування ЕСМ в освітянській галузі, зокрема:

1. Соціальні мережі надають безкоштовне користування сервером для зберігання цифрових даних.
2. ЕСМ популярні серед молоді: вони комфортні, зручні, позитивно налаштовані, є звичним середовищем; їх переглядають кілька разів на день.
3. Використовуючи ЕСМ як засіб навчання, учні поліпшують свої уміння і формують навички, підвищують рівень експериментальних компетентностей.
4. Дискусія, розпочата на очному занятті, може бути завершена в соціальній мережі, що продовжує час активного навчання у зв'язку з обговоренням інформації, а у вчителя з'являється можливість проводити лекційні заняття в інтерактивному режимі; навчання набуває безперервності.
5. Віртуальна навчальна група в електронній соціальній мережі завжди доступна за умови використання мобільного інтернету.

6. У вчителя з'являються можливості дізнатися більше про особистість учня, його інтереси, нахили, бажання, готовність до експериментування.

Ці висновки знайшли своє підтвердження в результатах низки дисертаційних робіт. Зокрема, аналіз підходів до використання ЕСМ у процесі навчання майбутніх учителів інформатики дозволив Н. Тверезовській узагальнити значне підвищення інтересу студентів до самостійної позааудиторної роботи внаслідок «інтеграції навчально-методичних матеріалів у соціальної мережі» [5, с. 3]. Г. Кучаковська отримала позитивні результати у використанні ЕСМ для розвитку персоніфікованого навчального середовища, адаптованого до кожного студента, а умовою успішного вирішення цієї проблеми стало спільне створення навчального контенту фахової навчальної дисципліни студентом разом із викладачем [6]. О. Пінчук запропонувала «навчальні ситуації», орієнтовані на використання ЕСМ [7, с. 32–34], що можуть сприяти формуванню універсальних навчальних дій, які розвивають самостійне засвоєння нових знань та умінь, формування і розвиток критичного мислення, забезпечують розвиток комунікативних умінь. С. Івашнова [8] довела, що ЕСМ забезпечують «підтримку, створення, розбудову, відображення та організацію соціальних контактів, включаючи й обмін даними, та обов'язково передбачають попереднє створення облікового запису» [1, с. 54], тобто фіксацію досягнень й оцінювання, що не обмежуються вимірюваннями рівня досягнень учнів, а, активізуючи співпрацю вчителя й учнів, забезпечують зворотний зв'язок між якістю навчальних досягнень і створеними можливостями для таких досягнень.

Отже, оцінка навчальних досягнень, виконуючи соціальну функцію як інструмент соціальної диференціації на основі виявлених здібностей учнів, може бути віднесеною до об'єктивних соціальних стимулів. За цих обставин вона має бути доповненою самооцінкою й одночасно визначати не лише кінцеві результати, а й досягнення освітнього процесу в цілому.

Метою статті є обґрунтування теоретико-методологічних ідей запровадження соціальних мереж у підготовці майбутніх учителів до формування дослідницької компетентності школярів та представлення педагогічних можливостей застосування з цією метою електронного ресурсу «Фізика. Легко» для забезпечення успішної роботи учнів у віртуальних лабораторіях і дослідницьких навчальних середовищах.

Матеріали і метод. До матеріалів, що склали предмет дослідження, ми відносимо результати пошукової роботи вітчизняних і зарубіжних дослідників і науковців, їхні опубліковані праці (статті, монографії, посібники та ін.), які піддавалися нашій оцінці й аналізу, та інформаційні ресурси, що стосуються проблеми організації дослідницько зорієнтованого навчання та підготовки майбутніх учителів фізики до успішної реалізації обраної нами проблеми.

Бібліографічний та системний і порівняльний методи дали можливість виокремити особливості та основні ідеї запровадження дослідницько зорієнтованого навчання на основі вітчизняного і зарубіжного досвіду та визначити для цього можливості використання ресурсу «Фізика. Легко» у підготовці майбутніх учителів фізики та природничих дисциплін до формування дослідницької компетентності учнів.

Результати. Проблема формування дослідницьких компетентностей як у школярів, так й у студентів є особливо значущою та актуальною саме зараз, оскільки нинішній етап розвитку освіти взагалі відбувається в епоху досить швидкого і широкого запровадження ІКТ та їхніх засобів у всі сфери діяльності людини, включаючи і освітню галузь. За цих умов вельми помітними і вагомими вже зараз є зміни, що обумовлені саме внаслідок запровадження ІКТ, комп'ютерної техніки, цифрових, хмарних технологій та ЕСМ, а для процесу навчання фізики та для наукових і навчальних досліджень знаковими стають цифрові вимірювальні комплекси і системи, STEM-технології, сучасні інтегровані ресурси, зокрема ресурс «Фізика. Легко» [9]. Тому засоби ІКТ набули достатньо вагомих показників розвитку і впровадження в освітню сферу. Відтак, узагальнення про аналіз розвитку ІКТ та реалізації їх у вирішенні освітніх про-

блем і про те, що інформаційні й комунікаційні технології, що побудовані на основі систем телекомунікацій, визнані ключовими технологіями й у найближчі десятиріччя мають виступати рушійними силами науково-технічного прогресу, а освіта зазнаватиме вагомих змін саме у зв'язку з цим. Актуальною проблемою сьогодення за цих умов стає розробка таких освітніх технологій, котрі здатні модернізувати традиційні форми навчання з метою підвищення рівня та результативності освітнього процесу й особливо у ході підготовки вчителів природничих дисциплін, де превалюють засоби ІКТ у навчанні.

Світова практика розвитку та використання ІКТ в освіті переконливо ілюструє тенденцію до зміни традиційних форм організації освітнього процесу в умовах інформатизованого суспільства, бо до недавнього минулого вона достатньо демонструвала і відповідає такій, де традиційне навчання існувало самостійно і незалежно від інших, а електронне – поступово розширюється. З появою комп'ютерного навчання ця система почала зазнавати помітні зміни, а «електронне навчання» розширюється і розвивається, утворюючи систему змішаного навчання. Тому на сучасному етапі розвитку фізичної освіти у педагогічному ЗВО традиційна форма навчання зазнає вже суттєвих змін, котрі вимагають посилення ролі електронного навчання, де ІКТ і комп'ютерне навчання відіграють вагомішу роль. Відтак, сучасний стан підготовки учителів фізики (у тому числі й учителів природничих дисциплін) доцільно представити схематично (рис. 1), а з урахуванням подальшого її розвитку подати як систему змішаного навчання, в якій набуватиме головної ваги саме електронне навчання, а доля традиційного навчання буде зменшуватися. Разом з тим відповідних змін зазнаватимуть і інші аспекти освіти.

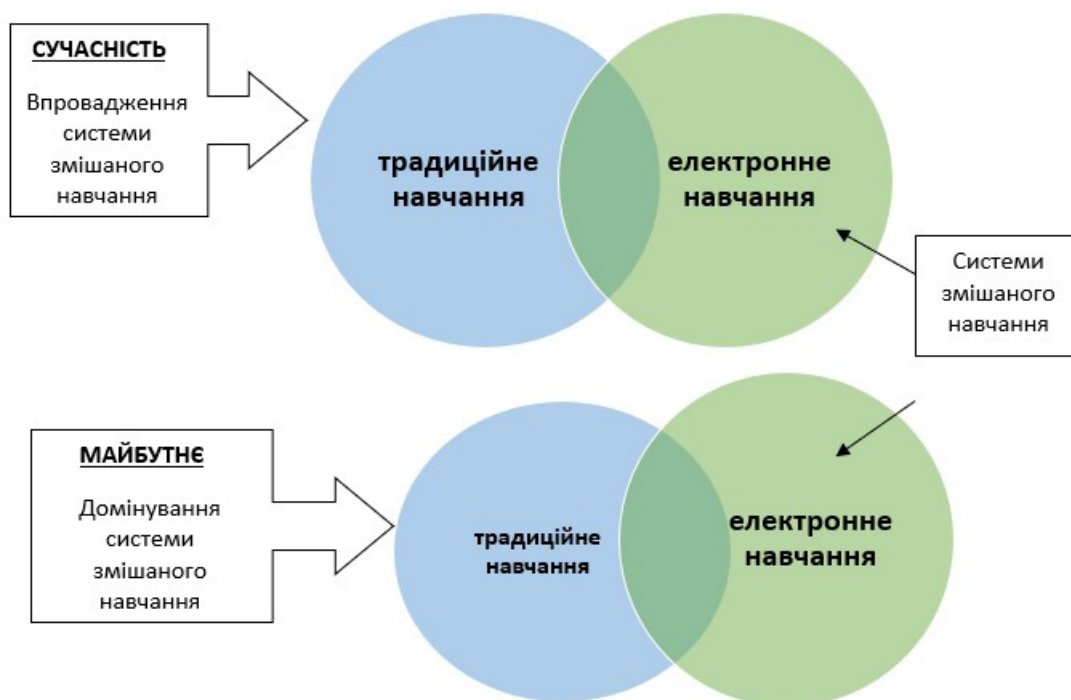


Рис. 1. Система змішаного навчання

За цих обставин сучасними глобальними тенденціями розвитку інформатизації освіти виступають наступні напрямки: створення єдиного освітнього простору; активне запровадження нових засобів та методів навчання, що орієнтовані на використання інформаційних і цифрових технологій; синтез засобів і методів традиційного та комп'ютерного навчання; створення системи випереджаючої освіти; виникнення нового напрямку діяльності викладача, пов'язаного

із розробкою інформаційних технологій та програмно-методичних комплексів; зміна змісту діяльності викладача з подачі репродуктивних знань до розробника нової технології й одержання їх самостійно студентом, що підвищує його творчу діяльність і потребує високого рівня технологічної та методичної підготовки; формування системи безперервного навчання як універсальної форми діяльності, що спрямована на постійний розвиток особистості вчителя.

У сучасному розумінні інформаційна освітня технологія подається як педагогічна технологія, яка використовує спеціальні способи, програмні та технічні засоби (кіно-, відео-, аудіозасоби, комп'ютери, телекомунікаційні мережі, включаючи й електронні соціальні мережі) для роботи з інформацією [1]. Інформаційні технології за цих обставин можна поділити на три категорії: *інтерактивні* (аудіовізуальні носії); *комп'ютерне навчання* (включаючи засоби мультимедіа); *засоби телекомунікації* (відеоконференції, форуми тощо).

За цих умов науково-теоретичний аналіз переконує, що використання ІКТ не зводиться до простої заміни «паперових» носіїв інформації електронними. ІКТ дають можливість поєднувати процеси вивчення, закріплення і контролю рівня засвоєння навчального матеріалу, які за традиційного навчання частіше всього є розірваними. Інформаційні технології дають можливість більшою мірою індивідуалізувати навчання, зменшуючи фронтальні види робіт і збільшуючи частку індивідуально-групових форм і методів навчання. ІКТ сприяють підвищенню мотивації до навчання, розвитку креативного мислення, економлять навчальний час; інтерактивність і мультимедійна наочність сприяє кращому засвоєнню інформації.

Разом з тим, ІКТ не витісняють абсолютно з освітнього процесу традиційні методи і прийоми, вони дозволяють наблизити методику навчання до вимог сьогодення. З цією метою здійснюється розширення використання в освітній галузі нових освітніх технологій, які базуються на сучасній комп'ютерній базі, нових інтерактивних методах, зокрема, комп'ютерних навчальних програмах, технічних засобах навчання, дистанційних засобів навчання, телеконференцій.

Актуальність ІКТ зумовлена тим, що вони вдосконалюють систему освіти і роблять ефективнішим освітній процес. Сьогодні найбільшого розповсюдження отримали комп'ютерні навчальні програми, зокрема, комп'ютерні підручники, діагностично-тестові системи, лабораторні комплекси, експертні системи, бази даних, консультативно-інформаційні системи, прикладні програми, які забезпечують обробку інформації, віртуальні лабораторії, зокрема, електронний навчально-методичний комплекс «Фізика. Легко» [9], який суттєво активізує навчальну діяльність і учнів, і студентів, охоплюючи не лише фізику, а й інші природничі дисципліни.

Провідні тенденції активізації аудиторної та індивідуальної самостійної роботи студентів за рахунок використання ІКТ на сьогодні зароджуються і розвиваються в лабораторіях провідних університетів світу. Виходячи із цього, наш аналіз дає можливість визначити *дві групи тенденцій*: *перша* з них визначає уже сформовані сучасні напрямки активізації аудиторної роботи студентів засобами ІКТ; *друга* окреслює перспективні, тобто ті напрямки розвитку навчальної діяльності студентів, що лише формуються.

До *першої групи* сучасних тенденцій ми відносимо такі.

1. Розширення можливостей використання змішаного навчання за рахунок різноманітного використання соціальних мереж. Зокрема, студенти університетів Berkley, Stanford, MIT мають можливість залучатися до аудиторних занять групами за допомогою веб-підключень, фізично не знаходячись в аудиторії, або спілкуватися за допомогою проведення відеоконференцій з використанням Google+ hangout [10]. Практично під час проведення аудиторних занять активно використовуються Facebook та Twitter для забезпечення продуктивної дискусії і підвищення рівня взаємодії в межах студентського колективу. Це важливо при проведенні занять в аудиторіях з великою кількістю студентів, де відсутня можливість вислухати думку кожного студента. За рахунок таких мереж кожен студент має можливість взяти участь у розв'язанні

поставлених питань через виконання відповідних записів з поясненнями та постановки питань, що відображаються на екрані, тому така інформація стає загальнодоступною, відображає активність студента та сприяє творчому пошуку.

2. Активізація Backchannel – інтерактивне спілкування під час аудиторних занять за допомогою смартфонів та ноутбуків, що активізує процес взаємодії під час проведення семінарів, лекцій, презентацій. З розвитком соціальних засобів масової інформації (Twitter та блоги) backchannel забезпечує документацію таких подій, як конференц-сесії, що надає студентам можливість не лише брати активну практичну участь, але й продовжувати навчатися після закінчення аудиторної роботи.

3. Використання мобільних засобів зв'язку. iPad та Alt-Tablets широко використовуються не лише у дистанційній, але й в аудиторній роботі [11]. Планшети використовуються для пошуку в інтернеті необхідної інформації, а за рахунок спеціальних додатків та вебсервісів мобільні пристрої використовуються для здійснення опитувань.

Створена Apple програма **iBooks Author** є **безкоштовною, за допомогою якої створюється інтерактивний навчальний контент** [12]. За цих умов як викладачі, так і студенти мають можливість самостійно створювати та використовувати як в аудиторії, так і поза її межами, інтерактивний навчальний контент [13].

4. Комплексне використання інтерактивних засобів навчання.

Інтерактивні електронні дошки використовують для відображення візуальної та інтерактивної інформації, а також для колективної співпраці. За допомогою інтерактивних безпроводних планшетів студенти можуть відповідати на запитання викладача, ставити свої запитання, брати участь у процесі обговорення. Відтак, між викладачем і студентами виникає інтерактивний діалог, що підвищує рівень сприйняття і розуміння матеріалів на занятті.

Для великих аудиторій застосовують інтерактивний рідиннокристалічний дисплей, який об'єднує в собі функції монітора і цифрового планшета. Для контролю знань використовують безпроводні пульти [14]: викладач ставить запитання, а студенти відповідають на них простим натисненням на кнопки пульта. Результати опитування зберігаються і відображаються в режимі реального часу. Після закінчення заняття результати опитування експортуються в MS Excel і аналізуються.

Використання безпроводних мікрофонних систем дозволяє студентам чути викладача, що сприяє концентрації уваги на занятті, підвищує ефективність освітнього процесу.

Педагогічно доцільним, дидактично обґрунтованим є застосування сучасних засобів навчання лише тоді, коли викладач знає особливості засобу навчання, має навички управління цим засобом. Наприклад в Мічиганському університеті функціонує Центр з досліджень в галузі навчання та викладання (CRLT), який надає допомогу та організовує навчання викладачів [15]. Центр навчання в університеті Вандербільта надає викладачам рекомендації з використання ІКТ на основі проведення досліджень щодо ефективності їх впливу на студентську аудиторію [16], надається допомога викладачам у Стендфорському університеті [17].

5. Використання ділових ігор, симуляцій та віртуальних світів виправдане, бо вони надають можливість навчити студентів тим речам, які не можна опанувати на лекції. В іграх студенти поринають у неоднозначні та суперечливі ситуації, що змушують їх мислити стратегічно, приймати важливі рішення та відразу бачити наслідки власних дій, тобто вчитися на власному досвіді. У різних навчальних закладах використовують симуляції та ігри за певної тематичної спрямованості.

Серед освітніх ігор (Education Games) в провідних університетах світу найчастіше використовують: IBM INNOV8 2, яка є інтерактивною тривимірною навчальною грою, мета якої показати взаємозв'язки і можливості ефективної взаємодії між командами ІТ-спеціалістів і керівниками бізнес-напрямів в організації. Гра Innov8 призначена для доповнення навчальних курсів.

Ці ігри доступні через IBM Academic Initiative – програму, що пропонує коледжам і університетам широкий спектр освітніх засобів і методик для застосування у вивченні ІТ-дисциплін. Освітні установи, що беруть участь у цій програмі, мають вільний доступ до програмного забезпечення IBM, апаратних засобів, навчальних матеріалів, навчальних курсів і тренувальних методик. До цієї програми приєднані близько 3000 університетів світу, які використовують віртуальні світи для: проведення онлайн-конференцій, дистанційних зв'язків між університетами [18], проведення онлайн-лекцій, семінарів і тренінгів створення мультиплеєрних освітніх ігор [19]. Зараз біля 80% університетів Великобританії використовують віртуальні світи у навчальному процесі. Активно симуляції на основі візуалізації використовуються у Стендфордському університеті [20], де дозволяється студентам переглядати лабіринт археологічних розкопок як віртуальні панорами реальності [21].

Розглянуті засоби Gamification є потужним інструментом навчання, доповненням до існуючих дистанційних курсів, а іноді й повною заміною їх, оскільки: забезпечують мотивацію; пропонують різні засоби симуляцій; поєднують різні етапи отримання досвіду. Вони нерідко безкоштовні для академічного використання, а отже, можуть бути апробовані з мінімальним ризиком в освітньому процесі ЗВО.

До **другої групи новітніших тенденцій**, що активізують навчально-пізнавальну діяльність студентів, і ще лише переходять з лабораторій у світовий освітній простір, ми відносимо такі.

1. Використання доповненої реальності (Augmented Reality) зазвичай реалізуються в освітніх закладах переважно медичного і технічного профілю [22]. Зокрема, в Массачусетському технологічному інституті в рамках MIT Teacher Education Program студенти взаємодіють, перебуваючи в реальних умовах за допомогою GPS обладнання [23], а в Колумбійському університеті активно використовується доповнена реальність [24].

2. Використання просторових операційних середовищ («spatial operating environments»), що дозволяють проводити колективну роботу, поєднуючи об'єкти реального та віртуальних світів. Прикладом цього є G-speak платформа [25], розробка якої була розпочата в Массачусетському технологічному інституті в «MIT media lab» [26]. У дослідницькій лабораторії візуалізації при Іллінойському університеті використовується розробка CAVE з використанням 3D-зображення на всі стіни аудиторії та з управлінням системою за допомогою жестів (рухів). CAVE та G-speak є дорогими системами, що спеціально розробляються за замовленням. Доступність Microsoft Kinect та програмного забезпечення для неї (освітні додатки), до якої розробляються у ряді університетів, зокрема і в лабораторії Массачусетського технологічного університету [27], призвела до створення дешевих аналогів G-speak різними компаніями та університетами.

Ми проілюстрували подібні розробки як можливі і вже реально існуючі приклади, котрі реально запроваджені і вже реалізовані. Вони можуть стати гарним прикладом для наслідування у розробках і створенні нових напрямків подальшого розвитку пошукової діяльності студентів різних напрямків підготовки у ЗВО, включаючи і педагогічні. Наприклад, у розробці і створенні Наукових центрів з вивчення і використання спектрального аналізу природних явищ і процесів [28] чи використання віртуальних лабораторій під час відтворення навчальних досліджень на основі лазерного випромінювання [29], що є вагомим під час вивчення фізики та інших природничих дисциплін.

Висновки. Таким чином, у сучасному комп'ютеризованому навчальному середовищі у зв'язку із досить швидким і цілеспрямованим розвитком інформаційно-комунікаційних технологій, технологій соціальних мереж, цифровізації усіх суспільних сфер діяльності людини, зокрема і освітньої галузі, відбувається інтеграція багатьох елементів освітнього процесу. Звичайно, це стосується змісту освіти, методів та засобів дослідницької діяльності, яку проявляють і учні, і студенти, а також розвитку креативного мислення, самоосвіти та саморозвитку,

на що націлені виокремлені сучасні положення і тенденції активізації аудиторної та індивідуальної самостійної роботи студентів за рахунок використання ІКТ, зокрема і електронного навчально-методичного комплексу «Фізика. Легко», який значною мірою розвиває навчально-пізнавальну діяльність майбутніх учителів і фізики, і природничих дисциплін, доводячи її до рівня дослідницької.

Перспективи подальших наукових досліджень в системному вивченні можливостей використання дослідницько зорієнтованого навчання у підготовці майбутніх учителів, а також в реалізації створеного навчально-методичного комплексу «Фізика. Легко» разом з організаційно-змістовим його забезпеченням.

Література:

1. Формування інформаційно-освітнього середовища навчання старшокласників на основі технологій електронних соціальних мереж: монографія / В.Ю. Биков, О.П. Пінчук, С.Г. Литвинова та ін.; наук. ред. О.П. Пінчук; Київ : Педагогічна думка, 2018. 160 с.
2. Barnes J.A. Class committees in a Norwegian island parish. URL: <http://garfield.library.upenn.edu/classics/1987/A1987H444400001.pdf>.
3. Mark Granovetter. Professor in the School of Humanities and Sciences. URL: <http://www.stanford.edu/dept/soc/people/mgranovetter/index.html>.
4. Burt R.S. Structural Holes: The Social Structure of Competition. Cambridge: Harvard University Press, 1992.
5. Тверезовська Н.Т., Мигович С.М. Роль і місце соціальних мереж у формуванні освітньо-інформаційного середовища аграрних університетів. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Педагогіка, психологія, філософія*, 2012. Вип. 175 (3). С. 291–298.
6. Кучаковська Г. А. Роль соціальних мереж в активізації процесу навчання інформатичним дисциплінам майбутніх вчителів початкової школи. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. № 3 (47). С. 136–149.
7. Пінчук О.П. Формування предметних компетентностей учнів основної школи в процесі навчання фізики засобами мультимедійних технологій : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02. Київ, 2010. 255 с.
8. Івашнюва С. Використання соціальних сервісів та соціальних мереж в освіті. *Наукові записки НДУ ім. М. Гоголя. Психолого-педагогічні науки*. 2012. № 2. С. 15–17.
9. Individual work of pupils and students during laboratory work in Physics at GSEE and HEI : textbook (manual) for students of pedagogical universities / V. V. Mykolaiko, S. P. Velychko ; ed. Prof. S. P. Velychko. 2nd ed., corrected. Uman :Vizavi, 2023. 328 p.
10. YouTube. (n.d.). LtmdiPUGGe8 [Video]. *YouTube*. URL: <http://www.youtube.com/watch?v=LtmdiPUGGe8>.
11. IKT og skole. (2011). iPad as a pedagogical device [PDF document]. IKT og skole. URL: <http://www.iktogskole.no/wp-content/uploads/2011/02/ipadasapedagogicaldevice-110222.pdf>.
12. Apple. (n.d.). Apple Education [Website]. Apple. URL: <http://www.apple.com/education/>.
13. Vido. (n.d.). Uchebnyk XXI veka: versiya dlya iPad [Textbook of the 21st century: iPad version]. Vido. URL: <http://vido.com.ua/news/view/uchebnik-xxi-vieka-viersiia-dlia-ipad/1781>.
14. Classroom Response Systems. (2007). Classroom response systems: A white paper [Classroom response systems: A white paper]. Carnegie Mellon University. URL: http://www.cmu.edu/teaching/technology/whitepapers/ClassroomResponse_Nov07.pdf.
15. Center for Research on Learning and Teaching. (n.d.). Teaching strategies: Teaching and learning techniques. University of Michigan. Retrieved from URL: <http://www.crlt.umich.edu/tstrategies/tstt.php>.
16. Center for Teaching. (n.d.). Classroom response systems (clickers) bibliography. Vanderbilt University. URL: <http://cft.vanderbilt.edu/docs/classroom-response-system-clickers-bibliography/>.
17. Center for Teaching and Learning. (n.d.). Technology in teaching. Stanford University. URL: <http://ctl.stanford.edu/handbook/technology-in-teaching.html>.
18. EduDirectory. (n.d.). EduDirectory. URL: <http://edudirectory.secondlife.com/>.
19. PhysOrg. (2009). Scientists develop more efficient way to harness energy from sunlight. PhysOrg.com. URL: <http://www.physorg.com/news168608901.html>.
20. Center for Teaching and Learning. (n.d.). Technology in teaching. Stanford University. URL: <http://ctl.stanford.edu/handbook/technology-in-teaching.html>.

21. Rick, J. (n.d.). John Rick's personal website. Stanford University. URL: <http://www.stanford.edu/~johnrick/>.
22. Academic Resource Blog. (n.d.). Academic Resource Blog. Eastern Kentucky University. URL: <http://www.jsnet.eku.edu/ARBlog/>.
23. MIT Education Arcade. (n.d.). MITAR Games. Massachusetts Institute of Technology. URL: <http://education.mit.edu/projects/mitar-games>.
24. Hamilton, K. E. (n.d.). Augmented reality in education. SlideShare. URL: <http://www.slideshare.net/kehamilt/augmented-reality-in-education>.
25. Oblong Industries. (n.d.). Oblong Industries [Oblong Industries]. URL: <http://oblong.com/>.
26. Media Lab. (n.d.). Media Lab [Media Lab]. Massachusetts Institute of Technology. URL: <http://www.media.mit.edu/>.
27. DepthJS. (n.d.). DepthJS [DepthJS]. Massachusetts Institute of Technology. URL: <http://depthjs.media.mit.edu/>.
28. Величко С.П., Величко І.С., Ковальов С.Г., Миколайко В.В. Створення сучасного комплексу для вивчення оптичного випромінювання у практикумі з фізики в закладах вищої освіти. *MODERNÍ ASPEKTY VEĎDY: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie*. 2023. С. 170–271. URL: <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-28.pdf>
29. Лазер у викладанні природничих дисциплін : посіб. для студ. фізико-математичного ф-ту пед. закл. вищ. освіти / С.П. Величко, В.В. Миколайко, Ю.В. Решітник Умань : Візаві, 2023. 190 с.

References:

1. Bykov, V.Yu., Pinchuk, O.P., & Lytvynova, S.H. et al. (2018). *Formuvannia informatsiino-osvitnoho seredovysshcha navchannia starshoklasnykiv na osnovi tekhnologii elektronnykh sotsialnykh merezh [Formation of the informational and educational environment for high school students based on electronic social networks technologies]*. Kyiv: Pedagogichna Dumka [Pedagogical Thought] [in Ukrainian].
2. Barnes, J.A. (1987). Class committees in a Norwegian island parish. Retrieved from <http://garfield.library.upenn.edu/classics1987/A1987H444400001.pdf> [in English].
3. Granovetter, M. (n.d.). Professor in the School of Humanities and Sciences. Retrieved from <http://www.stanford.edu/dept/soc/people/mgranovetter/index.html> [in English].
4. Burt, R.S. (1992). *Structural holes: The social structure of competition*. Cambridge, MA: Harvard University Press [in English].
5. Tverezovs'ka, N.T., & Myhovich, S.M. (2012). Role i mistse sotsial'nykh merezh u formuvanni osvityano-informatsiinoho seredovysshcha ahrarnykh universytetiv [The role and place of social networks in the formation of the educational and informational environment of agricultural universities]. *Naukovyi visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy – Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine. Ser: Pedagogika, psykholohiya, filozofiya*, 175 (3), 291–298 [in Ukrainian].
6. Kuchakovska, H.A. (2015). Rol' sotsial'nykh merezh v aktyvizatsii protsesu navchannia informatychnym dyscyplinam maibutnykh vchyteliv pochatkovoï shkoly [The role of social networks in activating the learning process of informatics subjects for future primary school teachers]. *Informatsiyni tekhnologii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 3 (47), 136–149 [in Ukrainian].
7. Pinchuk, O.P. (2010). *Formuvannia predmetnykh kompetentnostei uchniv osnovnoi shkoly v protsesi navchannia fizyky zasobamy multimedia tekhnologii [Formation of subject competencies of lower secondary school students in the process of teaching physics using multimedia technologies]*. *Candidate's thesis*. Kyiv [in Ukrainian].
8. Ivashnyova, S. (2012). Vykorystannya sotsial'nykh servisiv ta sotsial'nykh merezh v osviti [The use of social services and social networks in education]. *Naukovi zapysky NDU im. M. Hoholia. Psykholo-pedahohichni nauky – Scientific Notes of the NDU named after M. Gogol. Psychological and Pedagogical Sciences*, 2, 15–17 [in Ukrainian].
9. Mykolaiko, V.V., & Velychko, S.P. (2023). Individual work of pupils and students during laboratory work in physics at GSEE and HEI: Textbook (manual) for students of pedagogical universities (2nd ed., corrected). Edited by Prof. S.P. Velychko. Uman: Vizavi [in English].
10. YouTube. (n.d.). LtmdiPUGGe8 [Video]. YouTube. Retrieved from <http://www.youtube.com/watch?v=LtmdiPUGGe8> [in English].
11. IKT og skole. (2011). iPad as a pedagogical device [PDF document]. IKT og skole. Retrieved from <http://www.iktogskole.no/wp-content/uploads/2011/02/ipadasapedagogicaldevice-110222.pdf> [in English].
12. Apple. (n.d.). Apple Education [Website]. Apple. Retrieved from <http://www.apple.com/education/> [in English].

13. Vido. (n.d.). Uchebnyk XXI veka: versiya dlya iPad [Textbook of the 21st century: iPad version]. Vido. Retrieved from <http://vido.com.ua/news/view/uchebnik-xxi-vieka-viersiia-dlia-ipad/1781> [in English].
14. Classroom Response Systems. (2007). Classroom response systems: A white paper [Classroom response systems: A white paper]. Carnegie Mellon University. Retrieved from http://www.cmu.edu/teaching/technology/whitepapers/ClassroomResponse_Nov07.pdf [in English].
15. Center for Research on Learning and Teaching. (n.d.). Teaching strategies: Teaching and learning techniques. University of Michigan. Retrieved from <http://www.crlt.umich.edu/tstrategies/tstt.php> [in English].
16. Center for Teaching. (n.d.). Classroom response systems (clickers) bibliography. Vanderbilt University. Retrieved from <http://cft.vanderbilt.edu/docs/classroom-response-system-clickers-bibliography/> [in English].
17. Center for Teaching and Learning. (n.d.). Technology in teaching. Stanford University. Retrieved from <http://ctl.stanford.edu/handbook/technology-in-teaching.html> [in English].
18. EduDirectory. (n.d.). EduDirectory. Retrieved from <http://edudirectory.secondlife.com/> [in English].
19. PhysOrg. (2009). Scientists develop more efficient way to harness energy from sunlight. PhysOrg.com. Retrieved from <http://www.physorg.com/news168608901.html> [in English].
20. Center for Teaching and Learning. (n.d.). Technology in teaching. Stanford University. Retrieved from <http://ctl.stanford.edu/handbook/technology-in-teaching.html> [in English].
21. Rick, J. (n.d.). John Rick's personal website. Stanford University. Retrieved from <http://www.stanford.edu/~johnrick/> [in English].
22. Academic Resource Blog. (n.d.). Academic Resource Blog. Eastern Kentucky University. Retrieved from <http://www.jsnet.eku.edu/ARBlog/> [in English].
23. MIT Education Arcade. (n.d.). MITAR Games. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <http://education.mit.edu/projects/mitar-games> [in English].
24. Hamilton, K. E. (n.d.). Augmented reality in education. SlideShare. Retrieved from <http://www.slideshare.net/kehamilt/augmented-reality-in-education> [in English].
25. Oblong Industries. (n.d.). Oblong Industries [Oblong Industries]. Retrieved from <http://oblong.com/> [in English].
26. Media Lab. (n.d.). Media Lab [Media Lab]. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <http://www.media.mit.edu/> [in English].
27. DepthJS. (n.d.). DepthJS [DepthJS]. Massachusetts Institute of Technology. Retrieved from <http://depthjs.media.mit.edu/> [in English].
28. Velychko, S.P., Velychko, I.S., Kovalov, S.H., & Mykolaiko, V.V. (2023). Stvorennia suchasnoho kompletu dlia vyvchennia optychnoho vyprominiuvannia u praktykumi z fizyky v zakladakh vyshchoi osvity [Creation of a modern set for studying optical radiation in a physics practicum in higher education institutions]. *MODERNÍ ASPEKTY VĚDY: XXVIII. Díl mezinárodní kolektivní monografie – Modern Aspects of Science: XXVIII Volume of international collective monograph*. Retrieved from <http://perspectives.pp.ua/public/site/mono/mono-28.pdf> [in Ukrainian].
29. Velychko, S.P., Mykolaiko, V.V., & Reshitnyk, Yu.V. (2023). Lazer u vykladanni pryrodnychych dystsyplin: posib. dlia stud. fizyko-matematychnoho f-ty ped. zakl. vyshch. osvity [Laser in teaching natural sciences: A manual for students of the physics-mathematics faculty of higher educational institutions]. Uman: Vizavi [in Ukrainian].

УДК 371.314.6

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-14>

ЦИФРОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБИ ЇХНЬОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ СТАРШОКЛАСНИКІВ

Рябець Сергій Іванович,

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри інформатики, програмування, штучного інтелекту та технологічної освіти

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-7426-1217

Осика Денис Олександрович,

здобувач ОС Магістр за спеціальністю 014 Середня освіта

(Трудове навчання та технології)

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0009-0002-5043-5822

Стаття присвячена проблемі формування цифрової компетентності учнів закладів загальної середньої освіти (ЗЗСО) в процесі трудової підготовки. Сучасний розвиток інформаційного суспільства вимагає ефективних підходів та застосування відповідних програмних засобів для реалізації завдань з підготовки молоді до існування в умовах всеохоплюючої цифровізації. Саме огляду сучасних програмних продуктів, що можуть бути використані на уроках технологій, присвячена дана робота. Зважаючи на те, що цифрова компетентність може бути реалізована у процесі застосуванні таких підходів, як комп'ютерно-асистоване проектування, програмування мікроконтролерів, робота з 3D-принтерами, використання програм для аналізу даних тощо, авторами були розглянуті можливості програм AutoCAD, Tinkercad, LEGO Mindstorms, Arduino, Microsoft Teams, Slack, Google Analytics, Tableau та наведені приклади їхньої реалізації на уроках технологій. У залежності від призначення конкретних програм їх можна використовувати для окремих етапів (видів робіт) проектної діяльності учнів або в цілому за увесь період навчання.

Крім того, наголошено, що використання 3D-принтерів дозволяє учням втілювати свої проекти в реальні фізичні об'єкти, що дає змогу глибше зрозуміти процеси дизайну та виробництва. На уроках 3D-принтери можуть бути використані у проектах з промислового дизайну, розробляти та створювати прототипи нових виробів із застосуванням відповідних програм 3D моделювання та цифрових інструментів, що, в свою чергу вимагає розуміння програмних продуктів та вміння ефективно застосовувати цифрові технології для вирішення практичних завдань. Отже, формування цифрової компетентності, зокрема на уроках технологій, охоплює знайомство з цифровими інструментами (програмами) для моделювання, проектування, візуалізації та аналітики (обробка даних, інтерпретація, оптимізація тощо). Опанування ж такими вміннями та навичками крім технічного розвитку учнів сприяють розвитку критичного мислення, здатності до інновацій та креативності, мотивації до самоосвіти та свідомого вибору майбутньої професії.

Ключові слова: цифрова компетентність, проектна діяльність, цифрові технології, учень, вчитель.

Ryabets Serhiy, Osyka Denys. Digital technologies and means of their implementation in labor training of old classes students

The article is devoted to the problem of formation of digital competence of students in ZZSO in the process of labor training. The modern development of the information society requires effective approaches and the use of appropriate software tools to implement the tasks of preparing young people for existence in the context of comprehensive digitalization. It is the review of modern software products that can be used in technology lessons that this work is devoted to. Due to the fact that digital competence can be realized by applying approaches such as computer-assisted design, programming microcontrollers, working with 3D-printerami, using programs for data analysis, etc., the authors considered the capabilities of AutoCAD, Tinkercad, LEGO Mindstorms, Arduino, Microsoft Teams, Slack, Google Analytics, Tableau and examples of their implementation in technology lessons. Depending on the purpose of specific programs, they can be used for individual stages (types of work) of project activities of students or for the whole period of study.

In addition, it is emphasized that the use of 3D printers allows students to translate their projects into real physical objects, which allows a deeper understanding of design and production processes. 3D printers can be used in industrial design projects, develop and prototype new products using appropriate 3D modeling programs and digital tools, which in turn requires an understanding of software products and the ability to effectively apply digital technologies to solve practical problems. Thus, the formation of digital competence, in particular in the lessons of technology, includes familiarity with digital tools (programs) for modeling, design, visualization and analytics (data processing, interpretation, optimization, etc.). Mastering such skills in addition to the technical development of students contribute to the development of critical thinking, ability to innovation and creativity, motivation for self-education and conscious choice of future profession.

Key words: digital competence, project activity, digital technology, student, teacher.

Вступ. Сучасний урок технологій має бути орієнтований на розвиток цифрової компетентності учнів, що вимагає інтеграції відповідних засобів навчання, які відповідають потребам динамічно змінюваного світу. Це стає особливо актуальним з огляду на оновлення державних освітніх стандартів «Нової української школи» [1; 2] та впровадження оновленого стандарту освітньої галузі «Технології» [3]. Ці зміни спрямовані на забезпечення глибокого і системного засвоєння учнями цифрових навичок, які є критично необхідними для їх успішної адаптації та конкурентоспроможності в сучасних умовах розвитку інформаційного суспільства. Отже, цифрова компетентність у даному контексті включає, насамперед, набір знань, умінь та навичок, які дозволяють учню впевнено та креативно використовувати цифрові технології для розв'язання практичних задач, комунікації, збору і аналізу інформації тощо. Цифрова компетентність, зокрема на уроках технологій, реалізується через знайомство з програмним забезпеченням для проектування, використання інструментів для моделювання й візуалізації, а також через засвоєння методів цифрового аналізу та обробки даних [4]. Ці програми можуть допомогти учням краще зрозуміти та застосувати знання в реальних проєктних задачах. Важливо, що ці навички сприяють не тільки технічному розвитку учнів, але й формують важливі життєві компетенції, такі як критичне мислення, здатність до інновацій та креативності.

Аналіз досліджень і публікацій. Серед вітчизняних діячів та науковців, які займалися питаннями компетентнісного підходу в освіті, в т.ч. формування цифрової компетентності, варто відзначити значний внесок Гаврілової Л. О. [5] (визначено сучасне розуміння педагогічного феномену «цифрової компетентності»), Гуцан Л. А. [6] (розкрито проблему використання компетентнісного підходу як основи нової освітньої парадигми), Калашникова Л. В. [7] (компетентнісний підхід розглядається як інноваційна технологія та наголошується, що формування професійної компетентності майбутніх фахівців відбувається під час саме профільної підготовки), Капелюхи А. Т. [8] (подані ефективні методи навчання і методичні прийоми формування інформаційно-цифрової компетентності), Коберника О. М., Терещука А. І. [9] (місце проєктної діяльності та засобів навчання в профільній підготовці з технологій), Стойки О.Я. [10] (висвітлено особливості формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх вчителів), Трифонової О.М. [11] (окреслені компоненти цифрової компетентності) та інші.

Проте, швидкий розвиток цифрових технологій вимагає своєчасних досліджень, реалізації технічних і програмних новинок, напрацювання відповідних методичних рекомендацій, зокрема в ЗЗСО.

Матеріали та метод. В нашій роботі були використані такі методи: аналіз наукових та методичних джерел, інтернет-ресурсів, перегляд програмних продуктів, узагальнення, систематизація.

Результати. На уроках технологій цифрова компетентність може бути реалізована через застосування таких підходів, як комп'ютерно-асистоване проектування, програмування мікроконтролерів, робота з 3D-принтерами, використання програм для аналізу даних та інших цифрових інструментів тощо [12].

Заняття мають бути побудовані таким чином, щоб учні могли не тільки використовувати інформацію, а й активно взаємодіяти з навчальним матеріалом, застосовувати його в практичних проєктах, вирішувати реальні проблеми та розвивати творчі здібності.

Крім того, важливим аспектом є залучення учнів до процесу критичного мислення через аналіз результатів своєї діяльності, оцінку ефективності використаних технологій та рефлексію над власним навчальним процесом. Це сприяє формуванню у старшокласників здатності до самоосвіти та неперервного професійного розвитку.

Тож далі пропонуємо аналіз програмних засобів, які можна застосувати на уроках технологій.

Програми комп'ютерно-асистованого дизайну. Ці інструменти дозволяють учням проєктувати, моделювати й візуалізувати складні об'єкти та структури й розвивати при цьому їхні інженерні навички та просторове мислення. Серед представників таких програм є **AutoCAD**, **Tinkercad** [13].

AutoCAD відкриває широкі можливості для учнів старших класів, дозволяючи їм зануритися у світ професійного дизайну та інженерії прямо на уроках технологій. Наприклад, в рамках проєкту з дизайну меблів учні можуть використовувати AutoCAD для створення детальних креслень стільців або столів. Вони вивчають, як зобразити різні види проєкцій об'єкта, включаючи план, фасад і розрізи, та як додавати виміри та анотації для повної візуалізації проєкту. Також AutoCAD може бути використаний для моделювання складніших об'єктів, як-от деталей машин або архітектурних елементів. Учні можуть експериментувати з матеріалами та текстурами, розраховувати навантаження та перевіряти стійкість конструкцій. Це допомагає їм краще розуміти фізичні властивості матеріалів та інженерні принципи, закладаючи фундамент для можливої інженерної кар'єри. У контексті реальних шкільних проєктів, таких як дизайн класної кімнати чи реконструкція шкільного подвір'я, учні можуть використовувати AutoCAD для візуалізації своїх ідей та представлення їх у вигляді професійних презентацій. Це дозволяє їм не просто бачити кінцевий результат їхньої праці в теоретичному аспекті, а й представляти свої проєкти зацікавленим сторонам, таким як адміністрація школи або потенційні інвестори, що розвиває їхні комунікативні навички та впевненість у публічних виступах.

Tinkercad, як інтуїтивно зрозуміла та доступна платформа для 3D моделювання, відіграє значну роль на уроках технологій у зануренні учнів старших класів у світ цифрових технологій. Завдяки своїй доступності та простоті використання, Tinkercad є ідеальним інструментом для початківців у галузі цифрового дизайну і моделювання, дозволяючи учням швидко освоїти основні принципи 3D моделювання та візуалізації [14]. Використання Tinkercad на уроках технологій може стати основою для проєктів, які розвивають цифрову компетентність шляхом створення моделей, які можна відразу ж перевірити за допомогою 3D друку [14]. Учні можуть проєктувати різноманітні об'єкти – від простих побутових предметів до складних механічних пристроїв. Це не тільки стимулює їх креативність, але й допомагає розвинути важливі навички в роботі з сучасними інженерними інструментами. Наприклад, учні можуть розробити дизайн функціонального пристрою або стільця, використовуючи Tinkercad для створення віртуальних моделей. Цей процес включає складання 3D моделі з базових форм, додавання необхідних деталей та адаптацію дизайну до реальних вимог й обмежень. Після завершення дизайну модель може бути відправлена на 3D-принтер, що дає учням змогу оцінити функціональність та естетику своїх проєктів у реальному світі.

Залучення учнів до *практичного програмування та розробки роботів* може стимулювати їх інтерес до технологій та інженерії, надаючи практичні знання та досвід у реалізації технологічних проєктів, що також розвиває їхню цифрову компетентність.

Так, програмний продукт Arduino є відкритою платформою для створення електроніки, яка забезпечує зручний та доступний вхід в світ програмування та електроніки для учнів усіх віко-

вих груп. Ця платформа дозволяє студентам реалізовувати проекти від простих до складних, залучаючи їх до активної роботи з 22 фізичними об'єктами через програмування та електроніку [15].

На уроках технологій використання Arduino може трансформувати традиційне навчання, наповнюючи його елементами інтерактивності та практичності. Учні можуть використовувати Arduino для створення різноманітних проектів, таких як автоматизовані пристрої, прості роботи, системи моніторингу довкілля або інтерактивні мистецькі інсталяції. Кожен проект ще й дає учням можливість вивчити основи програмування мови C++ за допомогою розробки скетчів (програм), які контролюють поведінку підключених до Arduino датчиків [16]. Наприклад, створення автоматизованої теплиці на уроках технологій може стати відмінним проектом, який включає в себе вимірювання температури та вологості з використанням відповідних датчиків, контроль освітленості через фоторезистори та автоматичний полив рослин за заданим графіком або у відповідь на зміни в умовах довкілля. Учні не тільки програмують логіку роботи системи, але й вчаться підключати електронні компоненти, інтегрувати їх в єдину систему та вирішувати практичні завдання, такі як забезпечення надійності з'єднань і запобігання помилок у роботі. Через роботу з Arduino учні розвивають важливі цифрові навички, включно з логічним та алгоритмічним мисленням, роботою з даними, інтерпретацією вимірювань з датчиків та розумінням принципів електроніки. Такий підхід сприяє не тільки технічному розумінню, але й стимулює креативність, адже учні вчаться створювати рішення для реальних проблем, що може бути застосовано як в академічних, так і в повсякденних ситуаціях [14].

LEGO Mindstorms є популярним набором для створення програмованих роботів, що базується на LEGO Technic з елементами механіки та електроніки. Він ідеально підходить для освітніх закладів, оскільки забезпечує практичний підхід до вивчення програмування, механіки та робототехніки. Використання LEGO Mindstorms на уроках технологій в ЗЗСО дозволяє учням не просто вчитися, а й безпосередньо застосовувати здобуті знання, стимулюючи їхній інтерес до інженерії та технологій [17]. На практиці, за допомогою LEGO Mindstorms, учні можуть конструювати власні роботизовані моделі, які виконують певні завдання або реагують на зовнішні стимули. Старшокласники можуть створити робота, здатного рухатись за заданим маршрутом або управлятися за допомогою дистанційного керування або сенсорів. Приклад використання цієї програми на уроках може включати проект, де учні проектують робота-сортувальника, що здатен розпізнавати та розподіляти предмети за кольором або розміром. Виконання такого проекту вимагає від учнів глибокого розуміння як механічних компонентів, так і програмування, включно з написанням коду, що керує датчиками та моторами. Цей процес вчить учнів не тільки базових принципів програмування і робототехніки, але й розвиває важливі цифрові навички, такі як алгоритмічне мислення, вирішення проблем, уміння працювати зі складними інтерфейсами й розуміння взаємодії програмного та апаратного забезпечення.

Платформи для співпраці та проектного управління. Ці інструменти сприяють розвитку навичок командної роботи, планування проектів та ефективної комунікації між учасниками, критично важливих для сучасного робочого середовища [18].

Microsoft Teams є платформою для спілкування та співпраці, яка може бути ефективно використана на уроках технологій в ЗЗСО для розширення можливостей цифрової компетентності учнів. Ця програма дозволяє створювати віртуальні класи, де учні та вчителі можуть обмінюватися повідомленнями, файлами, проводити відеоконференції та спільно працювати над документами в реальному часі. На уроках технологій Microsoft Teams може використовуватися для організації проектною роботи. Наприклад, учні можуть бути поділені на групи для розробки проектів, таких як дизайн нового шкільного майданчика або створення макета екологічно чистого будинку. Кожна група може мати свій канал у Microsoft Teams, де вони планують свої завдання, діляться ресурсами, обговорюють ідеї та зберігають усю проектну документа-

цію. Використання Microsoft Teams на таких уроках також сприяє розвитку важливих цифрових навичок. Учні навчаються ефективно використовувати інструменти для онлайн співпраці, такі як спільне редагування файлів Word або PowerPoint, яке Teams інтегрує через Office 365. Це включає навички управління версіями документів, роботу з коментарями та використання історії змін. Крім того, Microsoft Teams дозволяє вчителям створювати інтегровані відеолекції та презентації, які учні можуть переглядати в асинхронному форматі. Це дає змогу учням працювати за власним графіком, сприяючи розвитку самостійності та відповідальності за власне навчання.

Slack є популярною платформою для спілкування та координації роботи в командах, яка може бути ефективно використана на уроках технологій у ЗЗСО. Вона дозволяє створювати канали комунікації для різних проєктів або тем, де учні можуть обговорювати задачі, ділитися файлами та координувати свою роботу в реальному часі. Це сприяє не тільки покращенню комунікаційних навичок, але й розвитку цифрових компетентностей, таких як вміння ефективно користуватися сучасними інструментами комунікації та колаборації. На уроках технологій *Slack* можна використовувати для управління груповими проєктами. Наприклад, учитель може створити окремі канали для кожної проєктної групи учнів, де вони будуть обговорювати етапи роботи над моделлю створюваного об'єкта, планувати завдання та обмінюватися необхідними матеріалами та ресурсами. Використання такого інструменту допомагає учням організувати свою діяльність, вчитися плануванню та розподілу завдань, а також ефективно взаємодіяти в команді. Крім того, учні можуть використовувати *Slack* для швидкого отримання зворотного зв'язку від вчителя. Наприклад, вони можуть викладати фотографії своїх робіт або документи з проєктними пропозиціями у відповідний канал, де вчитель зможе оперативно переглядати їх та надавати конструктивні коментарі та поради. Це не тільки сприяє більш тісній взаємодії між учнями та вчителем, але й розвиває у старшокласників вміння працювати з цифровими інструментами обробки та представлення інформації.

Ще однією з подібних до *Slack* програм з управління проєктами є *Asana*. Цей інструмент зручно використовувати, наприклад при розробці архітектурного проєкту при розподілі завдань: одна група працює над дизайном, інша – над калькуляцією матеріалів, а третя – займається плануванням виконання проєкту. Учні вчать встановлювати дедлайни, призначати відповідальних осіб та відстежувати прогрес проєкту. Робота в цифровому середовищі навчає їх ефективно використовувати цифрові інструменти, захищати особисту інформацію та безпечно взаємодіяти в мережі.

Використання ж *3D-принтерів* дозволяє учням втілювати свої цифрові проєкти в реальні фізичні об'єкти, що дає змогу глибше зрозуміти процеси дизайну та виробництва [19]. Така новація на уроках технологій у ЗЗСО відкриває учням доступ до передових технологій, що є невід'ємною частиною сучасної промисловості та дизайну. Цей інструмент дозволяє перевести цифрові проєкти у фізичні об'єкти, що значно поглиблює розуміння учнями теоретичних концепцій шляхом їх практичного застосування [19]. На уроках технологій 3D принтери можуть бути використані для різноманітних цілей. Наприклад, у проєктах з промислового дизайну учні можуть розробляти та створювати прототипи нових виробів, таких як деталі для маленьких механізмів або корпуси для електронних пристроїв.

Використання 3D-принтерів також вчить учнів роботі з програмним забезпеченням для підготовки моделей до друку, включно з вибором параметрів заповнення, товщини стінок та оптимізацію конструкцій для забезпечення їх міцності та функціональності. Такі навички безпосередньо пов'язані з цифровою компетентністю, оскільки вимагають розуміння складних програмних інструментів та вміння ефективно застосовувати цифрові технології для вирішення практичних завдань.

Навчання учнів основам *аналізу даних та використанню спеціалізованих інструментів ана-*

літики допомагає їм краще розуміти та інтерпретувати великі обсяги інформації, що є необхідним у багатьох сферах діяльності [14].

Google Analytics – це інструмент вебаналітики, який надає детальну статистику щодо відвідувачів вебсайту. Його застосування на уроках технологій може значно розширити розуміння учнів про цифровий маркетинг, аналіз даних та інтернет-технології, розвиваючи їх цифрові компетентності. Так, *Google Analytics* може бути використаний для опанування методами збору та аналізу даних вебсайтів, які учні створюють як частину проєктних робіт. Наприклад, якщо клас працює над створенням вебсайту для віртуального підприємства, учні можуть інтегрувати *Google Analytics* для відстеження відвідувань, визначення джерел трафіку та поведінкових факторів користувачів. Це дозволить їм зрозуміти, які сторінки найбільш ефективні та як відвідувачі взаємодіють з контентом сайту. Застосування цього інструменту допомагає учням навчитися інтерпретувати цифрові дані, розуміти базові поняття цифрового маркетингу, такі як пошукова оптимізація, конверсії, воронка продажів та багато іншого. Вони вчать ставити гіпотези та тестувати їх, використовуючи реальні дані для підтвердження або спростування своїх ідей.

Tableau є потужним інструментом для візуалізації даних, що дозволяє користувачам легко створювати складні графіки та інтерактивні дашборди [20]. Цей інструмент може відіграти ключову роль на уроках технологій, допомагаючи учням розвивати цифрові навички через аналіз і візуалізацію даних. Використання *Tableau* може бути особливо ефективним у проєктах, де учні збирають дані через експерименти або дослідження: учні можуть провести дослідження ефективності різних матеріалів у будівельних проєктах, збирати дані щодо міцності, довговічності та вартості, а потім використовувати *Tableau* для візуалізації цих даних у формі графіків та діаграм, що дозволяє легко порівнювати характеристики. Ще один приклад використання *Tableau* – це аналіз впливу різних типів дизайнів на функціональність продукту. Учні можуть використовувати *Tableau* для створення дашбордів, які показують, як різні дизайни впливають на користувацькі оцінки або ефективність продукту, засновані на зібраних анкетах або тестуваннях. Крім того, використання *Tableau* допомагає учням розвивати важливі цифрові навички, такі як здатність до критичного мислення та аналітичного підходу до інформації [20].

Приклади фрагментів з практики проєктування з робототехніки на різних етапах реалізації.

На першому етапі при виборі теми майбутнього проєкту, учням було запропоновано створити власноруч розумного робота. Для пошуку інформації учні користувалися можливостями інтернету та аналізували пошук. Одним із завдань вимагалось створити таблицю, в яку учень вносив дані про роботів, та описував їх (рис. 1).

Вчитель опрацьовує з учнями прийоми пошуку та відбору інформації, використовуючи пошукові системи та виконуючи завдання зі створення таблиці. При цьому учні набувають вмінь працювати з інформацією в мережі інтернет, аналізувати її, враховуючи безпеку та захист.

На конструкторському етапі учням запропоновано реалізувати розробку схем за рахунок використання програм для графічного зображення. В даному випадку була використана програма *layout 6.0* (рис. 2). Створення такого шаблону не є складним, але потребує певних знань з використання програми.

Технологічний етап вимагає інтеграції набутих раніше теоретичних знань з практичними вміннями, що включає власне виготовлення робота.

На заключному етапі (захист проєкту) вчитель застосовує прийом використання комплексних завдань, адже учні створюють робота та потім роблять до нього презентацію (рис. 3), обираючи для цього, наприклад програмне забезпечення *PowerPoint*.

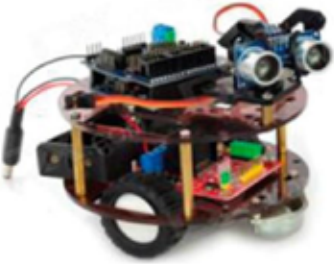
Варіанти конструкції розумного робота		
№	Зображення	Характеристики робота
1		<p>Двоколісна база із розташуванням універсального опорного колеса-ролика ззаду.</p> <p>Дві платформи для кріплення деталей.</p> <p>Ультразвуковий датчик встановлений на сервопривід для переміщення в горизонтальній площині.</p>
2		<p>Двоколісна база із розташуванням універсального опорного колеса-ролика спереду.</p> <p>Дві платформи для кріплення деталей.</p> <p>Ультразвуковий датчик встановлений для переміщення в горизонтальній площині.</p>
3		<p>Чотириколісна база. Дві платформи для кріплення деталей.</p> <p>Ультразвуковий датчик встановлений на сервопривід для переміщення в горизонтальній площині.</p>

Рис. 1. Таблиця варіантів конструкції розумного робота

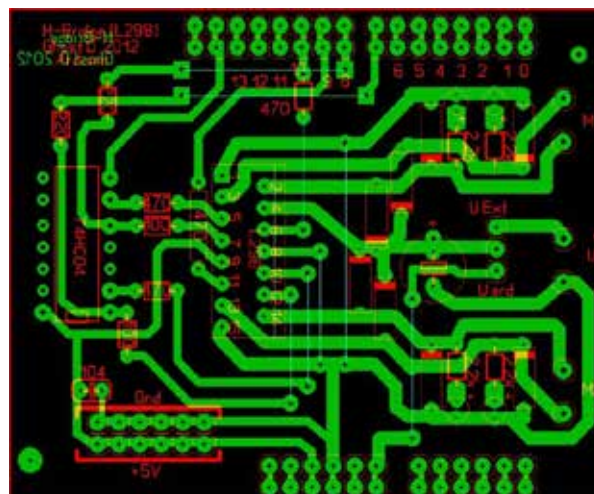


Рис. 2. Шаблон мікросхеми в layout 6.0



Рис. 3. Фрагмент презентації проєкту

Ця послідовність етапів підтримує інтеграцію цифрових технологій у освітній процес, забезпечуючи учням комплексний розвиток та вдосконалення їхніх технічних і цифрових компетентностей.

Висновки. Таким чином, застосування розглянутих цифрових засобів для освітнього процесу з технологій у ЗЗСО та відповідна практика проєктної діяльності, на наш погляд, сприятимуть ефективному формуванню цифрової компетентності учнів на уроках технологій. Саме через аналіз даних і створення візуалізацій у процесі проєктно-технологічної діяльності учні навчаються ідентифікувати тенденції, встановлювати зв'язки та робити обґрунтовані висновки. Вони також навчаються презентувати свої результати у зрозумілому та переконливому форматі, що є ключовим навиком у багатьох професійних сферах. Забезпечення ж якісної освіти у сфері цифрових технологій на уроках технологій є ключовим для підготовки молоді до ефективної діяльності у майбутньому.

Література:

1. Концепція Нової української школи. URL:// [www.kmu.gov.ua /.../ukrainska-shkola-compressed.pdf](http://www.kmu.gov.ua/.../ukrainska-shkola-compressed.pdf) (дата звернення 20.08.2024).
2. Концепція розвитку цифрових компетентностей до 2025 року. Розпорядження Кабінету Міністрів України № 167-р від 3 березня 2021 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text> (дата звернення 20.08.2024).
3. Технології (Рівень стандарту та профільний рівень). Навчальні програми для 10-11 класів. URL: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> (дата звернення 20.08.2024).
4. Рябець С.І., Осика Д.О. Основні підходи в реалізації цифрових технологій в проєктно-технологічній діяльності старшокласників. «Цифрова гуманістика: Інформаційні технології та інформаційне моделювання на сучасному етапі розвитку суспільства»: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 4–5 червня 2024 року, м. Кропивницький, 2024. С. 84–86.
5. Гаврілова Л., Топольник Я. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. *Інформаційні технології і засоби навчання*: наук. фах. вид. України. 2017. (№ 5). С. 1–14.
6. Гуцан Л. А. Компетентнісний підхід у сучасній освіті. *Компетентнісний підхід у позашкільній (неформальній, додатковій) освіті. Визначення ключових компетентностей учнів у міжнародних та українських освітніх стандартах*. URL: https://lib.iitta.gov.ua/2349/1/Gutsan_50025.pdf (дата звернення 18.04.24).
7. Калашникова Л.В., Руденко, Ю.Ю. Характеристика стадіальності впровадження компетентнісного підходу в освітню теорію та практику. *Наукові записки. Серія: Психологія*. 2. 2023, С. 29–38. URL: <https://journals.cusu.in.ua/index.php/psychology/article/view/216> (дата звернення 20.04.24).

8. Капелюха А. Т. Методи навчання і прийоми формування інформаційно-цифрової компетентності. *Онлайн ресурс Vseosvita*. 2020. URL: <https://vseosvita.ua/library/metodi-navcanna-i-prijomi-formuvanna-informacijno-cifrovoi-kompetentnosti-298288.html> (дата звернення 20.08.2024).
9. Коберник, О. М. Терещук А. І. Теорія і методика профільного технологічного навчання учнів в старшій школі: навч. посіб. Умань: ФОП. Жовтий, 2013. 365 с.
10. Стойка О. Я. Формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів в умовах дистанційного навчання. *Педагогічні науки: теорія та практика*. 2023. № 2. С. 66–72. <https://doi.org/10.26661/2786-5622-2023-2-10>.
11. Трифонова О.М. Методична система розвитку інформаційно-цифрової компетентності майбутніх фахівців комп'ютерних технологій у навчанні фізики і технічних дисциплін з закладів вищої освіти. МОН України; ЦДПУ ім. В. Винниченка. Кропивницький: ПП «Ексклюзив-Систем», 2019. 508 с.
12. Єременко Р. П. Застосування 3d принтерів в навчальних закладах. URL: <https://naurok.com.ua/zastosuvannya-3d-printeriv-v-navchalnih-zakladah-219477.html> (дата звернення 20.08.2024).
13. Дудник А. Сучасний стан і перспективи використання цифрових технологій в освіті. *Збірник матеріалів XI Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Наукова молодь-2023»* (Київ, 21 листопада 2023 р.). К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2023. С. 53–60.
14. Боско О. Упровадження STEM-проектів в освітній процес закладів професійної освіти. 2023. URL: <https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2023.pdf> (дата звернення 20.08.2024).
15. Мержевський Р. Можливості використання платформи Arduino у навчанні. *Збірник тез наукових доповідей студентів. Том 3. Природничі науки*. Бердянський державний педагогічний університет. 2020. С. 62–67.
16. Кривonos О.М. Платформа Andruino. Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: *матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції*. Черкаси, 2017. С. 223–225.
17. Кривonos О.М. Робототехніка в школі. Теорія і практика використання інформаційних технологій в навчальному процесі. К.: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2017. С. 90–91.
18. Кобиляцька М. Освітні платформи та сервіси для організації дистанційного навчання в умовах воєнного стану. ДПТНЗ "Професійний аграрний ліцей" м. Кобеляки 2022. URL: <https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2022/06/10.pdf> (дата звернення 20.08.2024).
19. Фещук Ю., Симонович Н. Впровадження технології 3-D друку в процес трудового навчання та технологій. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2022. 10(4). С. 42–47.
20. Рябець С., Рябець І. До питання цифрової візуалізації даних. *Цифрова трансформація освіти та науки: матеріали II Всеукраїнських науково-практичної конференції*, 14–15 берез. 2024 р. / Харків. нац. пед. ун-т ім. Г. С. Сковороди ; Харків, 2024. С. 102–104.

References:

1. Kontsepsiia Novoi ukrainskoi shkoly [Concept of the New Ukrainian School]. Retrieved from: <https://www.kmu.gov.ua/.../ukrainska-shkola-compressed.pdf> [in Ukrainian].
2. Kontsepsiia rozvytku tsyfrovyykh kompetentnostei do 2025 roku [Concept for the development of digital competencies until 2025]. Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy № 167-r vid 3 bereznia 2021 r. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/167-2021-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
3. Tekhnolohii (Riven standartu ta profilnyi riven). Navchalni prohramy dlia 10-11 klasiv [Technologies (Standard level and profile level). Training programs for grades 10-11]. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/ua/osvita/zagalna-serednya-osvita/navchalni-programi/navchalni-programi-dlya-10-11-klasiv> [in Ukrainian].
4. Riabets, S.I., & Osyka, D.O. (2024). Osnovni pidkhody v realizatsii tsyfrovyykh tekhnolohii v proiektno-tekhnolohichnii diialnosti starshoklasnykiv [The main approaches to the implementation of digital technologies in the design and technological activities of high school students]. *«Tsyfrova humanistyka: Informatsiini tekhnolohii ta informatsiine modeliuвання na suchasnomu etapi rozvytku suspilstva»*: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 4-5 chervnia 2024 roku, m. Kropyvnytskyi [in Ukrainian].
5. Havrilova, L., & Topolnyk, Ya. (2017). Tsyfrova kultura, tsyfrova hramotnist, tsyfrova kompetentnist yak suchasni osvichni fenomeni [Digital culture, digital literacy, digital competence as modern educational phenomenon]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia: nauk. fakh. vyd. Ukrainy*, 5, 1–14 [in Ukrainian].
6. Hutsan, L.A. (2013). *Kompetentnisnyi pidkhid u suchasni osviti. [Competence approach in modern education]. Kompetentnisnyi pidkhid u pozashkilni (neformalni, dodatkovii) osviti. Vyznachennia kliuchovykh kompetentnostei uchniv u mizhnarodnykh ta ukrainskykh osvitnikh standartakh*. Retrieved from: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/2349/1/Gutsan_50025.pdf [in Ukrainian].

7. Kalashnykova, L.V., & Rudenko, Yu.Iu. (2013). Kharakterystyka stadialnosti vprovadzhenia kompetentnisnogo pidkhodu v osvitu teoriiu ta praktyku. [Characterization of the stadiality of the introduction of the competence approach into educational theory and practice]. *Naukovi zapysky. Serii: Psykholohiia*, 2, 29–38. Retrieved from: <https://journals.cusu.in.ua/index.php/psychology/article/view/216> [in Ukrainian].
8. Kapeliukha, A.T. (2020). Metody navchannia i pryiony formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti. [Methods of training and methods of formation of information and digital competence]. Onlain resurs Vseosvita. Retrieved from: <https://vseosvita.ua/library/metodi-navcanna-i-prijomi-formuvanna-informacijno-cifrovoi-kompetentnosti-298288.html> [in Ukrainian].
9. Kobernyk, O.M., & Tereshchuk, A.I. (2013). *Teoriia i metodyka profilnoho tekhnolohichnoho navchannia uchniv v starshii shkoli [Theory and methodology of profile technological training of students in high school]* : navch. posib. Uman: FOP. Zhovtyi, 365 p. [in Ukrainian].
10. Stoika, O. Ya. (2023). Formuvannia informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv v umovakh dystantsiinoho navchannia [Formation of information and digital competence of future teachers in the conditions of distance learning]. *Pedahohichni nauky: teoriia ta praktyka*, 2, 66–72 [in Ukrainian].
11. Tryfonova, O.M. (2019). *Metodychna systema rozvytku informatsiino-tsyfrovoi kompetentnosti maibutnikh fakhivtsiv kompiuternykh tekhnolohii u navchanni fizyky i tekhnichnykh dystsyplin z zakladakh vyshchoi osvity. [Methodological system for the development of information and digital competence of future computer technology specialists in the teaching of physics and technical disciplines in higher education institutions]*. MON Ukrainy; TsDPU im. V. Vynnychenka. Kropyvnytskyi: PP «Ekskluziv-System, 508 p. [in Ukrainian].
12. Ieremenko, R. P. (2021). Zastosuvannia 3d printeriv v navchalnykh zakladakh. [Application of 3d printers in educational institutions]. Retrieved from: <https://naurok.com.ua/zastosuvannya-3d-printeriv-v-navchalnih-zakladah-219477.html> [in Ukrainian].
13. Dudnyk, A. (2023). Suchasnyi stan i perspektyvy vykorystannia tsyfrovyykh tekhnolohii v osviti. [The current state and prospects of using digital technologies in education]. *Zbirnyk materialiv KhI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii molodykh vchenykh «Naukova molod-2023»* (Kyiv, 21 lystopada 2023 r.). Kyiv: TsP «KOMPRYNT [in Ukrainian].
14. Bosko, O. (2023). Uprovadzhenia STEM-proiektiv v osvitu protses zakladiv profesiinoi osvity. [Implementation of STEM projects in the educational process of vocational education institutions]. Retrieved from: <https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2023.pdf> [in Ukrainian].
15. Merzhevskiy, R. (2020). Mozhlyvosti vykorystannia platformy Arduino u navchanni [Arduino Platform Learning Capabilities]. *Zbirnyk tez naukovykh dopovidei studentiv. Tom 3. Pryrodnychi nauky. Berdianskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet*, 62–67 [in Ukrainian].
16. Kryvonos, O.M. (2017). Platforma Andruino. [Andruino Platform]. Avtomatyzatsiia ta kompiuterno-intehrovani tekhnolohii u vyrobnytstvi ta osviti: stan, dosiahnennia, perspektyvy rozvytku: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii. Cherkasy [in Ukrainian].
17. Kryvonos, O.M. (2017). *Robototekhnika v shkoli. Teoriia i praktyka vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii v navchalnomu protsesi [Robotics in school. Theory and practice of using information technology in the educational process]*. Kyiv: Vyd-vo NPU imeni M.P. Drahomanova [in Ukrainian].
18. Kobyliatska, M. (2022). *Osvitni platformy ta servisy dlia orhanizatsii dystantsiinoho navchannia v umovakh voiennoho stanu. [Educational platforms and services for organizing distance learning under martial law]*. DPTNZ "Profesiyni ahrarnyi litsei" m. Kobeliaky. Retrieved from: <https://binpo.com.ua/wp-content/uploads/2022/06/10.pdf> [in Ukrainian].
21. Feshchuk, Yu., & Symonovych, N. (2022). Vprovadzhenia tekhnolohii 3-D druku v protses trudovoho navchannia ta tekhnolohii [Implementation of 3-D printing technology in the process of labor training and technology]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka*, 10(4), 42–47 [in Ukrainian].
19. Riabets, S., & Riabets, I. (2024). Do pytannia tsyfrovoy vizualizatsii danykh [On the issue of digital data visualization]. *Tsyfrova transformatsiia osvity ta nauky: materialy II Vseukrainskykh naukovo-praktychnoi konferentsii*, 14-15 berez. 2024 r. / Kharkiv. nats. ped. un-t im. H. S. Skovorody; Kharkiv [in Ukrainian].

УДК 378.147.88

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-15>

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОЄКТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОЗАУРОЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ В ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНІЙ ОСВІТІ

Садовий Микола Ілліч,

доктор педагогічних наук, професор,
професор кафедри математики та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-6582-6506
Scopus-Author ID: 57217117696

Трифорова Олена Михайлівна,

доктор педагогічних наук, професор
завідувач кафедри математики та цифрових технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-6146-9844
Scopus-Author ID: 57217117658

Губенко Владислав Андрійович,

керівник студії, інженер-електронік
Олександрійського педагогічного фахового коледжу імені В.О. Сухомлинського
ORCID ID: 0009-0001-6610-2320

Стрімкий розвиток технологій та суспільства в цілому вимагає перегляду та вдосконалення методик навчання та організації освітнього процесу в закладах професійної (професійно-технічної) освіти, зокрема і під час позаурочної роботи.

Актуальність використання проєктних технологій у позаурочній роботі в системі професійної (професійно-технічної) освіти обумовлена сучасними вимогами до підготовки кваліфікованих фахівців, здатних адаптуватися до швидкозмінних умов ринку праці. Проєктні технології, як інноваційний метод навчання, сприяють розвитку критичного мислення, креативності та навичок командної роботи, що є ключовими для ефективного виконання професійних обов'язків. Позаурочна робота надає можливість практичного застосування знань і навичок, отриманих в освітньому процесі, що підвищує мотивацію здобувачів освіти та їхню підготовку до реальних виробничих умов. Крім того, впровадження проєктних технологій у позаурочній роботі сприяє інтеграції освітнього процесу з потребами роботодавців, забезпечуючи тісніший зв'язок між теоретичним навчанням і практичною підготовкою фахівців.

Метою дослідження є виявлення та обґрунтування ролі проєктних технологій у підвищенні ефективності організації позаурочної роботи в системі професійної (професійно-технічної) освіти, а також розробка рекомендацій щодо їхнього впровадження для формування у здобувачів освіти практичних навичок, критичного мислення та готовності до професійної діяльності в умовах сучасного ринку праці.

Як приклад реалізації проєктних технологій у системі професійної (професійно-технічної) освіти у статті розглянуто проєкт «Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК». Проведені за підсумками використання розробленого стенду зрізи знань здобувачів освіти щодо будови комп'ютера показали позитивну динаміку знань здобувачів освіти.

Ключові слова: професійна (професійно-технічна) освіта, проєктні технології, позаурочна робота, цифрові технології, методика навчання, освітній процес.

Sadovyi Mykola, Tryfonova Olena, Hubenko Vladyslav. Peculiarities of the method of using project technologies in extracurricular activities in vocational and technical education

The rapid development of technologies and society as a whole requires revision and improvement of teaching methods and organization of the educational process in professional (vocational and technical) education institutions, in particular during extracurricular work.

The relevance of the use of project technologies in extracurricular work in the system of professional (vocational and technical) education is due to modern requirements for the training of qualified specialists who are able to adapt to the rapidly changing conditions of the labor market. Project technologies, as an innovative method of learning, contribute to the development of critical thinking, creativity and teamwork skills, which are key to the effective performance of professional duties. Extracurricular work provides an opportunity for practical application of knowledge and skills acquired in the educational process, which increases the motivation of students and their preparation for real industrial conditions. In addition, the implementation of project technologies in extracurricular work contributes to the integration of the educational process with the needs of employers, ensuring a closer connection between theoretical training and practical training of specialists.

The purpose of the study is to identify and substantiate the role of project technologies in increasing the effectiveness of the organization of extracurricular work in the system of professional (vocational and technical) education, as well as the development of recommendations for their implementation for the formation of students of education practical skills, critical thinking, and readiness for professional activity in the conditions of modern's labor market.

As an example of the implementation of project technologies in the system of professional (vocational and technical) education, the article considers the project "Research stand for mastering the principles of PC construction and operation". Based on the results of the use of the developed stand, slices of the knowledge of the students regarding the structure of the computer showed a positive dynamic of the knowledge of the students.

Key words: professional (vocational and technical) education, project technologies, extracurricular work, digital technologies, teaching methods, educational process.

Вступ. Професійна (професійно-технічна) освіта (П(ПТ)О) займає визначальне місце в системі освіти нашої держави. Згідно Закону України «Про професійну (професійно-технічну) освіту» та проекту нового Закону: «професійна (професійно-технічна) освіта є складовою системи освіти України. Вона включає комплекс психолого-педагогічних та організаційно-управлінських заходів, спрямованих на забезпечення єдності оволодіння здобувачами освіти знаннями, уміннями і навичками і безпосереднім їх перетворенням в практичний результат в обраній галузі професійної діяльності. В цілому це забезпечує розвиток компетентності та професіоналізму, виховання загальної та професійної культури відповідно до їх покликань, інтересів, здібностей, а також допрофесійну підготовку, перепідготовку, підвищення їх кваліфікації» [1, стаття 3].

Згідно Концепції стратегії повоєнного відновлення та розвитку України [2] однією з секторальних цілей є реалізація людського капіталу, який пройшов повноцінне навчання та перспективну професійну підготовку. При цьому однією з таких цілей відбудови та розвитку сучасного підприємництва є впровадження цифрових технологій.

Дослідниця І. Струтинська прогнозує, що доходи ІТ-галузі в Україні за три–п'ять років можуть збільшитися, а частка українського ІТ-сектору зросте до 10 % ВВП. Крім цього, Україна долучилася до Програми «Цифрова Європа», що триватиме до 2027 року [3].

Звідси впливає важливе значення П(ПТ)О, зокрема за спеціалізацією цифрові технології, особливо у повоєнному відновленні України. Роль закладів П(ПТ)О є надзвичайно важливою та багатогранною, оскільки цей освітній рівень готує фахівців, які безпосередньо сприятимуть економічному, соціальному й інфраструктурному відродженню країни.

Визначені перспективи в цілому вимагають перегляду та вдосконалення методики навчання й організації освітнього процесу в закладах П(ПТ)О. Особливе місце тут слід відвести такій важливій ланці освітнього процесу як позаурочна навчальна діяльність здобувачів освіти. Проведені нами дослідження [4; 5] переконливо свідчать про досить високу ефективність результатів позаурочного навчання за систематичного використання проектних технологій.

Актуальність використання проєктних технологій у позаурочній роботі в системі П(ПТ)О обумовлена сучасними вимогами до підготовки кваліфікованих фахівців, здатних адаптуватися до швидкозмінних умов ринку праці. Проєктні технології, як інноваційний метод навчання, сприяють розвитку критичного мислення, креативності та навичок командної роботи, що є ключовими для ефективного виконання професійних обов'язків. Позаурочна навчальна діяльність з практичного впровадження у виробничі проєкти набутих знань і навичок підвищує мотивацію здобувачів освіти та їхнє професійне становлення. До того ж упровадження проєктних технологій під час позаурочної практичної діяльності сприяє інтеграції освітнього процесу з потребами роботодавців, забезпечуючи тісніший зв'язок між теоретичним навчанням і практичною підготовкою фахівців.

Аналіз досліджень і публікацій. Як показують дослідження О. Коваленко, Н. Брюханової, З. Гирич, В. Кулешової, О. Прохорової, зміст освіти слід визначити як педагогічно адаптований соціальний досвід: педагогічно адаптовану систему знань способів діяльності інтелектуального і практичного характеру; досвід творчої діяльності та емоційно-ціннісне ставлення до світу або ж систему елементів соціального досвіду, віддзеркалену у видах і галузях діяльності, втілених у навчальних предметах і програмах позаурочної діяльності [6, с. 11].

Питанням методики проведення позаурочної навчальної діяльності здобувачів освіти займався О. Бугайов, С. Гончаренко, Р. Гуревич, С. Мазуренко та ін. багато вчених, вони розробляли наукові заходи націлені на визначення ролі позакласної та гурткової роботи, як засобу формування професійних навичок [7].

Формуванню методики запровадження проєктних технологій в освітній процес присвятили дослідження П. Атаманчук, З. Возна, В. Гайда, А. Дробін, М. Гордієнко, Н. Довмантович, М. Мартинюк, Т. Осадча, Л. Романов, В. Шарко та ін. [4; 5; 8].

Реалізації проєктних технологій під час навчання здобувачів освіти у закладах П(ПТ)О приділили увагу В. Аніщенко, М. Артюшина, Т. Герлянд, О. Глущенко, Н. Кулаласва, Т. Пашенко, Т. Пятничук, Л. Романов, Г. Романова, М. Шимановський [9; 10; 11] та ін. У вказаних дослідженнях не було приділено належної уваги комплексному вирішенню проблеми використання проєктних технологій у позаурочній діяльності в умовах нової парадигми освіти в Україні.

Матеріали та метод. Метою дослідження є виявлення й обґрунтування ролі проєктних технологій у підвищенні ефективності результатів позаурочної діяльності здобувачів освіти в П(ПТ)О.

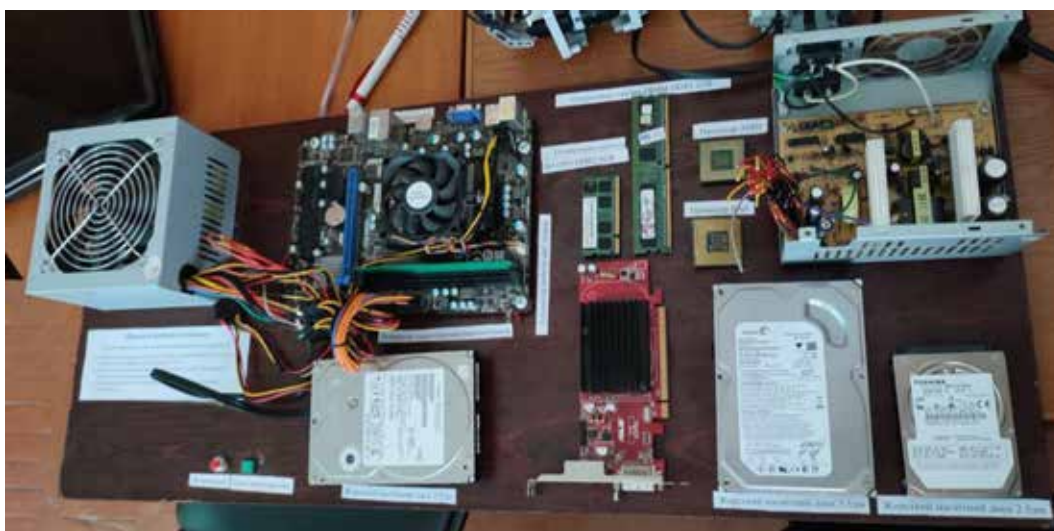
Для розкриття теми дослідження та досягнення його мети нами використані методи дослідження: аналіз наукової, методичної літератури; порівняльний аналіз різних методик організації позаурочної діяльності здобувачів освіти з акцентом на проєктні технології та узагальнення педагогічного досвіду застосування проєктних технологій у позаурочній діяльності.

Дослідження виконано відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри математики та цифрових технологій Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка та Лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному університеті імені Володимира Винниченка і є складовою теми: «Цифровізація освітнього середовища та STEM-технології (держ. реєстр. № 0122U201725, з 2022 р.)».

Результати. Позаурочна робота в закладах П(ПТ)О є важливою складовою освітнього процесу, що сприяє розвитку практичних навичок, формуванню професійних компетентностей та підвищенню мотивації здобувачів освіти. Однак традиційні підходи до організації цієї роботи часто не враховують індивідуальні потреби здобувачів освіти, що призводить до низького рівня активізації розумової діяльності. Використання ж проєктних технологій дозволяє вирішити цю проблему завдяки інтеграції теоретичних знань і практичних здобутків у межах реальних професійних ситуацій.

Проектні технології, як одна з найбільш сучасних та ефективних форм організації й проведення освітнього процесу, передбачають виконання здобувачами освіти комплексних завдань, що вимагають застосування отриманих знань на практиці. Такі завдання сприяють розвитку критичного мислення, навичок самостійного прийняття рішень, роботи в команді, а також підвищують інтерес до навчання. Проектні технології є особливо актуальними в умовах організації освітнього процесу в системі П(ПТ)О в позаурочний час, де є потенціальні можливості у здобувачів освіти не лише засвоїти теоретичний матеріал, але й навчитися застосовувати його в реальних професійних умовах.

Як приклад реалізації проектних технологій в системі П(ПТ)О ми пропонуємо розглянути виконаний в межах магістерського дослідження Владислава Губенка (наук. керівник: д.пед.н., проф. О.М. Трифонова) на тему «Методичні засади використання інтерактивних технологій під час навчання професійно-орієнтованих дисциплін (спеціалізація цифрові технології)» проект «Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК» (рис. 1).



**Рис. 1. Зовнішній вигляд стенду
«Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК»**

Під час виконання зазначеного проекту були враховані вимоги до оформлення стенду «Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК», що включають дотримання трьох основних аспектів (рис. 2).



**Рис. 2. Основні аспекти створення та оформлення проекту
«Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК»**

Функціональні вимоги мають відповідати ряду положень [12]. З метою привернення уваги до стилю його дизайн має бути [12] яскравим і відповідати стилю. Стенди, виготовлені з сучасних матеріалів, є компактними та гармонійно поєднуються з інтер'єром будь-якого приміщення. Вони не тільки ефективно передають необхідну інформацію здобувачам освіти, але й здатні оновити дизайн аудиторії.

Виготовлений діючий стенд «Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК» призначений для поглибленого вивчення будови комп'ютера за допомогою динамічної наочності, збільшує можливості засобів інтерактивного навчання для предметів, в яких розглядається будова комп'ютерів.

Використання динамічної наочності при вивченні будови комп'ютера є ключовим елементом ефективного освоєння навчального матеріалу. Динамічна наочність включає в себе використання різних візуальних та інтерактивних засобів, які дозволяють здобувачам освіти бачити та розуміти принципи роботи комп'ютерних систем.

Саме на цьому стенді (рис. 3) здобувач освіти зможе провести експерименти щодо заміни компонентів комп'ютера, на власні очі переконатися в результатах своєї діяльності. Викладач може створювати штучні несправності та давати здобувачам освіти можливість відновлення його працездатності, також завдяки додатковим компонентам у комплекті даного стенду здобувачі освіти мають можливість візуально і тактильно ознайомитись з іншими частинами персонального комп'ютера, які вже є застарілими або більш новішими, та аналоговими запчастинами. Також у комплекті до стенда присутні такі розібрані компоненти як магнітний жорсткий диск, відео карта, процесор без кришки, блок живлення, що допомагає в ознайомленні з будовою та принципом роботи окремих компонентів (рис. 3).



Рис. 3. Структура стенду

Розроблений «Дослідницький стенд для освоєння принципів будови та роботи ПК» є прикладом розроблення методики використання проектних технологій у позаурочній діяльності для підвищення ефективності професійного становлення.

Проведені за підсумками використання розробленого стенду зрізи знань здобувачів освіти під час педагогічної практики в Олександрійському професійному коледжі, зокрема з питань будови комп'ютера показали їхню позитивну динаміку (рис. 4).



Рис. 4. Діаграма знань здобувачів освіти щодо будови комп'ютера

Аналогічні дослідження інших студентів під час проведення виробничих практик із впровадження проєктних технологій у різних закладах освіти показали їх високу ефективність у підвищенні якості знань здобувачів освіти і визначальну роль у цьому позаурочної діяльності. Зокрема, здобувачі освіти, залучені до проєктної діяльності, демонструють кращі результати в навчанні, вищий рівень мотивації та задоволеності освітнім процесом. Крім того, проєктна діяльність дозволяє їм краще зрозуміти професійні реалії, що сприяє підвищенню їхньої фахової підготовки. Саме тому реалізація проєктних технологій є важливою для системи П(ПТ)О.

Висновки. Отже, результати упровадження особливостей методики використання проєктних технологій у позаурочній діяльності в П(ПТ)О підтверджують доцільність і необхідність широкого їх використання в системі П(ПТ)О. Для забезпечення успіху таких ініціатив необхідно розробити відповідні методичні рекомендації для педагогів, забезпечити їх навчання і підтримку, а також створити умови для реалізації проєктної діяльності у закладах П(ПТ)О. Це дозволить підвищити ефективність освітнього процесу, забезпечити розвиток професійних компетентностей здобувачів освіти та сприяти їхній адаптації до сучасних вимог ринку праці.

Література:

1. Закон України «Про професійну (професійно-технічну) освіту». 1998 (редакція від 06.05.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text>.
2. Концепція стратегії повоєнного відновлення та розвитку України. Національний інститут стратегічних досліджень. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-05/stratvidnovlennya-koncept-v2.pdf?_cf_chl_tk=8H8jp87EkWO2CrYT0ymfxgV.5UUcpMRcW0NGRtCi_y4-1724693833-0.0.1.1-4927.
3. Струтинська І., Панасюк Н. Перспективи цифрової трансформації в Україні. *ICViTS-2022*. Тернопіль, ФОП Паляниця, 2022. С. 65–67.
4. Садовий М.І., Соменко Д.В., Трифонова О.М., Доброван К.М. Розвиток техніко-технологічної компетентності під час виконання навчального проєкту з використанням цифрових ресурсів. *Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти*. Кропивницький, 2023. Вип. 1. С. 41–47.
5. Трифонова О.М., Колесніченко Ю.В., Садовий М.І., Соменко Д.В. Методика навчання мультимедійних графічних пакетів та систем автоматичного проєктування в умовах дистанційної освіти. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 58, Т. 2. С. 135–140.
6. Коваленко О.Е., Брюханова Н.О., Гирич З.І., Кулешова В.В., Прохорова О.О. Дидактичні основи професійної освіти: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів інженерно-педагогічних спеціальностей. Харків: Контраст, 2008. 144 с.

7. Позакласна та гурткова робота як засіб формування професійних навичок: матер. доп. (тез) учасників наук.-метод. конф., 11.02.2021 / за наук. ред. канд. техн. наук А.В. Хомича, викладача методиста Т.П. Герасимик-Чернової / упорядники Т.П. Кузьмич, Н.П. Літвинчук. Любешів, 2021. 63 с.
8. Гайда В.Я. Формування самоосвітньої компетентності учнів на засадах сталого розвитку в процесі реалізації навчальних проєктів. *Educational Processes Management: Development in Reform Context*: monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021. С. 36–46.
9. Проєктні технології навчання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників : тези наук.-практ. семінару. ІХ Міжнародна виставка «Інноватика в сучасній освіті-2017», 25 жовт. 2017 р. Київ : ІПТО НАПН України, 2017. 86 с.
10. Проєктні технології навчання учнів професійно-технічних навчальних закладів: довідник / [Глушченко О.В., Романов Л.А., Пашченко Т.М., Пятничук Т.В., Шимановський М.М.]; за заг. ред. Л.А. Романова. Житомир: Полісся, 2019. 126 с. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/720947/1/14_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97_%D0%94%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf.
11. Теорія і практика проєктного навчання у професійно-технічних навчальних закладах. монографія / В.М. Аніщенко, М.В. Артюшина, Т.М. Герлянд, Н.В. Кулалаєва, Г.М. Романова, М.М. Шимановський та ін.; за заг. ред. Н.В. Кулалаєвої. Житомир: Полісся, 2019. 208 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/718498/1/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%201.pdf>.
12. Оформлення інформаційно стенду: методичні рекомендації / укл.: Л.В. Гріщенко; ред. О.В. Шульга. Черкаси: КЗ «РОМЦ БКР», 2014. 16 с.

References:

1. Zakon Ukrainy «Pro profesiynu (profesiyno-tekhnichnu) osvitu» (1998) [Law of Ukraine «On Professional (Vocational and Technical) Education»] (redaktsiya vid 06.05.2023). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/103/98-%D0%B2%D1%80#Text> [in Ukrainian].
2. Kontseptsiya stratehiyi povoyennoho vidnovlennya ta rozvytku Ukrainy. (2022) [The concept of the post-war recovery and development strategy of Ukraine]. Natsional'nyy instytut stratehichnykh doslidzhen. Retrieved from: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2022-05/stratvidnovlennya-koncept-v2.pdf?_cf_chl_tk=8H8jp87EkWO2CrYT0ymfxgV.5UUcpMRcW0NGRtCi_y4-1724693833-0.0.1.1-4927 [in Ukrainian].
3. Strutyn's'ka, I., & Panasyuk, N. (2022) Perspektyvy tsyfrovoyi transformatsiyi v Ukraini [Prospects of digital transformation in Ukraine]. *ICBuTS-2022*. Ternopil, S. 65–67 [in Ukrainian].
4. Sadovyiy, M.I., Somenko, D.V., Tryfonova, O.M., Dobrovan, K.M. (2023) Rozvytok tekhniko-tekhnologichnoyi kompetentnosti pid chas vykonannya navchal'noho proyektu z vykorystanniam tsyfrovyykh resursiv [Development of technical and technological competence during the implementation of an educational project using digital resources]. *Naukovi zapysky. Seriya: Problemy pryrodnycho-matematychnoyi, tekhnologichnoyi ta profesiynoyi osvity*. Kropyvnyts'kyy. Vyp. 1. S. 41–47 [in Ukrainian].
5. Tryfonova, O.M., Kolesnichenko, YU.V., Sadovyiy, M.I., & Somenko, D.V. (2023). Metodyka navchannya mul'tymediynykh hrafichnykh paketiv ta system avtomatychnoho proyektuvannya v umovakh dystantsiyanoi osvity [Teaching methods of multimedia graphic packages and automatic design systems in the conditions of distance education]. *Innovatsiyina pedahohika*. Vyp. 58, T. 2. S. 135–140 [in Ukrainian].
6. Kovalenko, O.E., Bryukhanova, N.O., Hyrych, Z.I., Kuleshova, V.V., & Prokhorova, O.O. (2008). *Dydaktychni osnovy profesiynoyi osvity [Didactic foundations of professional education]*. Kharkiv: Kontrast. 144 s. [in Ukrainian].
7. Pozaklasna ta hurtkova robota yak zasib formuvannya profesiynykh navychok (2021) [Extracurricular and group work as a means of forming professional skills]. Lyubeshiv. 63 s. [in Ukrainian].
8. Hayda, V.YA. (2021). Formuvannya samoosvitn'oyi kompetentnosti uchniv na zasadakh staloho rozvytku v protsesi realizatsiyi navchal'nykh proektiv [Formation of self-educational competence of students on the basis of sustainable development in the process of implementation of educational projects]. *Educational Processes Management: Development in Reform Context*. S. 36–46 [in Ukrainian].
9. Proektne tekhnolohiyi navchannya u profesiynyi pidhotovtsi maybutnikh kvalifikovanykh robitnykiv (2017) [Design technologies of training in professional training of future skilled workers: theses of science and practice]: tezy nauk.-prakt. seminaru. IKH Mizhnarodna vystavka «Innovatyka v suchasniy osviti-2017». 86 s. [in Ukrainian].
10. Hlushchenko, O.V., Romanov, L.A., Pashchenko, T.M., Pyatnychuk, T.V., & Shymanovs'kyy, M.M. (2019). *Proektne tekhnolohiyi navchannya uchniv profesiyno-tekhnichnykh navchal'nykh zakladiv [Design technologies of training students of vocational and technical educational institutions]*. Zhytomyr: Polissya.

126 s. Retrieved from: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/720947/1/14_%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%BD%D1%96_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97_%D0%94%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf [in Ukrainian].

11. Anishchenko, V.M., Artyushyna, M.V., Herlyand, T.M., Kulalayeva, N.V., Romanova, H.M., & Shymanovs'kyi, M.M. (2019) *Teoriya i praktyka proektnoho navchannya u profesiyno-tekhnichnykh navchal'nykh zakladakh* [Theory and practice of project-based learning in vocational and technical educational institutions]. Zhytomyr: Polissya. 208 s. Retrieved from: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/718498/1/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0%201.pdf> [in Ukrainian].

12. Hrishchenko, L.V. (2014). *Oformlennya informatsiyno stendu* [Designing the information stand]. Cherkasy: ROMTS BKR. 16 s. [in Ukrainian].

УДК 37.02:378.1+53.07+004

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-16>

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ ЗАСАДИ УПРОВАДЖЕННЯ ЗАСОБІВ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ У НАВЧАННІ ФІЗИКИ

Сальник Ірина Володимирівна,

доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри природничих наук
і методик їхнього навчання

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0003-1117-9862

Фоменко Олена Володимирівна,

здобувачка ступеня доктора філософії

Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-6407-1305

У статті досліджуються психолого-педагогічні основи впровадження засобів доповненої реальності (AR) в освітній процес з фізики. Автори детально аналізують, як технології доповненої реальності та мобільної доповненої реальності (MAR) впливають на пізнавальні процеси учнів. Увага приділена особливостям організації освітнього процесу, де використовуються засоби AR, питанням адаптації навчального матеріалу під нові візуальні та інтерактивні форми подачі інформації. У статті обґрунтовано, що засоби доповненої реальності сприяють створенню більш динамічного і доступного середовища для вивчення складних фізичних явищ, полегшують абстрактні поняття за допомогою візуалізації, а також створюють умови середовища з особливим типом спілкування, що поєднує позитивні сторони традиційного навчання та віртуального середовища, сприяють розвитку критичного мислення та творчих здібностей.

З точки зору педагогічної теорії, AR-технології дозволяють диференціювати підхід до навчання, забезпечуючи можливість індивідуалізації навчального процесу. Відзначається, що учні з різними стилями навчання, такими як візуальний чи кінетичний, а також різної вікової категорії отримують рівні можливості для засвоєння матеріалу. Позитивно оцінюється також підвищення мотивації учнів до вивчення фізики завдяки інтерактивності та новизні технологій AR, що створюють ефект занурення.

У статті також розглянуто практичні аспекти інтеграції доповненої реальності в навчання. Описані приклади використання інструментів таких платформ як BookVAR ARBook, які можуть бути застосовані на уроках фізики, а також обговорено можливі виклики, з якими можуть стикнутися педагоги при впровадженні цієї технології.

Висновки статті наголошують на значному потенціалі доповненої реальності як інструменту підвищення якості навчання фізики, водночас підкреслюючи важливість врахування психолого-педагогічних аспектів для досягнення максимальної ефективності від впровадження цих інноваційних технологій.

Ключові слова: доповнена реальність, сучасні технології навчання, освітній процес з фізики, методичні підходи до навчання фізики, імерсивні технології навчання.

Salnyk Iryna, Fomenko Olena. Psychological and pedagogical fundamentals of introducing augmented reality in teaching physics

The article explores the psychological and pedagogical foundations for the implementation of augmented reality (AR) tools in the educational process of physics. The authors provide a detailed analysis of how augmented reality and mobile augmented reality (MAR) technologies affect students' cognitive processes. Attention is given to the features of organizing the educational process where AR tools are used, as well as to the issues of adapting educational materials to new visual and interactive forms of information presentation. The article argues that augmented reality tools contribute to the creation of a more dynamic and accessible environment for studying complex physical phenomena, facilitate the comprehension of abstract concepts through visualization, and create a unique communicative environment that combines the strengths of traditional learning and virtual environments, promoting the development of critical thinking and creative abilities.

From a pedagogical theory perspective, AR technologies enable a differentiated approach to learning, providing opportunities for individualization of the learning process. It is noted that students with different learning styles, such as visual or kinesthetic, as well as those of various age groups, receive equal opportunities for mastering the material. The article also positively evaluates the increase in students' motivation to study physics due to the interactivity and novelty of AR technologies, which create an immersive effect.

The article also addresses the practical aspects of integrating augmented reality into education. Examples of using tools from platforms such as BookVAR ARBook, which can be applied in physics lessons, are described, and potential challenges that educators may face when implementing this technology are discussed.

The conclusions of the article emphasize the significant potential of augmented reality as a tool for enhancing the quality of physics education, while highlighting the importance of considering psychological and pedagogical aspects to achieve maximum effectiveness in the implementation of these innovative technologies.

Key words: *augmented reality, modern learning technologies, educational process in physics, methodical approaches to learning physics, immersive learning technologies.*

Вступ. Сучасна динаміка розвитку технологій змінює парадигми навчання, відкриваючи перед освітніми системами нові перспективи та можливості. Проблеми у навчанні природничих дисциплін, зокрема фізики, що пов'язані із зниженням інтересу учнів та студентів до вивчення науки взагалі, створюють підґрунтя для пошуку нових, інноваційних підходів.

У цьому контексті запровадження віртуальної і доповненої реальності, штучного інтелекту та інших новітніх засобів може відігравати ключову роль, допомагаючи створити захоплююче, інтерактивне та вдосконалене освітнє середовище. Розуміння та дослідження застосувань сучасних інноваційних технологій в навчанні фізики дозволить визначити їхній потенціал та оптимальні напрями впровадження для досягнення найкращих педагогічних результатів.

Концепція змішування (blending (augmenting)) віртуальних даних – інформації, мультимедіа та навіть живих дій – з тим, що ми бачимо в реальному світі, виявилась потужним засобом для покращення сприйняття інформації (immersive), яку ми отримуємо завдяки нашим органами чуття.

Вираз «доповнена реальність» (AR) приписують колишньому досліднику Boeing Тому Коделлу (Tom Caudell), який, як вважають, увів цей термін у 1990 році. Доповнена реальність сама по собі старша за сам термін; перші застосування AR з'явилися наприкінці 60–70-х років минулого століття. До 1990-х років доповнену реальність почали використовувати деякі великі компанії з метою візуалізації, навчання та для інших цілей. Тепер технології, які роблять можливою доповнену реальність, достатньо потужні та компактні, щоб надавати досвід AR на персональних комп'ютерах і мобільних пристроях.

Перші мобільні додатки почали з'являтися ще у 2008 році. Бездротові мобільні пристрої все більше просувають цю технологію в мобільний простір, де програми пропонують багато перспектив не лише для бізнесу та розваг, а й у галузі освіти. Незважаючи на те, що мобільні пристрої мають більше обмежень порівняно з комп'ютерами, вони мають камери, безліч датчиків та обчислювальних ресурсів, які можна використовувати для розробки більш складних додатків мобільної AR (MAR). Удосконалення інтерфейсів взаємодії людини з комп'ютером, мобільних обчислень, мобільних хмарних обчислень, розуміння ландшафту, комп'ютерного бачення, мережевого кешування та зв'язку між пристроями створили новий досвід для користувачів, який покращує спосіб отримання, взаємодії та відображення інформації у світі, який нас оточує. Тепер ми можемо поєднувати інформацію з наших органів чуття та мобільних пристроїв безліччю способів, які раніше були неможливими.

Розглянувши дослідження, що були проведені [1–5] та стосувалися теоретичних та технічних аспектів упровадження засобів доповненої реальності, ми можемо стверджувати, що MAR здатні поєднувати реальні та віртуальні об'єкти в реальному середовищі, запускати та відображати доповнений перегляд на мобільному пристрої, є інтерактивною технологією, що працює у реальному часі.

Мобільний додаток можна класифікувати як додаток MAR, якщо він має такі характеристики [6]:

Вхід: враховує різні датчики пристрою (камера, гіроскоп, мікрофон, GPS), а також будь-які супутні пристрої.

Обробка: визначає тип інформації, яка буде відображатися на екрані мобільного пристрою. Для цього може знадобитися доступ, який зберігається локально на пристрої або у віддаленій базі даних.

Вихід: проєктує свій вихід на екран мобільного пристрою разом із поточним виглядом користувача (тобто доповнює реальність користувача).

Протягом останніх років було розроблено багато специфічних MAR-додатків для конкретних випадків, більшість із яких у сферах туризму, культури та освіти. Освіта – це той напрям, в якому MAR знаходить досить широке використання.

Донедавна доповнена реальність (AR) була однією з найновіших технологій, яка пропонує новий спосіб навчання. У зв'язку зі зростанням популярності мобільних пристроїв у всьому світі, широке використання MAR стало дуже поширеним явищем.

Аналіз досліджень і публікацій. Проблеми використання засобів доповненої реальності в освіті є предметом дослідження багатьох науковців як в Україні (Модло Є.О., Єчкало Ю.В., Семеріков С.О., Ткачук В.В. [7], Гончарова Н.О. [8], Литвинова С.Г. [9, 10], Сороко Н.В. [11], Гриб'юк О.О., Дементієвська Н.П., Соколюк О.М., Слободяник О.В. [12] та ін.), так і за кордоном. Варто відзначити, що за останні роки кількість таких досліджень зростає. За даними відкритого архіву наукових робіт «Дипломні та дисертаційні роботи у відкритому доступі» (Open Access Theses and Dissertations, OATD) за ключовими словами «доповнена і віртуальна реальність в освіті»: з 1997 року по 2001 рік представлено всього 29 досліджень, з 2002 р. по 2006 р. – 143, з 2007 р. по 2011 р. – 428, з 2012 р. по 2016 р. – 1137, з 2017 р. по 2021 р. – 1887 [12, с. 15], що безперечно демонструє актуальність та сучасність напрямку нашого дослідження.

Обговорюючи педагогічний потенціал, який AR може привнести в освітню систему, М. Бауер та ін. [13] припускають, що вчителям та викладачам важливо продовжувати оновлювати свої знання про технології AR, щоб підготувати себе та свої класи до майбутніх розробок. В цьому ж напрямі проводить дослідження Литвинова С.Г. [9], яка на основі узагальнення та систематизації наукових та науково-методичних джерел обґрунтовує та пропонує процедуру використання AR на прикладі навчання фізики. У своєму дослідженні Сороко Н.В. [11] визначає важливість запровадження VR та AR з метою запровадження підходів STEM в умовах дистанційного та змішаного навчання. Г. Кутроманос та ін. [14] опублікували великий огляд літератури про AR та неформальне освітнє середовище. У статті також представлено кілька висновків дослідження, які демонструють позитивні результати навчання з використанням AR. Проведене нами дослідження [15] показало, що моделі та явища, розроблені у VR та AR, можуть значно підвищити увагу та сприйняття учнів та студентів. VR і AR дозволяють співпрацювати та працювати в команді, пропонують інноваційний простір і покращують кінестетичні, візуальні та тривимірні навички здобувачів освіти.

В багатьох дослідженнях підкреслюється також важливість вивчення тих проблем, які негативно впливають на користувачів віртуальної та доповненої реальності, що дозволить винахідникам створювати нешкідливі адаптивні освітні середовища AR. У цьому аспекті, ми також ставимо акцент на необхідності приділення уваги дизайну освітніх засобів, оскільки освітній продукт має бути не просто інструментом, з яким цікаво працювати, а й засобом навчання. Особливого загострюється ця проблема під час вивчення фізики та інших природничих дисциплін – досягнення рівноваги між бажанням учня просто пограти в середовищі AR і здатністю цього середовища надавати знання та формувати навички.

Отже, аналіз проблеми дослідження показує, що технологія доповненої реальності досягла такого рівня, коли її можна застосовувати в набагато ширшому діапазоні областей застосування, і освіта є сферою, де ця технологія може бути особливо цінною.

Мета статті: на основі аналіз психологічних та дидактичних засад використання доповненої реальності запропонувати методичні підходи їх упровадження в освітньому процесі з фізики.

Матеріали та метод. Під час дослідження використовувався комплекс методів: аналіз наукової і методичної літератури, дисертаційних досліджень, навчальних програм, підручників і навчальних посібників; узагальнення – з метою визначення понятійного апарату дослідження, формулювання висновків, виявлення методичних особливостей реалізації диференційованого та інтегративного підходів.

Результати дослідження. Освітній досвід, який пропонує доповнена реальність, відрізняється з кількох причин, зокрема:

- підтримується постійна взаємодія між реальним і віртуальним середовищами, що розширює межі сприйняття та занурення учнів в освітній простір ;
- можливість використовувати матеріальний інтерфейс для маніпулювання віртуальними об'єктами, що створює умови для командної роботи у спільному освітньому середовищі;
- можливість плавного переходу між реальністю та віртуальністю, що не дозволяє учням втратити відчуття реального освітнього простору.

Дослідження в галузі педагогіки та психології доводять, що учні краще працюють разом, якщо вони зосереджені на спільному робочому просторі. Але цього важко досягти в комп'ютерному класі, де діти, як правило працюють за окремими комп'ютерами. Навіть якщо сидіти за одним комп'ютером, шаблони групового спілкування відрізняються від тих, коли учні працюють за одним столом над однією інформацією. Коли студенти працюють за столом, простір між ними використовується для обміну сигналами спілкування, такими як погляд, жести та невербальна поведінка. Якщо люди говорять про предмети розташовані на столі, то простір завдань є підмножиною простору спілкування. Співучасники можуть бачити один одного та спільні сигнали спілкування одночасно з об'єктами, які вони обговорюють. Однак, коли користувачі співпрацюють перед екраном комп'ютера, вони часто сидять пліч-о-пліч, але їхня увага зосереджена на просторі екрана. У цьому випадку простір завдань є частиною екранного простору і відокремлений від простору міжособистісного спілкування.

В інтерфейсі доповненої реальності учні можуть сидіти за столом і одночасно бачити один одного та віртуальний об'єкт, який знаходиться посеред них. Це призводить до поведінки спілкування, яка більше схожа на природну особистісну співпрацю, ніж на екранну співпрацю [16]. Отже, середовище доповненої реальності розширюючи можливості спостереження об'єктів за рахунок віртуальної складової, залишає важливі характеристики реального освітнього середовища, що пов'язані із особливостями взаємодії його учасників.

Відомо, що у закладах освіти для передачі навчальної інформації зазвичай використовуються засоби навчання різного виду. Особливе місце серед них займають різні фізичні об'єкти, які підтримують співпрацю як своїм зовнішнім виглядом, фізичними та просторовими можливостями, якими вони наділені, їх використанням як семантичних образів, так і своєю здатністю допомагати концентрувати увагу. У доповненій реальності існує тісний зв'язок між віртуальними та фізичними об'єктами. Програми AR використовують фізичні об'єкти для інтуїтивно зрозумілого керування віртуальною інформацією. Крім того, такі програми дають можливість значно покращити й самі фізичні об'єкти, наділивши їх додатковими можливостями, наприклад, шляхом динамічного накладання інформації, відображення різного виду даних, контекстно-залежного візуального вигляду та фізичної взаємодії. Таким чином, усі (в тому числі маленькі діти), хто користується доповненою реальністю, навіть не маючи значного досвіду

роботи з комп'ютером, можуть мати багатий інтерактивний та освітній досвід: наприклад, маніпулювати тривимірними віртуальними об'єктами, просто переміщуючи реальні картки, до яких прикріплені віртуальні моделі, або спостерігати віртуальні об'єкти, простим наведенням камери пристрою на предмет чи напис, тощо.

AR має здатність захоплювати кінестетичне навчання. Крім того, оскільки AR використовує 3D-реєстрацію віртуальних і реальних об'єктів, це може дозволити користувачеві переглядати навчальний контент у 3D-перспективі. Ця можливість допомагає учням, які зазвичай стикаються з труднощами у навчанні, візуалізувати явища або складну теорію, які неможливо побачити в реальному світі. Доповнена реальність може допомогти учням розглянути 3D-об'єкт або явище з різних точок зору або ракурсів та покращити їхнє розуміння. Таким чином в AR-середовищі створюються рівні умови у навчанні для усіх учнів та студентів.

Науковці відзначають, що AR у формі ігор може активізувати попередні знання та пізнавальну діяльність, покращити співпрацю між студентами, а також студентами та викладачами, забезпечує позитивний вплив на мотивацію учнів середньої школи. Доведено, що AR-середовище може підвищити мотивацію та інтерес учнів, що, у свою чергу, може допомогти їм краще зрозуміти зміст навчання.

Отже, дидактичні можливості доповненої реальності як частини імерсивного середовища навчання є досить великими – від створення умов для реальної взаємодії учасників освітнього процесу у розширеному за рахунок віртуальних об'єктів освітньому середовищі до підвищення уваги, зацікавленості та мотивації учнів у навчанні.

Аналіз наукових джерел та власний досвід використання AR в освітньому процесі [17] дозволяє стверджувати, що імерсивні технології (доповненої реальності, віртуальної реальності):

- зміщують акцент з предмету (об'єкту) навчання на суб'єкт навчання – учня;
- дають змогу індивідуалізувати навчання, виходячи з потреб самого учня;
- створюють умови інклюзивного освітнього середовища;
- дозволяють проводити дороговартісні або небезпечні досліди та експерименти в імерсивному середовищі.

Мілграм зазначає, що комп'ютерні інтерфейси можна розмістити в континуумі відповідно до того, яка частина світу користувача створена комп'ютером [18] (рис. 1). Рухаючись зліва направо, кількість віртуальних образів збільшується, а зв'язок із реальністю слабшає. Виходячи з такої послідовності, технологію AR можна використовувати для плавного переходу користувачів уздовж цього континууму. На нашу думку, засобом для такого переходу може стати підручник.

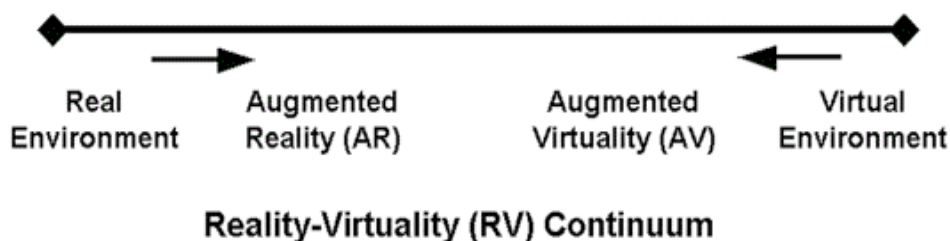


Рис. 1. Континуум реального-віртуального [18]

Маленькі діти часто фантазують, ніби їх поглинули сторінки казки, а вони стали частиною історії. Технологія AR перетворює цю фантазію в реальність, використовуючи звичайну книгу як основний об'єкт інтерфейсу. Люди можуть гортати сторінки книги, дивитися на малюнки та читати текст без будь-яких додаткових технологій. Однак, якщо вони дивляться на сторінки через дисплей доповненої реальності, вони бачать тривимірні віртуальні моделі,

що з'являються зі сторінок. Моделі відображаються прикріпленими до реальної сторінки, тож користувачі можуть бачити AR-сцену з будь-якої точки зору. Моделі можуть бути будь-якого розміру, а також анімовані, тому перегляд AR є вдосконаленою версією традиційної тривимірної «спливаючої» книги. Користувачі можуть змінювати віртуальні моделі, просто перегортаючи сторінки книги та побачити історію як захоплююче віртуальне середовище. Таким чином, користувачі можуть відчувати повний континуум «реальність-віртуальність».

Використання такої технології в підручниках нового покоління підтримує нові форми навчання. Підручники більше не є статичними джерелами інформації. Завдяки використанню доповненої реальності друкована сторінка може стати засобом переміщення учнів у *інтерактивні віртуальні освітні середовища*.

Ми проводимо своє дослідження щодо впливу імерсивних технологій, зокрема засобів доповненої реальності, на освітній процес під час навчання фізики студентами закладів фахової передвищої освіти, які вивчають природничі дисципліни на рівні учнів закладів загальної середньої освіти, але із професійним спрямуванням та учнів закладів загальної середньої освіти. Як засіб навчання нами обраний мобільний додаток BookVAR – освітня платформа віртуальної та доповненої реальності для вивчення природничих наук.

У 2017 році компанія FLEXREALITY на замовлення КНП «Освітня агенція міста Києва» запустила розробку соціального проєкту BookVAR. Він складався із застосунків для iOS та Android, а також окремої версії для VR-шоломів. Як зазначають автори проєкту, їхньою метою було «оживити шкільні підручники», що є особливо важливим для шкіл в сільській місцевості, яких в Україні 65%, де є проблеми з матеріально-технічним оснащенням [19].

Цей додаток дає можливість кожному учню в індивідуальному темпі спостерігати експерименти ключових тем програми з фізики 7–11 класів. Візуалізація за допомогою 3D-анімації відтворює процеси, явища, об'єкти досліджень з максимально можливою точністю, але без можливості зміни користувачем величин обчислювальних та вимірювальних операцій.

Додаток із використанням віртуальної реальності дає можливість брати участь у проведенні 160 експериментів з фізики за програмою для 8–11 класів, затвердженою МОН України. Створений для шоломів віртуальної реальності. На сьогодні основним пристроєм для роботи з додатком є шолом Oculus Quest та Oculus Quest 2. Запускаючи додаток, користувач потрапляє у повноцінне віртуальне середовище – лабораторію в стилі Sci-fi. Кожен експеримент має голосове озвучення та текстовий опис. Хід експерименту – поетапний, контролюється самим користувачем. Час виконання не обмежений. Середовище віртуальної лабораторії розроблене як відкритий стабільний простір, максимально наближений до звичайного повсякденного середовища. Керування процесами відбувається за рахунок маніпуляторів, які виглядають як людські руки з природньо рухливими пальцями [19].

Додаток дозволяє учням виконати цікаві, складні чи навіть небезпечні експерименти у віртуальній або доповненій реальності. Використовується як доповнення до підручника фізики [20], працює за мітками, по наведенню камери на сторінку підручника, має чітку структуру відповідно до розділів. Для роботи з додатками створено систему запитань (рефлексію), яка дає змогу з'ясувати наскільки учень розуміє фізичні теорії, явища та може пояснити їх застосування в техніці і побуті.

На жаль, ще не повністю розроблений контент для математики, хімії, біології, географії, відсутня астрономія. Основним недоліком цього додатку є те, що він не є загальнодоступним, для роботи з ним потрібні ключі доступу, які надає лише компанія-розробник за запитом закладів освіти.

З 2021 по 2024 роки Кіровоградський медичний фаховий коледж та КЗ «Ліцей «Науковий» Кропивницької міської ради» брали участь у безкоштовній апробації цього додатку.

Перед початком роботи з доповненою реальністю нами вивчались проблеми організації діяльності на заняттях фізики, ролі сучасних інноваційних технологій в освітньому процесі, обізнаності учнів із технологіями VAR, виявлялися чинники впливу на рівень мотивації учнів до навчання фізики.

Ми провели опитування учнів щодо обізнаності та досвіду використання засобів AR; ставлення учнів до запровадження інноваційних технологій, зокрема у навчанні фізики; мотивації до вивчення природничих дисциплін; перспектив використання AR у навчанні.

Було виявлено, що близько 47% учнів, які по завершенню 9 класу прийшли навчатись до коледжу та ліцею, мають середній рівень мотиваційної спрямованості, лише 14% учнів – високий рівень. Водночас встановлено, що мотивація до навчання фізики учнів досить низька. 42% учнів висловили думку про те, що дуже часто уроки є нецікавими, зокрема по причині відсутності дослідів й спостережень, 68% учнів бажають спостерігати на уроках віртуальні досліди та вважають, що це полегшило б сприйняття ними навчального матеріалу.

Учні показали досить високу обізнаність у технологіях AR: більше 60% чули про них. В той же час, використовують їх для навчання або розваг лише 15% респондентів, хоча певний досвід використання має більше 50% учнів. 79% опитаних однозначно висловили бажання використовувати інноваційні технології, в тому числі AR, у навчанні.



Рис. 2. Апробація додатку BookVAR на занятті фізики

Для роботи з додатками доповненої реальності BookVAR нами були розроблені методичні матеріали, які включають тестові завдання, експериментальні дослідження, завдання для самостійної роботи в умовах змішаного навчання тощо.

Наведемо приклад використання додатку доповненої реальності BookVAR під час вивчення фізики в 10–11 класах. Зокрема для студентів медичного коледжу запропоновані завдання, які передбачають не лише вивчення фізичних явищ, а й формування здатності використовувати отримані знання для розвитку професійних здібностей.

Тема: *«Використання явищ змочування (незмочування) та капілярних явищ в медицині і техніці»*

Мета: Формувати знання про рідини та їх властивості, явища змочування (незмочування) та їх використання, капілярні явища (в природі, техніці та медицині), методи визначення поверхневого натягу.

Знати: поняття сила поверхневого натягу, поверхневий натяг рідини, змочування (незмочування), капіляр, меніск, додатковий тиск Лапласа.

Вміти: пояснювати явища капілярність і змочування (незмочування), залежність коефіцієнта поверхневого натягу від різних чинників, оцінювати значення капілярних явищ для життєдіяльності живих організмів та їх використання в побуті, техніці та медицині.

Підручники: 1. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом В. М. Локтева). Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (автори Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.А.), ТОВ «Видавництво «Ранок», 2018.

2. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом О. І. Ляшенка). Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (автори Головка М.В., Мельник Ю.С., Непорожня Л.В., Сіпій В.В.), КП «Видавництво «Педагогічна думка», 2018.

Завдання 1. Опрацюйте стор. 196–202 підручника [1] Фізика 10 клас. Пройдіть тестування <https://www.classtime.com/code/QZ6Q8J>

Завдання 2. Відкрити додаток BookVAR, обрати «Фізика» → 10 клас (скористайся підручником) → Обрати «Явища змочування і незмочування» Стор. 199 → *перейти до експерименту з поясненням.*

Ознайомитись з анімацією, дати відповідь на питання:

2.1 Які значення набуває краєвий кут (кут змочування Θ), якщо рідина змочує, не змочує, часткового змочує тверде тіло?

2.2 Людині, яка потрапила під дощ або сильно спітніла, важко зняти з себе мокрий одяг, тоді як сухий – знімати легко. Дайте цьому фізичне пояснення.

2.3 Наведіть приклад матеріалів, які ми використовуємо для одягу, що не промокає? Як називають такі матеріали? Що означає позначка «waterproof» на одязі або взутті?

2.4 Чому баклани не можуть тривалий час перебувати у воді на відміну від качок?

Завдання 3. Знайдіть відповіді на питання:

3.1. Навіщо перед тим як зробити ін'єкцію зі шприца видаляють повітря? Що таке «повітряна емболія»?

3.2. Чому додатковий тиск Лапласа може призвести до пориву труб централізованого опалення під час опалювального сезону? Як цьому запобігти?

3.3. Деревне вугілля використовують для очищення речовин від шкідливих домішок. На якому явищі це ґрунтується? Де подібне явище використовують в побуті і медицині?

В ході апробації додатку BookVAR, як інноваційного засобу навчання фізики, нами проводились опитування учнів щодо їх мотивації до навчання, а також порівняння рівня навчальних досягнень з класами, де не використовувалась технологія доповненої реальності.

Результати опитувань студентів медичного коледжу показали зростання мотивації щодо вивчення фізики, але лише в умовах використання цікавих дослідів та експериментів. Загальний показник мотивації залишився на попередньому рівні (49%). Учні ліцею налаштовані більш оптимістично, їх рівень мотивації значно зріс і склав 65% – середній рівень, 20% – високий рівень.

Відбулось також підвищення рівня навчальних досягнень учнів та студентів, що дозволило нам стверджувати: використання засобів доповненої реальності як інноваційної технології навчання є актуальним, ефективним та сучасним напрямом розвитку природничої освіти.

Висновки. Проведене нами дослідження щодо упровадження імерсивних технологій навчання в освітній процес з фізики показало, що засоби доповненої реальності є тими технологіями, які на сучасному етапі змін у загальній середній освіті та в умовах глобального зниження інтересу учнів до природничих та технічних галузей і спеціальностей, здатні забезпечити мотивацію та зацікавленість здобувачів освіти, активізувати пізнавальну їхню діяльність, створити умови для інклюзивного навчання та забезпечити диференційований підхід

у навчанні фізики. Велика роль в створенні AR-середовища належить вчителю, який сам повинен бути не лише обізнаний із сучасними тенденціями в освіті, а активно брати участь у впровадженні інноваційних технологій. Взаємодія в новому середовищі доповненої реальності між вчителем та здобувачами освіти відбувається за принципами реальних освітніх середовищ, але можливості для навчання здобувачів при цьому значно розширені за рахунок віртуальних об'єктів. На відміну від інших цифрових технологій, інтерфейси AR пропонують плавну взаємодію між реальним і віртуальним світами, відчутну метафору інтерфейсу та засіб для переходу між реальним і віртуальним світами. Педагоги повинні працювати в тандемі з дослідниками в цій галузі, щоб дослідити, як найкраще застосувати усі позитивні характеристики AR та створити нешкідливі адаптивні освітні середовища. Подальше дослідження проблеми ми пов'язуємо із вивченням можливостей та розробкою методики використання освітньої платформи ARBook у навчанні фізики.

Література:

1. Renevier P., Nigay L. Mobile collaborative augmented reality: The augmented stroll. *Proc. 8th IFIP Int. Conf. Eng. Human-Comput. Interaction (EHCI)*, London, U.K., 2001, pp. 299–316. URL: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=645350.650720> (дата звернення 27.08.2024).
2. Kock T. The future directions of mobile augmented reality applications. *Proc. PIXEL*, 2010, pp. 1–10.
3. Azuma R., Baillot Y., Behringer R., Feiner S., Julier S., MacIntyre B. Recent advances in augmented reality. *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 21, no. 6, pp. 34–47, 2001.
4. Azuma R. T. A survey of augmented reality. *Presence, Teleoper. Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, pp. 355–385, 1997. <http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>.
5. Karimi H. A., Hammad A., Eds. *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2004.
6. Shi B., Yang J., Huang Z., Hui P., Of loading guidelines for augmented reality applications on wearable devices. *Proc. 23rd ACM Int. Conf. Multimedia (MM)*, New York, NY, USA, 2015, pp. 1271–1274. <http://doi.acm.org/10.1145/2733373.2806402>.
7. Ткачук В.В., Семеріков С.О., Єчкало Ю.В., Маркова О.М., Мінтій М.М. Засоби розробки доповненої реальності для Web: порівняльний аналіз. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 2(24). С. 159–167. URL: https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v2-24/2020_2-24-Tkachuk-Semerikov_FMO.pdf (дата звернення 27.08.2024).
8. Гончарова Н. О. Технологія доповненої реальності в підручниках нового покоління. *Проблеми сучасного підручника*. 2019. № 22. С. 46–56. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-22-46-56>.
9. Литвинова С. Г. Використання сервісу доповненої реальності Flipprbuilder учителями природничо-математичних предметів в освітній практиці. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2023. Випуск 1 (52). С. 98–105.
10. Литвинова С.Г. Створення цифрового освітнього контенту з доповненою реальністю: сервіс Flipprbuilder: посібник. Київ: ІЦО НАПН України, 2022. 96 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733833/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20Blipper-2022-%D0%9B%D0%B8%D1%82.pdf> (дата звернення 27.08.2024).
11. Сороко Н.В. Функції доповненої реальності для підтримки STEAM освіти в закладах загальної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2021. Випуск 3(29). С. 24–30. URL: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/72> (дата звернення 27.08.2024).
12. Використання засобів доповненої та віртуальної реальностей в навчальному середовищі закладів загальної середньої освіти: методичні рекомендації / С. Г. Литвинова, Н. В. Сороко, Ю. М. Богачков, О. О. Гриб'юк, Н. П. Дементієвська, О. М. Соколюк, О. В. Слободяник, П. С. Ухань / за наук. ред. С. Г. Литвинової. К. : ІЦО НАПН України, 2022. 74 с. URL: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/734430/1/%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%9E%D0%94%D0%98%D0%A7%D0%9D%D0%86%20%D0%A0%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%94%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%87-%202023.pdf> (дата звернення 27.08.2024).
13. Bower M., Howe C., McCredie N., Robinson A., Grover D. Augmented reality in education_Cases, places and potentials. *Edu. Media Int.*, 2014. vol. 51, no. 1, pp. 1–15.
14. Koutromanos G., Sofos A., Avraamidou L. The use of augmented reality games in education: A review of the literature. *Edu. Media Int.*, 2015. vol. 52, no. 4, pp. 253–271. <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2015.1125988>.

15. Salnyk I., Grin L., Yefimov D., Beztsinna Zh. The Future of Higher Education: Implementation of Virtual and Augmented Reality in the Educational Process. *Futurity Education*, 2023. 3(3). P. 46–61. <https://doi.org/10.57125/FED.2023.09.25.03>.

16. Kiyokawa K., Billinghamurst M., Hayes S., Gupta A., Sannohe Y., Kato H. (2002) Communication Behaviors of Co-Located Users in Collaborative AR Interfaces. *Proceedings of the IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2002)*, 30 Sept. – 1 Oct., 2002, Darmstadt, Germany, IEEE Press, Los Alamitos, CA, pp. 139–148.

17. Сальник І., Фоменко О. Імерсивні технології в умовах дистанційного та змішаного навчання. *Фізика та освітні технології*, 2023, (2), 36–44. <https://doi.org/10.32782/pet-2023-2-5>.

18. Milgram P., Kishin F. A. Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IECE Trans. on Information and Systems* (Special Issue on Networked Reality), 1994. vol. E77-D, no.12, pp.1321–1329.

19. Bookvar. Освіта у віртуальній і доповненій реальності. URL: <https://flexreality.pro/ua/proekt-dlya-obrazovaniya-v-dopolnenoj-realnosti/> (дата звернення 27.08.2024).

20. Фізика (рівень стандарту, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом В. М. Локтева). Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти (автори Бар'яхтар В.Г., Довгий С.О., Божинова Ф.Я., Кірюхіна О.А.), ТОВ «Видавництво «Ранок», 2018. 272 с.

References:

1. Renevier, P., & Nigay, L. (2001). Mobile collaborative augmented reality: The augmented stroll. *Proc. 8th IFIP Int. Conf. Eng. Human-Comput. Interaction (EHCI)*, London, U.K. p. 299–316. Retrieved from: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=645350.650720> [in English].

2. Kock, T. (2010). The future directions of mobile augmented reality applications. *Proc. PIXEL*. pp. 1–10 [in English].

3. Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Comput. Graph. Appl.*, vol. 21, no. 6, 34–47 [in English].

4. Azuma, R.T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence, Teleoper. Virtual Environ.*, vol. 6, no. 4, 355–385. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355> [in English].

5. Karimi, H.A., & Hammad, A. (Eds.) (2004). *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press [in English].

6. Shi, B., Yang, J., Huang, Z., & Hui, P. (2015). Of loading guidelines for augmented reality applications on wearable devices. *Proc. 23rd ACM Int. Conf. Multimedia (MM)*, New York, NY, USA. P. 1271–1274. <http://doi.acm.org/10.1145/2733373.2806402> [in English].

7. Tkachuk, V.V., Semerikov, S.O., Yechkalo, Yu.V., Markova, O.M., & Mintii, M.M. (2020). Zasoby rozrobky dopovnoeni realnosti dlia Web: porivnialnyi analiz [Augmented reality development tools for the Web: a comparative analysis]. *Fizyko-matematychna osvita*, 2(24), 159–167. Retrieved from: https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v2-24/2020_2-24-Tkachuk-Semerikov_FMO.pdf [in Ukrainian].

8. Honcharova N.O. (2019). Tekhnolohiia dopovnoeni realnosti v pidruchnykakh novoho pokolinnia [Augmented reality technology in new generation textbooks]. *Problemy suchasnoho pidruchnyka*, 22, 46–56. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2019-22-46-56> [in Ukrainian]

9. Lytvynova, S.H. (2023). Vykorystannia servisu dopovnoeni realnosti Blippbuidier uchyteliamy pryrodnycho-matematychnykh predmetiv v osvitnii praktytsi [Using the Blippbuidier augmented reality service by teachers of science and mathematics subjects in educational practice]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho universytetu. Serii: «Pedagogika. Sotsialna robota»*, 1(52), 98–105 [in Ukrainian].

10. Lytvynova, S.H. (2022). Stvorennia tsyfrovoho osvitnoho kontentu z dopovnoeniou realnistiu: servis Blippbuilder [Creation of digital educational content with augmented reality: Blippbuilder service]: posibnyk. Kyiv: ITSo NAPN Ukrainy. Retrieved from: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/733833/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20Blipper-2022-%D0%9B%D0%B8%D1%82.pdf> [in Ukrainian].

11. Soroko, N.V. (2021). Funktsii dopovnoeni realnosti dlia pidtrymky STEAM osvity v zakladakh zahalnoi osvity [Augmented reality functions to support STEAM education in general education institutions]. *Fizyko-matematychna osvita*, 3(29), 24–30. Retrieved from: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/72> [in Ukrainian].

12. Vykorystannia zasobiv dopovnoeni ta virtualnoi realnostei v navchalnomu seredovyschi zakladiv zahalnoi serednoi osvity (2022). [The use of augmented and virtual reality tools in the educational environment of general secondary education institutions]: metodychni rekomendatsii / S. H. Lytvynova, N. V. Soroko, Yu. M. Bohachkov, O. O. Hrybiuk, N. P. Dementiievska, O. M. Sokoliuk, O. V. Slobodianyuk, P. S. Ukhan /za nauk. red. S. H. Lytvynovoi – K. : ITSo NAPN Ukrainy. Retrieved from: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/73443>

0/1/%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%9E%D0%94%D0%98%D0%A7%D0%9D%D0%86%20%D0%A0%D0%95%D0%9A%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%9D%D0%94%D0%90%D0%A6%D0%86%D0%87-%202023.pdf [in Ukrainian].

13. Bower M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented reality in education_Cases, places and potentials. *Edu. Media Int.*, vol. 51, no. 1, 1–15 [in English].

14. Koutromanos, G., Sofos, A., & Avraamidou, L. (2015). The use of augmented reality games in education: A review of the literature. *Edu. Media Int.*, vol. 52, no. 4, 253–271. <http://dx.doi.org/10.1080/09523987.2015.1125988> [in English].

15. Salnyk, I., Grin, L., Yefimov, D., & Beztsinna, Zh. (2023). The Future of Higher Education: Implementation of Virtual and Augmented Reality in the Educational Process. *Futurity Education*, 3(3), 46–61. <https://doi.org/10.57125/FED.2023.09.25.03>[in English].

16. Kiyokawa, K., Billingham, M., Hayes, S., Gupta, A., Sannohe, Y., & Kato, H. (2002). Communication Behaviors of Co-Located Users in Collaborative AR Interfaces. *Proceedings of the IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR 2002)*, 30 Sept. – 1 Oct., 2002, Darmstadt, Germany, IEEE Press, Los Alamitos, CA, pp. 139–148 [in English].

17. Salnyk, I., & Fomenko, O. (2023) Imersyvni tekhnolohii v umovakh dystantsiinoho ta zmishanoho navchannia [Immersive technologies in the conditions of distance and mixed learning]. *Fizyka ta osvichni tekhnolohii*, 2, 35–44. <https://doi.org/10.32782/pet-2023-2-5> [in Ukrainian].

18. Milgram, P., & Kishin, F.A. (1994). Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IECE Trans. on Information and Systems* (Special Issue on Networked Reality), vol. E77-D, no.12, pp.1321–1329 [in English].

19. Bookvar. Osvita u virtualnii i dopovnenii realnosti [Bookvar. Education in virtual and augmented reality]. Retrieved from: <https://flexreality.pro/ua/proekt-dlya-obrazovaniya-v-dopolnennoj-realnosti/> [in Ukrainian].

20. Fizyka (riven standartu, za navchalnoiu prohramoiu avtorskoho kolektyvu pid kerivnytstvom V. M. Loktieva) (2018). [Physics (standard level, according to the curriculum of the author's team under the leadership of V. M. Loktev)]. *Pidruchnyk dlia 10 klasu zakladiv zahalnoi serednoi osvity* (avtory Bariakhtar V.H., Dovhyi S.O., Bozhynova F.Ia., Kiriukhina O.A.), TOV «Vydavnytstvo «Ranok», 272 p. [in Ukrainian].

УДК 378.147:51

DOI https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-17

ПРИНЦИПИ БІЛІНГВАЛЬНОГО НАВЧАННЯ МАТЕМАТИКИ В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ІНЖЕНЕРІВ В УМОВАХ ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Сніжко Наталія Вікторівна,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,

доцент кафедри математики

Національного університету «Запорізька політехніка»

ORCID ID: 0000-0003-4547-5934

Scopus-Author ID: 57194323878

Web of Science Researcher ID: AAE-4494-2019

Об'єктом дослідження даної роботи є навчальний процес підготовки інженерів у технічному університеті на білінгвальній основі, коли викладання фахових дисциплін проводиться іноземною (англійською) мовою. Розглядаються принципи білінгвального навчання вищої математики (дисциплін математичного циклу), як загальнодидактичні, так і специфічні.

Виділені наступні загальнодидактичні принципи сучасної особистісно-орієнтованої філософії освіти, релевантні до білінгвального навчання математики: діяльнісний характер навчання, активна взаємодія всіх суб'єктів навчальної діяльності, проблемність навчання, особистісно-орієнтована спрямованість навчання, продуктивність навчальної діяльності, професійна спрямованість навчання, полікультурність та гуманістичний розвиток у контексті діалогу культур.

З урахуванням особливостей білінгвального навчання математики в умовах технічного університету встановлені специфічні принципи навчання: спрямованість на досягнення мети оволодіння математикою – конкретною дисципліною немовного циклу; використання двох мов (рідної та іноземної) як способів пізнання; єдність мисленнєвої та мовленнєвої діяльності іноземною мовою; опора на рідну та іноземну мови; раціональне обмеження комунікативної достатності; міждисциплінарна взаємопов'язаність та взаємна обумовленість різних компонентів у системі підготовки інженера; оптимальність навчання; поступове якісне ускладнення змісту навчання; фундування базових шкільних математичних знань; розвиток мотивації до здатності та готовності використовувати іноземну мову у спеціальних цілях.

Пропоновані у цій роботі принципи білінгвального навчання математики у технічному університеті характеризують способи використання закономірностей, які виявляються при білінгвальному навчанні, відповідно до наміченої стратегічної мети – формування білінгвальної предметної компетенції з математики у майбутніх інженерів.

Ключові слова: іношомовна освіта, білінгвальна освіта, модель білінгвального навчання, дидактичні принципи, предметно-орієнтовані дидактичні моделі.

Snizhko Nataliia. Principles of bilingual teaching of mathematics in the training of engineers at a technical university

The object of research is the educational process of training engineers at a technical university on a bilingual basis, when the teaching of professional disciplines is conducted in a foreign (English) language. The principles of bilingual teaching of higher mathematics (disciplines of the mathematical cycle), both general didactic and specific, are considered.

The following general didactic principles of the modern person-oriented philosophy of education, relevant to bilingual mathematics education, are distinguished: activity-based nature of learning, active interaction of all subjects of learning activity, problematic nature of learning, personal-oriented learning, productivity of learning activities, professional orientation of learning, multiculturalism and humanistic development in the context of the dialogue of cultures.

Taking into account the peculiarities of bilingual mathematics teaching in the conditions of a technical university, specific principles of education are established: focus on achieving the goal of mastering mathematics (a specific discipline of the non-language cycle); the use of two languages (native and foreign) as ways of learning; unity of thinking and speech activity in a foreign language; reliance on native and foreign languages; rational limitation

of communicative sufficiency; interdisciplinary interconnection and mutual dependence of various components in the engineer training system; optimality of training; gradual qualitative complication of the content of education; founding on basic school mathematical knowledge; development of motivation to the ability and willingness to use a foreign language for special purposes.

The principles of bilingual teaching of mathematics at the technical university proposed in this work characterize the ways of using the regularities that are revealed in bilingual teaching/learning, in accordance with the intended strategic goal, namely, the formation of bilingual subject competence in mathematics of future engineers.

Key words: *foreign language education, bilingual education, model of bilingual teaching/learning, didactic principles, subject-oriented didactic models.*

Вступ. Глобалізаційні явища у міжнародному освітньому просторі, сучасні тенденції до полікультурної підготовки фахівців стали причиною модернізації вищої школи України [4; 5]. Зміни спрямовані на гармонізацію українських та зарубіжних освітніх програм, розвиток академічної мобільності студентів українських вишів, забезпечення конвертованості вітчизняної вищої освіти. У цих умовах значно посилюється творчий характер освіти. Його ключовим завданням є розвиток у людини таких якостей і здібностей, які дозволили б йому здійснювати професійну та соціальну діяльність у швидко змінюваних соціокультурних умовах.

Одним із проявів такої модернізації є впровадження білінгвального навчання при професійній підготовці фахівців в університетах. Навчання на білінгвальній основі передбачає викладання фахових дисциплін іноземною мовою (як правило, англійською). У цьому випадку іноземна мова поряд з рідною мовою виступає як інструмент пізнання світу спеціальних знань і самоосвіти, міжкультурного спілкування та полікультурного виховання.

Для сучасного періоду розвитку українського суспільства особлива значимість білінгвального навчання полягає в прагненні нашого суспільства до загальнопланетарного обміну цінностями, ідеями та до діалогу культур. Крім того, в руслі Болонського процесу воно є надійною основою інтернаціоналізації української вищої освіти. Вона полягає в активізації міжнародної діяльності вищих навчальних закладів, підвищенні академічної мобільності студентів та викладачів, можливості участі українських студентів та науковців у міжнародних освітніх проєктах (IREX, ТЕМПУС-ТАСІС, Erasmus Mundus, DAAD та ін.), інформатизації освіти.

Іноземна мова під час білінгвального навчання виступає засобом вивчення різних предметних областей. У нашому дослідженні такою областю є вища математика (дисципліни математичного циклу), оскільки цей предмет є базовим для студентів інженерно-технічних спеціальностей.

Аналіз досліджень і публікацій. Білінгвальна освіта відкритого типу, мета якої є досягнення світу спеціальних знань засобами рідної та іноземної мов, досліджувалась багатьма відомими представниками європейської науково-педагогічної школи. Питання, пов'язані з викладанням немовних дисциплін англійською мовою, розглядались в роботах дослідників Т. Дудлі-Еванса [11], Т. Морелла [15]. В роботі Т. Дудлі-Еванса [11] аналізувались особливості, які підвищують ступінь взаємодії між лектором та аудиторією, мають позитивний вплив на розуміння лекції неангломовними студентами та на вивчення змісту предмета. В роботі Т. Морелла [15] досліджувався стиль лекцій для неангломовної аудиторії; розглядались питання застосування маркерів дискурсу; встановлено, що більш неформальний та розмовний стиль лекцій викликає вищий ступінь взаємодії між лектором та його неангломовною аудиторією. Академічні навички мовлення та аудіювання англійською мовою (за умови викладання немовних дисциплін неангломовній аудиторії) привернули увагу дослідника К. Хайланда [14]. Дослідження А. Хаусена [13] присвячено більш загальним питанням, а саме принципам і методам білінгвальної (і ширше – мультілінгвальної) освіти в європейських школах.

Окремі питання стосовно білінгвального навчання розглядались також і вітчизняними науковцями. В роботі С. В. Іваненко [2] досліджуються деякі дидактичні аспекти і особливості

білінгвального навчання студентів немовних спеціальностей. С. М. Ситняківська [6] розглядає особливості впровадження білінгвальних курсів у процес підготовки студентів за спеціальностями «Радіотехніка», «Системна інженерія». Роботи О. О. Чорної [9] та М. В. Шевченко [10] присвячені більш вузьким питанням – проблемі формування іншомовної комунікативної компетентності студентів технічних спеціальностей. У роботі [16] сформульовані питання, теоретичне осмислення яких необхідне для успішної реалізації білінгвального навчання у виші.

Але слід зауважити, що наразі визначено лише певні аспекти проблеми двомовного навчання у вищій школі; на даний час цілісна концепція білінгвальної професійної освіти в Україні не побудована. Також зауважимо, що майже не розроблені методологічні та технологічні основи білінгвального навчання фахових дисциплін; не розроблені відповідні дидактичні моделі.

Мета роботи – встановлення принципів білінгвального навчання математики, які включають як загальнодидактичні принципи сучасної особистісно-орієнтованої філософії освіти, так і специфічні принципи білінгвального навчання математики майбутніх інженерів в умовах технічного університету.

Матеріали та метод. Для досягнення поставленої мети використовувались наступні методи: аналіз, порівняння, систематизація, узагальнення (під час огляду наукових публікацій за обраною тематикою дослідження); аналіз, синтез, дедукція, індукція, класифікація, узагальнення (під час дослідження принципів білінгвального навчання математики).

Результати. Під час розробки принципів білінгвального навчання математики ми виходили з відомого положення, що принципи навчання (дидактичні принципи) поєднують теоретичні уявлення з педагогічною практикою та, спрямовуючи діяльність педагогів, реалізують нормативну функцію дидактики, визначають зміст, організаційні форми та методи навчального процесу згідно з його цілями та закономірностями [1]. І. П. Підласий принципи навчання також називає дидактичними принципами і дає таке означення: «Дидактичні принципи (принципи дидактики) – це основні положення, що визначають зміст, організаційні форми і методи навчального процесу у відповідності з його загальними цілями і закономірностями. В принципах навчання виражаються нормативні основи навчання, взятого в конкретно-історичному вигляді. Будучи дидактичними категоріями, принципи навчання характеризують способи використання законів і закономірностей у відповідності з визначеними завданнями» [3, с. 440].

Під впливом соціального прогресу та наукових досягнень, у міру накопичення досвіду роботи викладачів вони видозмінюються, удосконалюються. При виділенні принципів навчання у вищій школі багато дослідників уточнюють і розширюють формулювання принципів загальної дидактики. Дійсно, дидактика вищої школи покликана допомогти педагогові знайти оптимальні відповіді на запитання: навіщо вчити, як вчити, чого вчити?

При виділенні системи принципів навчання у вищій школі враховуються його характерні риси, наприклад, те, що у вищій школі вивчаються не основи наук, а самі науки у розвитку; спостерігається єдність наукових та навчальних засад у діяльності викладача вищої школи; яскраво виражені ідеї професіоналізації та ін.

Як бачимо, в педагогічній науці на сьогодні ще не вироблене однозначне означення поняття принципу навчання, проблема принципів не отримала остаточного розв'язання, хоч нею протягом багатьох століть займались кращі педагоги. Ми погоджуємось із думкою І. В. Зайченка про те, що «сьогодні не визначені основи розробки номенклатури принципів навчання; не розроблені наукові основи системи принципів навчання, їх підпорядкованості, ієрархії. Саме тому в посібниках з дидактики і педагогіки кількість принципів і їх формулювання різні. Пояснюється це тим, що джерелом формулювання принципів в одному випадку слугує досвід навчання, у другому – філософія, теорія пізнання, у третьому – закономірності розвитку психіки дітей» [1, с. 145]. Багато вчених, які працюють у сфері дидактики вищої школи, вважають за потрібне викласти свою точку зору, тому останнім часом висловлюються ідеї про виділення групи прин-

ципів навчання у вищій школі, які синтезували б їх різноманіття:

- орієнтованість вищої освіти на розвиток особистості майбутнього фахівця;
- відповідність змісту університетської освіти сучасним та прогнозованим тенденціям розвитку науки (техніки) та виробництва (технологій);
- оптимальне поєднання загальних, групових та індивідуальних форм організації освітнього процесу у закладі вищої освіти;
- раціональне застосування сучасних методів та засобів навчання на різних етапах підготовки спеціалістів;
- відповідність результатів підготовки фахівців вимогам, які пред'являються конкретною сферою їхньої професійної діяльності, забезпечення їх конкурентоспроможності.

Пропоновані у цій роботі принципи білінгвального навчання математики у технічному університеті характеризують способи використання закономірностей, які виявляються в процесі білінгвального навчання, відповідно до наміченої стратегічної мети – формування білінгвальної предметної компетенції з математики у майбутніх інженерів [8]. Білінгвальне навчання математики в технічному університеті будується на загальнодидактичних принципах сучасної особистісно-орієнтованої філософії вищої освіти. Як провідні ми виділяємо наступні дидактичні принципи:

1) Принцип *особистісно-орієнтованої спрямованості* білінгвального навчання математики. Здійснення цього принципу означає врахування реальних потреб студентів та проектування їх на мету, зміст білінгвального навчання; актуалізацію мотивів діяльності студентів, включаючи їх інтереси, когнітивні потреби, прагнення до самореалізації та самовизначення.

2) Навчання має *діяльнісний* характер. Цей принцип передбачає моделювання у навчальному процесі видів діяльності, професійних та предметних ситуацій, максимально наближених до природної (автентичної) предметно-комунікативної та фахової діяльності. Включення студента до процесу засвоєння предметного математичного знання та досліджуваної іноземної мови сприяє актуалізації особистісних сенсоутворювальних мотивів діяльності студента, спрямованих на задоволення його пізнавальних потреб, а також формуванню його професійної ролі інженера. Крім того, даний принцип передбачає, що математика у вищі має розглядатися не як завершена математика, а як вид діяльності. Цю тезу підкреслював відомий математик та педагог Г. Фройденталь [12]. Причому діяльнісна природа математичних знань повинна охоплювати не тільки процесуальну сторону навчання, а й змістовну.

3) Навчання має характер переважно *продуктивної навчальної діяльності*. Цей принцип означає спрямованість діяльності студента в процесі засвоєння математики та мови, що вивчається, на набування особистісно значущого професійного досвіду, створення особистісного освітнього продукту. Цей підхід забезпечує розвиток творчих здібностей студентів, які навчаються на білінгвальній основі.

4) Навчання орієнтоване на *активну взаємодію* всіх суб'єктів навчальної діяльності, що виявляється в активній взаємодії з викладачем та іншими студентами у процесі вирішення предметнодіяльнісних, математичних, мовознавчих завдань та задоволення своїх пізнавальних потреб. Реалізація цього принципу дозволяє розвинути у студента соціально значущі цінності і якості особистості.

5) Принцип *проблемності*. Ми вважаємо його одним з основних дидактичних принципів при установці на білінгвістичний розвиток студентів. Реалізація цього принципу в практиці білінгвального навчання математики передбачає підключення пізнавально-пошукових, комунікативно-пошукових, пізнавально-дослідницьких завдань, що являють собою систему взаємопов'язаних проблем, причому їх мовленнєва, інтелектуальна та комунікативна складність повинна збільшуватись і бути спрямованою на стимулювання творчої діяльності студентів.

б) Принцип *професійної спрямованості*. Він відіграє важливу роль в процесі білінгвального навчання математики майбутніх інженерів. Аналіз науково-методичної літератури показує, що питання професійно-спрямованого навчання у дидактиці мають давні традиції (Я. А. Коменський, К. Г. Песталоцці, Ф. А. Дістервег, Д. Ж. Локк, К. Д. Ушинський. Ю. І. Пассов та ін.). Справді, навчання предмету та оволодіння студентом предметним знанням у певній галузі на основі взаємопов'язаного використання двох мов як засобів освітньої діяльності покликане разом з іншими науками формувати професійну освіту майбутнього інженера. Професійна спрямованість білінгвального навчання сприяє створенню та розвитку пізнавального інтересу, що зрештою робить навчання більш ефективним.

8) Принцип *полікультурності та гуманістичного розвитку в контексті діалогу культур*. Цей принцип, на думку багатьох українських дослідників, у сучасній педагогіці вже набуває статусу загальнодидактичного принципу. Справді, якщо українське суспільство має на меті усунення та запобігання, наскільки це можливо за допомогою освіти, ксенофобії, антиетнічних переконань, расистських поглядів, встановлення рівності та справедливості у відносинах між людьми, розвиток культурної толерантності між представниками різних соціокультурних верств, то необхідно навчити майбутніх фахівців поважати конструктивну культуру будь-якого члена будь-якої соціокультурної групи; вміти приймати її такою, якою вона є; реагувати на культурні відмінності колег та партнерів не так емоційно-імпульсивно, як раціонально; стимулювати бажання пізнавати різні культури і терпимо ставитись до тих, хто не такий, як усі. Змістовна сутність дидактичного принципу полікультурності велика. У рамках нашого дослідження суттєво, що даний принцип виходить з того, що не існує хорошої чи поганої, кращої чи гіршої, цивілізованої чи примітивної культури. Методологічним керівництвом для цього принципу служить гуманістичне положення, яке стверджує, що культури відрізняються одна від одної своїм змістом і в кожній них є свої плюси та мінуси, а значення та значущість культури визначаються самими індивідами. Полікультурність має стати невід'ємною частиною професіоналізму кожного фахівця. Як дидактичний принцип у контексті білінгвального навчання він передбачає ретельне та збалансоване відображення у змісті освіти елементів наукових та навчальних культур різних країн.

Мова – це спосіб мислення, тіло думки, саме тому оволодіння іноземною мовою нерозривно пов'язане з оволодінням іншомовною культурою, частиною якої є особливий, національний спосіб мислення. Це означає необхідність створення умов для формування у студентів здібності та готовності сприймати особливості розумових процесів своїх іншомовних партнерів та вміння використовувати ці особливості у своїй майбутній іншомовній предметно-комунікативній діяльності. Інтеграція технологій викладання, що відображають способи мислення, властиві тому чи іншому народу (оскільки саме способи мислення визначають зміст і напрямок розвитку будь-якої науки), є найбільш оптимальною під час білінгвального навчання. Наприклад, для французької наукової думки характерна перевага індуктивних та експериментальних методик, а дедуктивний спосіб мислення, що функціонує тільки в жорстко обмежених рамках початкового постулату, є способом підтвердження отриманих висновків. На відміну від дедуктивної думки, індуктивна – є евристичним засобом та відкриває шлях для винаходу, узагальнення. Саме індуктивний метод найбільш широко застосовується в педагогіці та дидактиці в американських освітніх закладах, де учням дається можливість вивести історичні поняття на основі вивченої документації, механічний закон – на основі низки експериментальних робіт та спостережень, математичну формулу чи правило – після вирішення низки завдань, граматичне правило – після серії порівняльних вправ. Знання та застосування цих методик сприяє не тільки кращому розумінню іноземної мови, а й розвитку творчих можливостей, уяви, фантазії, гнучкості та оригінальності мислення. У мовній комунікації це дозволяє швидко знайти порівняння, метафори, свіжі образи, а в предметній діяльності здійснювати перенос. На думку

одного з основоположників психолінгвістики О. О. Леонтьєва, цей принцип націлює майбутніх фахівців на позитивну комунікативну соціалізацію, сприяє формуванню у них цінностей гуманістично мислячої особистості, системи соціальних та професійних ідеалів міжнародно-орієнтованої особи, які впливають на ступінь їхньої готовності до творчої діяльності у суспільстві.

Білінгвальне навчання математики у технічному університеті має свої особливості, що потребує формулювання специфічних принципів, окрім вже перелічених загальнодидактичних.

1) Білінгвальне навчання спрямоване на досягнення мети оволодіння математикою – конкретною дисципліною немовного циклу, на якісне засвоєння студентами змісту цього предмета – програмних знань, що відповідають державним вимогам, на поглиблення предметних знань та розширення сфери їх застосування за рахунок використання іноземної мови.

2) У процесі опанування предметними математичними знаннями бажано здійснювати *використання* студентом двох мов (рідної та іноземної) як способів пізнання, самопізнання та саморозвитку. При цьому допускається, що у студентів може бути різний рівень володіння мовами, що дозволяє їм, однак, користуватися кожною як комунікативним інструментом, засобом удосконалення своєї предметної математичної компетенції та іншомовної компетенції у галузі математики.

3) Принцип *єдності мисленнєвої та мовленнєвої діяльності іноземною мовою*. Як ми вже відзначали [7], основною причиною, що породжує відрив мисленнєвої діяльності від мовленнєвої при вивченні іноземної мови, є відсутність немовного об'єкта пізнання. При білінгвальному навчанні математики ця проблема усувається, оскільки об'єктами пізнання є математичні структури. Для об'єднання математичної та мовленнєвої діяльності під час білінгвального навчання математики передбачається використання спеціальних вправ у вигляді мовленнєво-мисленнєвих завдань (математичних, лексичних та ситуативних), у процесі вирішення яких мисленнєва діяльність студента спрямована на реальний предмет мислення (елементи завдання та їх взаємозв'язок), а не на іншомовні мовні форми. Таким чином, прийом вирішення мовленнєво-мисленнєвих завдань активізує розумову діяльність студентів та формує мовленнєві навички іноземною мовою.

4) Принцип дуальності – *опори на рідну та іноземну мови*. Якщо білінгвальне навчання проводиться не в багатомовній аудиторії, цей принцип може бути використаний повною мірою. Рідна мова повинна враховуватися при відборі змісту навчання – навчального матеріалу, його організації та в самому навчальному процесі. Саме в цьому – у відборі матеріалу для засвоєння – ми вбачаємо опору на рідну мову. Врахування рідної мови та опора на предметні знання рідною мовою повинні мати місце і в організації відібраного матеріалу. Для кращого засвоєння студентами матеріал повинен бути організований ситуативно-тематично, тобто при білінгвальному навчанні майбутніх інженерів матеріал повинен включати теми з математики, які активно використовуються при викладанні спеціальних фахових дисциплін. Наприклад, з математики для білінгвального навчання можна обрати теми «Розрахунок електричних кіл операційним методом», «Застосування кратних інтегралів для знаходження механічних характеристик тіл» і т.д. І, нарешті, врахування рідної мови має простежуватися у самому навчальному процесі при формуванні лексичних, граматичних, орфографічних, спелінгових навичок, а також при формуванні та розвитку комунікативних якостей математичної мови.

Під час навчання математики також необхідно спиратись і на іноземну мову. Проілюструємо цю тезу на прикладах. Так, під час вивчення теми «Основи диференціального та інтегрального числення» студенти часто не розуміють сенсу цих математичних операцій, і під час вирішення дослідницьких завдань з цієї теми у них виникають труднощі. У цьому разі можна звернутись до етимології термінів та позначень, до історії їх походження. Згідно з означенням,

похідною функції f у точці x_0 називається число, до якого прямує різницеве відношення $\frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$ за умови, що Δx прямує до нуля. Прирости виду Δx , Δf , які є різни-

цями, відіграють помітну роль при роботі з похідними. Тому природною є поява англійського слова *difference* (різниця) в назві операції диференціювання. Термін «похідна» є буквральним перекладом на українську мову французького слова *dérive*, яке запровадив 1797 р. Ж. Лагранж.

Звідси походить і позначення похідної $\frac{df}{dx}$. Така назва відображає зміст поняття: функція f'

походить від f , тобто є похідною від f . Щодо інтегрування, то цей термін походить від слова *integrate*, яке перекладається як «складати ціле», «відновлювати». Дійсно, операція інтегрування відновлює функцію, диференціюванням якої отримана підінтегральна функція. Символ \int для позначення інтеграла введений Лейбніцем, і цей знак є зміненою літерою S – першою літерою англійського слова *sum* (сума). Якщо говорити про системи символічної математики Maple, Matcad та ін., то їхні інтерфейси є англійськими, і для того, щоб користуватися їх засобами у процесі навчання математичних дисциплін, необхідно знати англійську мову.

5) Принцип *раціонального обмеження та комунікативної достатності*. Він полягає у відборі такого мовного мінімуму іноземною мовою, який відповідає меті та завданням білінгвального навчання математики на конкретному етапі навчання у технічному виші. Даний принцип передбачає раціональне обмеження як вимог, що висуваються до володіння іноземною субмовою спеціальності, так і до зусиль з її вивчення. Постановка нереальних завдань шкодить справі. Мірилом розумного обмеження є принцип комунікативної достатності під час викладання математики іноземною мовою. Звичайно, комунікативна достатність – поняття неоднозначне, її рівень змінюється в залежності від того, чи йдеться про спілкування в рамках туристичної поїздки, або побутових контактів, або спілкування за умов професійної діяльності. Рівень комунікативної достатності для майбутнього інженера має визначатися його контактами з колегами та партнерами (бесіди на професійні теми, спілкування безпосередньо в процесі виконання службових обов'язків, повідомлення, обговорення, доповіді на конференціях, обмін досвідом). Коли до рівня володіння іноземною мовою ставляться реальні завдання, педагогічний процес стає більш цілеспрямованим та ефективним.

6) Принцип *міждисциплінарної взаємопов'язаності та взаємної обумовленості* різних компонентів у системі підготовки інженера. Він відображає міждисциплінарні інтеграційні процеси, які стають характерними для всіх типів навчальних закладів на сучасному етапі. Цей принцип передбачає міждисциплінарне збагачення навчально-комунікативної практики студентів на основі врахування міждисциплінарних зв'язків між іноземною мовою та іншими дисциплінами, і навіть дидактичне зрощування курсу іноземної мови з іншими предметами. Білінгвальне викладання математики вимагає високого рівня професійної кваліфікації викладачів, які повинні мати як предметну компетенцію, так і знання іноземної мови, при цьому можлива робота викладачів-предметників у режимі трансдисциплінарності. Необхідним є науково-методичне, навчально-методичне та організаційно-методичне співробітництво викладачів у міждисциплінарному наповненні різних білінгвальних математичних курсів, а також розробка спільних міждисциплінарних курсів білінгвального навчання, наскрізних міждисциплінарних освітніх програм, міждисциплінарних форм контролю білінгвального навчання.

7) Принцип *оптимальності*. Білінгвальне навчання математики має бути по можливості простим, ясным, природним і базуватися на рівні розумної строгості викладання, яка відповідає рівню розвитку математичного мислення студентів. Цей принцип повинен поширюватися і на застосовувані методи, прийоми, форми та засоби білінгвального навчання. На початковому етапі білінгвального навчання математики як предмету необхідно надавати перевагу індуктив-

ному методу, поступово готуючи студентів до використання дедуктивного методу. Переважною формою навчання засобами іноземної мови на початковому етапі є текстова інформаційна діяльність: рецептивна (аудіювання повідомлень та робота з матеріалами для читання), продуктивна (усні та письмові роботи різного характеру). Ця діяльність базується на спеціальному понятійному та термінологічному мінімумі з математики, а також на використанні автентичних матеріалів (можливо, адаптованих). На наступному етапі переважаючою формою є мовленнєво-мисленнєва діяльність, що здійснюється в ході рішення різного роду мисленнєвих завдань та виконання самостійних робіт та проєктів.

8) Одним із базових дидактико-методичних принципів білінгвального навчання математики є принцип *поступового якісного ускладнення змісту*, який на різних етапах навчання може бути представлений такими одиницями: дидактичними елементами на іноземній мові, які включаються у процес викладання математичної дисципліни рідною мовою; білінгвальними предметно-тематичними модулями; навчальними предметами, які вивчаються іноземною мовою. Послідовне розгортання змісту білінгвального навчання, якісне ускладнення його одиниць забезпечується спіральною білінгвальною побудовою освітньої програми.

9) Принцип *фундування базових шкільних математичних знань*. Білінгвальне навчання математики інтегрується в загальну структуру та зміст інженерної освіти, основною метою якого є підготовка фахівця, здатного вирішувати поставлені перед ним завдання у всіх сферах його професійної діяльності, в тому числі і в умовах іншомовного полікультурного середовища. Реалізація навчання з опорою на держстандарт дозволяє (у своїй варіативній частині) здійснювати білінгвальне навчання математичним дисциплінам та створювати умови для формування та розвитку білінгвальної предметної компетенції під час підготовки майбутніх інженерів.

10) Обов'язковою умовою успішності білінгвального навчання математики є *розвиток мотивації* до здатності та готовності використовувати іноземну мову у спеціальних цілях, удосконалювати рівень володіння іноземною мовою з метою повсякденної комунікації, розширювати сфери міжкультурного спілкування. Очікуваними результатами, що визначають потребу у білінгвальному навчанні математики, є забезпечення студентам можливостей участі у міжнародних освітніх проєктах, продовження освіти з використанням іноземної мови, отримання додаткової інформації у професійній та предметній галузях, задоволення індивідуальних потреб у використанні засобів інформації, інформаційних технологій, розширення освітнього кругозору та можливостей кар'єрного зростання.

Висновки. Пропонований вище перелік основних принципів білінгвального навчання математики у технічному університеті не претендує на повноту, і ми лише говоримо про відносну повноту, розглядаючи ці принципи як концептуальні. Принципи білінгвального навчання, реалізуючи нормативну функцію білінгвальної дидактики, визначають методи і форми організації двомовного навчання. Саме тому подальші перспективи досліджень ми вбачаємо у вивченні проблеми методів і форм організації білінгвального навчання предметів математичного циклу в технічному університеті.

Література:

1. Зайченко І. В. Педагогіка : підручник. 3-тє видання, перероблене та доповнене. К. : Ліра-К, 2016. 608 с.
2. Іваненко С. В. Білінгвальне навчання як інструмент опанування спеціальних знань студентами немовних спеціальностей. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2019. № 67. Т. 1. С. 39–43.
3. Підласий І. П. Педагогіка. Новий курс. Книга 1. Загальні основи. Процес навчання. 2010. URL: https://ibib.ltd.ua/pedagogika-noviyiy-kurs-kniga-obschie-osnovyi.html#google_vignette (дата звернення: 27.08.2024).

4. Про Державну національну програму «Освіта» («Україна XXI століття»). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п#Text> (дата звернення: 27.08.2024).
5. Про Національну доктрину розвитку освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (дата звернення: 27.08.2024).
6. Ситняківська С. М., Хливнюк М. Г. Особливості впровадження білінгвального навчання у технічних навчальних закладах України. *Вісник Житомирського державного університету*. 2014. Вип. 6(78). С. 167–172.
7. Сніжко Н. В. Про деякі аспекти білінгвального навчання в технічному виші в контексті євроінтеграції. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М.П. Драгоманова. Серія 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи*. 2022. Спецвипуск. Т.2. С. 125–129.
8. Сніжко Н. В. Білінгвальна предметна компетенція з математики студентів інженерно-технічних спеціальностей. *Наукові інновації та передові технології. Серія «Педагогіка»*. 2024. № 8(36). С. 1418–1426.
9. Чорна О. О. Особливості та практика формування іншомовної комунікативної компетентності студентів технічних спеціальностей. *Викладання мов у вищих навчальних закладах освіти*. 2013. Вип. 22. С. 230–237.
10. Шевченко М. В. Особливості навчання студентів технічних спеціальностей англomовного усного мовлення. *Молодий вчений*. 2015. № 2(17). С. 329–332.
11. Dudley-Evans T. Variations in the discourse patterns favoured by different disciplines and the pedagogical implications. *J. Flowerdew (Ed.), Academic listening*. Cambridge, England: Cambridge University Press, 1994. P. 146–158.
12. Freudenthal H. *Mathematics as an Educational Task*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland, 1973. 692 p.
13. Housen A. Process and Outcomes in the European Schools. Model of Multilingual Education. *Bilingual Research Journal*. 2002, № 26. P. 1–5.
14. Hyland K., Bondi M. *Academic discourse across disciplines*. Frankfurt : Peter Lang AG, 2006. 330 p.
15. Morell T. Interactive lecture discourse for university EFL students. *English for Specific Purposes*. 2004. № 23(3). P. 325–338.
16. Snizhko N. Implementation of bilingual education in Ukrainian institutions of higher education. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*. 2023. Vol. 2. № 3. P. 35–39.

References:

1. Zaichenko, I.V. (2016). *Pedahohika : pidruchnyk. 3-tie vydannia, pereroblene ta dopovnene – Pedagogy : textbook. 3rd edition, revised and augmented*. Kyiv : Lira-K. [in Ukrainian].
2. Ivanenko, S.V. (2019). Bilinhvalne navchannia yak instrument opanuvannia spetsialnykh znan studentamy nemovnykh spetsialnostei. [Bilingual education as a tool for mastering special knowledge by students of non-language majors]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh – Pedagogy of creative personality formation in higher and secondary schools*, 67(1), 39–43 [in Ukrainian].
3. Pidlasyi, I.P. (2010) *Pedahohika. Novyi kurs. Knyha 1. Zahalni osnovy. Protse navchannia [Pedagogy. New course. Book 1. General basics. Learning process]*. Retrieved from: https://ibib.ltd.ua/pedagogika-novyiy-kurs-kniga-obschie-osnovyi.html#google_vignette (accessed: 27.08.2024) [in Ukrainian].
4. Pro Derzhavnu nazionalnu programu «Osvita» («Ukraina XXI stolittia») [About the State National Program «Education» («Ukraine of the 21st Century»)]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-п#Text> (accessed: 27.08.2024). [in Ukrainian]
5. Pro nazionalnu doktrynu rozvytku osvity [About the National Doctrine of Education Development]. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/347/2002#Text> (accessed: 27.08.2024). [in Ukrainian].
6. Sytniakivska, S.M., & Khlyvniuk, M. H. (2014). Osoblyvosti vprovadzhennia bilinhvalnoho navchannia u tekhnichnykh navchalnykh zakladakh Ukrainy [Features of Implementation the Bilingual Education in the Technical Educational Institutions of Ukraine]. *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho universytetu – Zhytomyr Ivan Franko State University Journal*, 6(78), 167–172 [in Ukrainian].
7. Snizhko, N.V. (2022). Pro deiaki aspekty bilinhvalnoho navchannia v tekhnichnomu vyshi v konteksti yevrointehratsii [About some aspects of bilingual education in the technical higher school in the context of european integration]. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu im. M.P. Dragomanova. Seria 5. Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy – Scientific journal of M.P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5. Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives, Special Issue, Vol. 2*, 125–129 [in Ukrainian].

8. Snizhko, N.V. (2024). Bilinhvalna predmetna kompetentsiia z matematyky studentiv Inzhenerno-tekhnichnykh spetsialnosti [Bilingual subject competence in mathematics of students of engineering and technical majorities]. *Naukovi innovatsii ta peredovi tekhnolohii. Seriiia «Pedagogika» – Scientific innovations and advanced technologies. Series «Pedagogy»*, 8(36), 1418–1426 [in Ukrainian].
9. Chorna, O.O. (2013). Osoblyvosti ta praktyka formuvannia inshomovnoi komunikatyvnoi kompetentnosti studentiv tekhnichnykh spetsialnosti [Peculiarities and practice of formation of foreign language communicative competence of students of technical specialties]. *Vykladannia mov u vyshchyykh navchalnykh zakladakh osvity – Teaching Languages at Higher Educational Establishments at the Present Stage. Intersubject Relations*, 22, 230–237 [in Ukrainian].
10. Shevchenko, M.V. (2015). Osoblyvosti navchannia studentiv tekhnichnykh spetsialnosti anhlo-movnoho usnoho movlennia. [Peculiarities of teaching students of technical specialties in English speaking]. *Molodyi vchenyi – Young scientist*, 2(17), 329–332 [in Ukrainian].
11. Dudley-Evans, T. (1994). Variations in the discourse patterns favoured by different disciplines and the pedagogical implications. In *J. Flowerdew (Ed.), Academic listening* (p. 146–158). Cambridge, England: Cambridge University Press [in English].
12. Freudenthal, H. (1973) *Mathematics as an Educational Task*. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht-Holland [in English].
13. Housen, A. (2002) *Process and Outcomes in the European Schools. Model of Multilingual Education. Bilingual Research Journal*, 26, 1–5 [in English].
14. Hyland, K., & Bondi, M. (2006) *Academic discourse across disciplines*. Frankfurt: Peter Lang AG [in English].
15. Morell, T. (2004) Interactive lecture discourse for university EFL students. *English for Specific Purposes*, 23(3), 325–338 [in English].
16. Snizhko, N. (2023) Implementation of bilingual education in Ukrainian institutions of higher education. *Viae Educationis: Studies of Education and Didactics*, 2(3), 35–39 [in English].

УДК 37.016:159.947

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-18>

ЦИФРОВЕ МИСТЕЦТВО ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КРЕАТИВНОСТІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

Тінькова Дар'я Сергіївна,

доктор філософії,

викладач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

ORCID ID: 0000-0002-4771-6124

Подольян Оксана Миколаївна,

кандидат фізико-математичних наук,

доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

ORCID ID: 0000-0003-4082-1519

Швидкий розвиток інформаційних технологій у сучасному світі викликав критичну потребу в компетентних учителях інформатики. Ефективне викладання в цій галузі вимагає не лише глибоких знань, але й здатності надихати та залучати студентів через креативну педагогіку. Відтак, розвиток креативності у майбутніх учителів інформатики є надзвичайно важливим завданням. Перетин цифрового мистецтва та освіти у сфері комп'ютерних наук відкриває унікальні можливості для стимулювання творчості у майбутніх педагогів. Інтеграція цифрових мистецьких проєктів у навчальний процес сприяє розвитку інноваційного мислення та навичок розв'язання проблем у майбутніх учителів.

У статті розглянуто питання розвитку креативності майбутніх учителів інформатики за допомогою цифрового мистецтва. Проаналізовано поняття креативності людини та цифрового мистецтва, охарактеризовано різні види цифрового мистецтва, такі як архітектурна візуалізація, цифрова скульптура, музика, фотографія, відеоігри та анімація. Проведено аналіз переваг та недоліків програмного забезпечення для створення цифрового мистецтва, зокрема Clip Studio Paint, Adobe Illustrator, Paint.NET, GIMP, Corel Painter і Canva.

Дослідження показало, що студенти, які брали участь у індивідуальних проєктах з цифрового мистецтва, змогли проявити себе, продемонструвати свою креативність, знання, мотивацію та навички використання відповідного програмного забезпечення для створення оригінальних творів.

Інтеграція цифрового мистецтва у програми підготовки учителів інформатики відкриває перспективний шлях для розвитку креативності у майбутніх педагогів. Такий підхід дає змогу студентам підготуватися до використання цифрових технологій у своїй майбутній професійній діяльності та розробляти захоплюючі, динамічні, інтерактивні й візуально привабливі уроки інформатики для своїх учнів.

Ключові слова: креативність, цифрове мистецтво, майбутні учителі інформатики.

Tinkova Daria, Podolyan Oksana. The digital art as a tool for fostering creativity among future computer science teachers

The rapid advancement of information technology in the modern world has created a critical demand for competent computer science educators. Effective teaching in this field requires not only deep knowledge but also the ability to inspire and engage students through creative pedagogy. Therefore, fostering creativity in future computer science teachers is of paramount importance. The intersection of digital art and education in computer science presents unique opportunities to stimulate creativity in aspiring educators. Integrating digital art projects into the educational process promotes the development of innovative thinking and problem-solving skills in future teachers.

This article explores the development of creativity in future computer science teachers through digital art. The concepts of human creativity and digital art are analyzed, and various forms of digital art, such as architectural visualization, digital sculpture, music, photography, video games, and animation, are characterized. The advantages and disadvantages of software for creating digital art, including Clip Studio Paint, Adobe Illustrator, Paint.NET, GIMP, Corel Painter, and Canva, are examined.

The research revealed that students who participated in individual digital art projects were able to express themselves, demonstrate their creativity, knowledge, motivation, and skills in using appropriate software to create original works. The integration of digital art into computer science teacher preparation programs opens a promising pathway for developing creativity in future educators. This approach enables students to prepare for the use of digital technologies in their future professional activities and to design engaging, dynamic, interactive, and visually appealing computer science lessons for their students.

Key words: *creativity, digital art, future computer science teachers.*

Вступ. У сучасному світі, де інформаційні технології розвиваються стрімко, як ніколи раніше, зростає потреба у кваліфікованих учителях інформатики. Такі вчителі мають не лише володіти ґрунтовними знаннями з предмету, але й вміти креативно та захоплююче подавати матеріал учням. Саме тому розвиток креативності у студентів, які прагнуть стати вчителями інформатики, є надзвичайно важливим завданням.

Креативність потрібна для учителів інформатики через те, що: креативні вчителі вміють знаходити нестандартні підходи до пояснення складних тем, роблячи уроки цікавими та динамічними, використовують різноманітні методи та інструменти, такі як візуалізації, інтерактивні завдання, що сприяє кращому засвоєнню матеріалу учнями; креативні вчителі вміють зацікавити учнів предметом, мотивувати їх до активної участі у навчальному процесі, створюють атмосферу, де учні не бояться помилок, а прагнуть досліджувати, експериментувати та творити; креативність допомагає вчителям знаходити нові рішення, генерувати свіжі ідеї та використовувати сучасні технології для покращення навчального процесу. Тому питання пошуку інструментів для розвитку креативності у майбутніх учителів інформатики є актуальним.

Аналіз досліджень і публікацій. Вчені по-різному тлумачать поняття креативності, що підкреслює його багатогранність у сучасній психолого-педагогічній науці. Вперше чітке визначення креативності запропонував у 1922 році відомий психолог Д. Сімпсон. Він вважав, що креативність полягає у здатності людини відійти від стереотипних шаблонів мислення, ламаючи звичні, усталені механізми генерації ідей. Іншими словами, креативність – це не просто генерування нових ідей, а й уміння мислити нестандартно, руйнуючи шаблони та йдучи проти течії [1].

Американський дослідник Джон Као розглядав креативність як комплексний процес, що охоплює не лише генерування ідей, а й їхню реалізацію та перетворення на цінності. Цей всебічний підхід до креативності поєднує в собі різні аспекти, які зазвичай окремо позначаються терміном “новаторство”. Као не обмежував креативність лише генеруванням нових задумів, а підкреслював важливість їхнього розвитку та практичного застосування [2].

Дж. Гілфорд запропонував концепцію креативності, що ґрунтується на розрізненні двох типів мислення: конвергентного та дивергентного. Конвергентне мислення застосовується, коли для вирішення задачі з множини умов потрібно знайти єдину правильну відповідь. Можливі й інші варіанти, але їхня кількість завжди обмежена. Дивергентне мислення характеризується як “тип мислення, що розвивається в різних напрямках”. Воно передбачає генерацію різноманітних шляхів вирішення проблеми, що веде до несподіваних висновків та результатів. Гілфорд вважав дивергентне мислення основою креативності як загальної творчої здатності [3].

М. Волах і Н. Коган, розвиваючи ідеї Гілфорда, розширили трактування креативності. Вони відмовилися від деяких обмежень, що раніше ставилися до креативного мислення, наприклад, від жорстких часових рамок, конкурентного середовища та єдиної “правильної” відповіді. На їхню думку, креативність неможливо жорстко обмежувати, вона проявляється динамічно, в процесі генерування нових ідей та рішень [4].

На думку С. Сисоевої, креативність є не просто набором особистих якостей, а фундаментом творчої особистості. Вона визначає креативність як “детермінанту творчої активності інди-

віда”, тобто рушійну силу, що стимулює та направляє творчість людини. Сисоєва підкреслює, що креативність – це не просто вроджені здібності, а й сукупність творчих задатків та набутих умінь, які розвиваються протягом життя. Ці задатки та уміння визначають рівень та характер розвитку творчих якостей особистості, її пізнавальних процесів, мислення, знань, умінь та навички. Важливо розуміти, що креативність не існує у вакуумі. Її прояв зумовлюється не лише особистими характеристиками, але й певними об'єктивними умовами, в яких живе та працює людина [1; 4]. Тому під час навчання майбутнім учителям інформатики варто не лише генерувати ідеї, а й їх реалізовувати. Для цього доцільно створити умови для навчання та творчості, запроваджувати нетрадиційні форми та інструменти навчання [5]. Одним із таких інструментів є цифрове мистецтво.

Феномен цифрового мистецтва досліджувала М. Чикарькова [8], яка вивчала способи його інтеграції в освітній процес. Дж. Блек і К. Броунінг [7] розглядали, як цифрові інструменти та платформи можуть сприяти розвитку творчих здібностей учнів через заняття цифровим мистецтвом у класі. Однак незважаючи на глибокий рівень напрацювань недостатньо розкрито питання використання цифрового мистецтва як інструменту розвитку креативності майбутніх учителів інформатики, що й зумовило вибір теми.

Метою статті є висвітлення практичного досвіду щодо розвитку креативності майбутніх учителів інформатики через цифрове мистецтво.

Матеріали і метод. У дослідженні використано аналіз, синтез, порівняння, конкретизацію та узагальнення наукової літератури, систематизацію та узагальнення отриманої інформації.

Результати. Під цифровим мистецтвом розуміють творчу діяльність, засновану на використанні інформаційних (комп'ютерних) технологій, результатом якої є художні твори в цифровій формі [6; 8].

До основних видів цифрового мистецтва належать [7]:

1. *Архітектурна візуалізація:* використання комп'ютерних програм для створення 3D-моделей та реалістичних зображень будівель, інтер'єрів та міських просторів. Застосовується для демонстрації архітектурних проєктів, маркетингу та візуалізації ідей дизайну.

2. *Цифрова скульптура:* створення тривимірних скульптурних форм за допомогою комп'ютерних програм. Використовуються різні методи, такі як моделювання, сканування та 3D друк. Цифрові скульптури можуть бути віртуальними або фізичними, друкуються на 3D-принтері.

3. *Цифрова музика:* створення музичних творів за допомогою комп'ютерних програм та електронних інструментів. Застосовується широкий спектр жанрів та стилів, від електронної музики до оркестрових композицій.

4. *Цифрова фотографія:* використання цифрових фотоапаратів та програм для зйомки, редагування та обміну зображеннями. Цифрова фотографія дає більше контролю над процесом та розширює можливості для творчості.

5. *Відеоігри:* інтерактивні цифрові твори, що поєднують в собі елементи візуального мистецтва, оповіді, геймплею та дизайну.

6. *Анімаційні фільми та кінострічки:* створення мультфільмів та кіно за допомогою комп'ютерної графіки та анімаційних програм. Цифрові технології дають можливість створювати реалістичні візуальні ефекти та персонажів, недоступні традиційними методами.

Майбутні вчителі інформатики протягом навчання знайомляться з різними програмними продуктами, які можна використати для створення різного виду цифрового мистецтва. Розглянемо програми, які дозволяють створювати цифрові фотографії:

● *Clip Studio Paint* належить до одних із найпоширеніших професійних інструментів для малювання на персональних комп'ютерах. Програмне забезпечення спеціально розроблене для створення ілюстрацій, анімацій, манги та коміксів. В даний час близько 5 мільйонів користу-

вачів активно використовують цей продукт. Значна кількість професійних художників і ілюстраторів високо оцінюють це програмне забезпечення, зважаючи на його виняткову гнучкість і можливості для творчого самовираження. При створенні манги чи коміксів користувачі можуть досягати результатів, аналогічних паперовим технікам, при цьому маючи додаткові переваги цифрових інструментів. Програма оснащена широким асортиментом інструментів для малювання, а її остання версія включає функції анімації, що робить її однією з провідних безкоштовних програм для художників.

- *Adobe Illustrator* є популярним векторним програмним забезпеченням для малювання, яке надає великий набір інструментів для малювання, керування кольором та роботи з візуальними проектами. Використання шарів у програмі дозволяє здійснювати неруйнівне редагування і створення графіки. Інтеграція з іншими продуктами Adobe значно розширює функціональні можливості, зокрема використання Adobe Fonts для унікалізації проектів і широкий спектр спеціальних ефектів, таких як 3D. Регульовані інструменти векторного малювання дають змогу створювати різноманітні види графіки та ілюстрацій, включаючи логотипи, веб-графіку, елементи брендування та упаковку. Після завершення проекту можливий експорт до інших програм Adobe для подальшої обробки або публікації в соціальних мережах.

- *Paint.NET* – безкоштовне програмне забезпечення для цифрового мистецтва, яке відмінно підходить для створення об'ємних моделей, рухомих об'єктів і прозорих конструкцій. Завдяки простоті використання, Paint.NET є ідеальним інструментом для художників-початківців і працює ефективно навіть на малопотужних пристроях. Програма підтримує роботу з шарами і має велику кількість ефектів, включаючи інструменти для розмиття, стилізації, підвищення різкості та зменшення шуму. Можливості програми можуть бути розширені за допомогою плагінів. Програма дозволяє імпортувати зображення зі сканера і здійснювати їх покращення. Остання версія має підвищену продуктивність і знижене використання пам'яті, що дозволяє працювати з кількома проектами одночасно. Інтерфейс програми спрощений, має зручні значки і підтримує Aero Glass для Windows 7 і Vista.

- *GIMP* – потужний, гнучкий редактор з відкритим кодом, який підтримується багатьма планшетами Wacom. Це безкоштовне програмне забезпечення для малювання містить численні інструменти, аналогічні до Photoshop: шари, маски, градація кольорів, інтелектуальне виділення, пензлі, фільтри тощо. Спочатку GIMP створювався як безкоштовна альтернатива Photoshop, але його функціональні можливості дозволяють створювати оригінальні малюнки з нуля. Програма включає різні «м'які» та «жорсткі» пензлі зі змінними параметрами, можливість пошарової обробки малюнків, згладжування та інші ефекти. Завдяки інтеграції GTK3, GIMP тепер підтримує екрани високої щільності пікселів, що покращує якість зображення на таких дисплеях. Користувачам необхідно лише вибрати відповідну роздільну здатність своєї системи.

- *Corel Painter* – спеціалізована програма для малювання, яка не призначена для вирішення широкого спектра завдань, але є відмінним інструментом для цифрового малювання. Програма надає широкий набір професійних інструментів, включаючи різноманітні пензлі, палітри олійних та акварельних фарб, текстури паперу тощо. Corel Painter імітує не тільки результат застосування інструменту, але й сам процес роботи з ним. Використання олівця дозволяє контролювати товщину лінії залежно від кута нахилу стилуса. Пензель, щойно занурений у фарбу, залишає більш насичений слід. Програма оснащена зручними категоріями пензлів та вдосконаленим фільтром пошуку, що дозволяє швидко знайти потрібний інструмент. Corel Painter також дозволяє створювати власні пензлі, додаючи вологу текстуру до сухих пензлів, що полегшує створення акварельних ефектів. Можливе експериментування з різними пензлями та матеріалами для досягнення бажаних результатів.

• *Canva* – це інтуїтивно зрозуміле програмне забезпечення для створення графічного контенту, яке працює у веббраузері. Призначена для створення презентацій, постерів, матеріалів для соціальних мереж та іншої графіки. Програма пропонує велику бібліотеку шаблонів та елементів, що дозволяє швидко та ефективно створювати різноманітні графічні проекти. Основні можливості *Canva* включають редагування зображень, використання текстових елементів, додавання графічних фігур, іконок та інших візуальних компонентів. Програма також підтримує командну роботу, що дозволяє декільком користувачам одночасно працювати над одним проектом.

Аналіз вищенаведеного програмного забезпечення дав можливість виділити його плюси та мінуси у процесі створення цифрових фотографій студентами (табл. 1).

Таблиця 1

Програмне забезпечення для створення цифрової фотографії

Програмне забезпечення	Плюси	Мінуси
Clip Studio Paint	<ul style="list-style-type: none"> • величезний вибір інструментів для малювання; • функції анімації; • відмінна для створення манги та коміксів; • велика кількість користувачів та онлайн-ресурсів для навчання. 	<ul style="list-style-type: none"> • може бути складною для новачків; • платна версія має високу вартість; • високі системні вимоги.
Adobe Illustrator	<ul style="list-style-type: none"> • широкий набір векторних інструментів; • інтеграція з іншими продуктами Adobe; • регульовані інструменти для різних типів графіки; • можливість експорту до інших програм Adobe. 	<ul style="list-style-type: none"> • висока вартість підписки; • складність освоєння для початківців; • високі системні вимоги.
Paint.NET	<ul style="list-style-type: none"> • простий у використанні; • підходить для малопотужних пристроїв; • підтримка шарів та плагінів; • безкоштовність. 	<ul style="list-style-type: none"> • обмежений набір інструментів у порівнянні з професійним ПЗ; • менше функцій для професійної роботи з графікою; • інтерфейс може здаватися застарілим;
GIMP	<ul style="list-style-type: none"> • безкоштовне та з відкритим кодом; • потужний набір інструментів, аналогічний Photoshop; • підтримка високої роздільної здатності екранів; • можливість налаштування та розширення функцій за допомогою плагінів. 	<ul style="list-style-type: none"> • інтерфейс може бути не інтуїтивним для новачків; • менша стабільність порівняно з комерційними програмами; • інколи виникають проблеми сумісності з деякими планшетами та пристроями.
Corel Painter	<ul style="list-style-type: none"> • широкий набір інструментів для цифрового малювання; • імітація традиційних художніх технік; • розширені можливості налаштування пензлів та інших інструментів; • підходить для створення реалістичних текстур та ефектів. 	<ul style="list-style-type: none"> • висока вартість; • високі системні вимоги; • не підходить для задач поза цифровим малюванням; • складність освоєння для новачків.
Canva	<ul style="list-style-type: none"> • проста у використанні, інтуїтивний інтерфейс; • велика бібліотека шаблонів та елементів; • підходить для створення різноманітного графічного контенту (презентації, постери, соцмережі тощо); • працює у веббраузері, не вимагає встановлення. 	<ul style="list-style-type: none"> • обмежені можливості для професійного малювання; • деякі функції доступні лише в платній версії; • обмежена підтримка роботи з векторною графікою; • менша гнучкість у налаштуванні інструментів порівняно зі спеціалізованим ПЗ.

Результати проведеного нами аналізу дають стверджувати, що для створення цифрової фотографії педагогічно доцільним є вибір програмного забезпечення відповідно до рівня підготовки студентів, їхніх потреб та можливостей.

Для розвитку креативності у майбутніх учителів інформатики студентам другого року навчання за спеціальністю 014.09 Середня освіта (Інформатика), було запропоновано виконати індивідуальні проекти з цифрової фотографії на запропоновані теми: “Робототехнічне майбутнє”, “Моя школа робототехніки”.

Метою індивідуального проекту було:

- вивчення можливостей програмного забезпечення для створення цифрової фотографії;
- візуальне представлення власного бачення “робототехнічного майбутнього” або “школи робототехніки”;
- розвиток креативності студентів.

В рамках виконання індивідуальних проектів з цифрової фотографії, студентам були поставлені наступні завдання:

1. обрати тему: “Робототехнічне майбутнє” або “Моя школа робототехніки”;
2. вибрати програмне забезпечення (Clip Studio Paint, Adobe Illustrator, Paint.NET, GIMP, Corel Painter, Canva), де буде виконано завдання;
3. ознайомтеся з інструментами та функціями обраного програмного забезпечення;
4. розпланувати свою цифрову фотографію (які елементи будуть включені? які кольори та шрифти будуть використані? який загальний настрій роботи буде створений?);
5. створити власну цифрову фотографію;
6. завантажити створену цифрову фотографію;
7. підготувати презентацію про створену цифрову фотографію (розказати про те, що передає створена робота; які інструменти та функції програмного забезпечення були використані).

Роботи було оцінено за наступними критеріями: оригінальність дизайну, якість роботи, відповідність темі.

На рисунках 1, 2 представлені деякі роботи майбутніх учителів інформатики за результатами виконаних індивідуальних проектів.



Рис. 1. Цифрова фотографія на тему “Робототехнічне майбутнє”

За результатами виконаних індивідуальних проектів студентів можна виділити наступне:

1. індивідуальні проекти з цифрової фотографії, які виконали студенти 2 курсу за спеціальністю 014.09 “Середня освіта (Інформатика)”, продемонстрували їхню креативність, знання та вміння використовувати програмне забезпечення для створення цифрової фотографії;



Рис. 2. Цифрова фотографія на тему “Моя школа робототехніки”

2. студенти оволоділи можливостями програмного забезпечення для цифрової фотографії, візуально представили власне бачення “робототехнічного майбутнього” та “школи робототехніки”, розвинули навички індивідуального самовираження;

3. було продемонстровано різноманітність підходів до візуалізації тем та використано різні інструменти та функції програмного забезпечення.

Висновки. Цифрове мистецтво – це дієвий інструмент, який може допомогти майбутнім учителям інформатики розвинути свою креативність. Наш досвід показує, що використання індивідуальних проєктів з цифрового мистецтва, зокрема з цифрової фотографії, дає можливість підвищити мотивацію студентів до навчання, розвинути їхні творчі здібності, використовувати програмне забезпечення для створення об'єктів цифрового мистецтва, підготувати студентів до використання цифрових технологій у своїй майбутній професійній діяльності та розробляти цікаві, динамічні, інтерактивні, візуально красиві уроки інформатики для своїх учнів. Перспективи подальших досліджень полягають у створенні та апробації навчальної програми, де інтегровано цифрове мистецтво у підготовку вчителів інформатики, з акцентом на розвиток їхньої творчості та інноваційного мислення.

Література:

1. Павленко В.В. Креативність: сутнісна характеристика поняття. *Креативна педагогіка*. 2016. Вип. 11. С. 120–131.
2. Бурчак С. О. Креативність майбутнього вчителя в загальній теорії творчості: теоретичний аспект. *Інноваційна педагогіка*. 2019. Вип. 18. С. 91–95.
3. Fasko D. Education and Creativity. *Creativity Research Journal*, 2001. Vol. 13(3–4), p. 317–327. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_09.
4. Kaplan, D. E. Creativity in Education: Teaching for Creativity Development. *Psychology*, 2019. 10, p. 140–147. <https://doi.org/10.4236/psych.2019.102012>
5. Клеба А. І. Формування креативності у професійній підготовці майбутніх учителів інформатики. *Освітній простір XXI ст.: виклики та перспективи*: зб. наук. праць III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 20 квіт. 2023 р. Кам'янець-Подільський : ПДУ, 2023. С. 244–247.
6. Sugiarto Eko, Kurniawati D., Febriani Meina, Fiyanto A., Imawati R. Computer-based art in folklore illustration: *Development of mixed media digital painting in education context*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2021. 1098. 032017. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1098/3/032017>.
7. Black J., Browning K. Creativity in Digital Art Education Teaching Practices. *Art Education*, 2011. 64(5), p. 19–34. <https://doi.org/10.1080/00043125.2011.11519140>
8. Чікарькова М.Ю. Цифрове мистецтво: дефініції та витоки. *Українська культура: минуле, сучасне, шляхи розвитку*. 2022. Вип. 42. С. 108–113.

References:

1. Pavlenko, V.V. (2016). Kreatyvnist: sutnisna kharakterystyka poniattia. [Creativity: an essential characteristic of the concept]. *Kreatyvna pedahohika*, 11, 120–131 [in Ukrainian].
2. Burchak, S.O. (2019). Kreatyvnist maibutnoho vchytelia v zahalnoi teorii tvorchosti: teoretychnyi aspekt. [Creativity of the future teacher in the general theory of creativity: a theoretical aspect]. *Innovatsiina pedahohika*, 18, 91–95 [in Ukrainian].
3. Fasko, D. (2001). Education and Creativity. *Creativity Research Journal*, 13(3–4), 317–327. https://doi.org/10.1207/S15326934CRJ1334_09 [in English].
4. Kaplan, D. E. (2019). Creativity in Education: Teaching for Creativity Development. *Psychology*, 10, 140–147. <https://doi.org/10.4236/psych.2019.102012> [in English].
5. Klieba A. I. (2023). Formuvannia kreatyvnosti u profesiinii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv informatyky [Formation of creativity in the professional training of future computer science teachers]. *Osvitnii prostir XXI st.: vyklyky ta perspektyvy: zb. nauk. prats III Vseukr. nauk.-prakt. internet-konf., 20 kvit. 2023 r. Kamianets-Podilskyi : PDU*, 244–247 [in Ukrainian].
6. Sugiarto, Eko, Kurniawati, D., Febriani, Meina, Fiyanto, A., & Imawati, R. (2021). Computer-based art in folklore illustration: *Development of mixed media digital painting in education context*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 1098. 032017. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1098/3/032017> [in English].
7. Black, J., & Browning, K. (2011). Creativity in Digital Art Education Teaching Practices. *Art Education*, 64(5), 19–34. <https://doi.org/10.1080/00043125.2011.11519140> [in English].
8. Chikarkova, M.Iu. (2022). Tsyfrove mystetstvo: definitsii ta vytoky [Digital Art: definitions and origins]. *Ukrainska kultura: mynule, suchasne, shliakhy rozvytku*, 42, 108–113 [in Ukrainian].

УДК 371.2:574:378.1

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2024-2-19>

БІОЛОГІЧНА СКЛАДОВА ПРИРОДНИЧОЇ ОСВІТНЬОЇ ГАЛУЗІ: ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У ПРОЦЕСІ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ

Трускавецька Ірина Ярославівна,

кандидат історичних наук,

доцент кафедри природничих дисциплін і методики навчання

Університету Григорія Сковороди в Переяславі

ORCID ID: 0000-0001-6605-7948

Scopus author ID: 57205620494

У статті розглянуто ключові аспекти формування результатів навчання, пов'язані з вивченням біології. Основну увагу приділено важливості підготовки професійного фахівця відповідно до модельних навчальних програм «Біологія. 7–9 класи», впроваджених у освітній процес закладів загальної середньої освіти та відповідних умовам Нової української школи (НУШ). Закцентовано увагу на результатах навчання, пропонувані розробниками модельних навчальних програм із біології та обґрунтовано, що в окреслених програмах недостатньо реалізовані дидактичні вимоги до формування очікуваних результатів навчання і добору видів навчальної діяльності для їх досягнення. Доведено важливість принципів біологічної складової, науковості, системності, доступності, зв'язку навчання із реальним життям, активності учнів, індивідуального підходу та емоційності навчання, що сприяють досягненню ефективних результатів і розвитку ключових компетентностей учасників освітнього процесу. Визначено основні компоненти освітнього процесу в Університеті Григорія Сковороди в Переяславі через реалізацію освітньої професійної програми «Середня освіта (Біологія і здоров'я людини)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Розроблено структурну схему цілісної системи біологічної підготовки фахівця, що демонструє взаємозв'язок освітніх компонентів, які формують ключові компетентності майбутнього фахівця. Наголошено на важливості компонентів і методологічних підходів до їх забезпечення, що розвивають знання про структуру, функціонування організмів та їх взаємодію із навколишнім середовищем, що є необхідним у професійній діяльності вчителя біології. Означені в дослідженні освітні компоненти актуальні для забезпечення професійної підготовки вчителя біології, проте їх застосування є неповним через відсутність єдиного стандарту вищої освіти для спеціальності «Середня освіта».

Ключові слова: біологічна освіта, професійна підготовка, модельні навчальні програми, освітні компоненти, інтегративний підхід, ключові компетентності.

Truskavetska Iryna. The biological component of the natural science educational field: formation of key competencies in the process of professional training of specialists

The article examines the key aspects of learning outcomes formation related to the study of biology. The main focus is on the importance of preparing professional specialists in accordance with the model curricula "Biology for Grades 7–9," implemented in the educational process of general secondary education institutions and aligned with the conditions of the New Ukrainian School (NUS). Attention is drawn to the learning outcomes proposed by the developers of the model biology curricula, and it is substantiated that the outlined programs insufficiently implement the didactic requirements for formulating expected learning outcomes and selecting types of learning activities to achieve them. The importance of the principles of the biological component, scientific rigor, systematization, accessibility, connection of learning with real life, student activity, individual approach, and emotional engagement in learning is proven, as these contribute to achieving effective outcomes and developing key competencies in educational process participants. The main components of the educational process at Hryhoriy Skovoroda University in Pereyaslav are identified through the implementation of the educational professional program "Secondary Education (Biology and Human Health)" at the first (bachelor's) level of higher education. A structural scheme of the holistic system of biological training for specialists is developed, demonstrating the interrelation of educational components that form the key competencies of future specialists. Emphasis is placed on the importance of the components and methodological approaches to their provision, which develop knowledge about the structure, functioning of organisms, and their interaction with the environment-essential in the professional

activities of biology teachers. The educational components presented in the study are relevant for ensuring the professional training of biology teachers, but their application remains incomplete due to the absence of a unified higher education standard for the "Secondary Education" specialty.

Key words: biological education, professional training, model educational programs, educational components, integrative approach, key competencies.

Вступ. Природнича освітня галузь є одним із ключових складників освітнього процесу та передбачає підготовку особистості, яка володіє знаннями про основні закони живої і неживої природи, розуміє принципи, форми та сучасні методи навчання біології, проявляє інтерес до наукових досліджень і на основі отриманих знань усвідомлює цілісність природничо-наукової картини світу [1].

У сучасному світі розуміння біологічних явищ, процесів, принципів є украй важливим для розв'язання багатьох глобальних проблем, таких як якісна освіта, збереження навколишнього середовища, сталий розвиток суспільства, охорона здоров'я, стійке майбутнє тощо. Освітній процес із біології включає обговорення біоетичних питань пов'язаних із біотехнологією, генною інженерією та охороною довкілля, що сприяє розвитку моральних цінностей у здобувачів освіти, екологічної свідомості та формування бережливого ставлення до природних ресурсів.

Аналіз досліджень і публікацій. Важливість біологічної освіти у формуванні ключових компетентностей, необхідних для розуміння складних біологічних явищ і процесів та успішної інтеграції теоретичних знань у практичну діяльність, висвітлена в наукових працях Н. Білоусової [2], С. Генкал [1], Н. Граматик [3], Н. Грицай [4], І. Кореневої [5], Р. Романюк [6], С. Черкасової [7], Г. Ягенської [8] та ін. На думку Н. Граматик, важливими складниками біологічної освіти, що підкреслюють актуальність сьогодення є цінність знань, життя, природа, здоров'я, свідоме ставлення особистості до екологічних проблем та усвідомлення біосферної етики [3, с. 199]. Н. Андреєва стверджує, що біологічний компонент освітнього процесу повинен забезпечуватися шляхом використання дослідницької діяльності. Авторка окреслює зв'язок між дослідницькою діяльністю, дослідницькою позицією та успішним функціонуванням у соціумі. Вона припускає, що наявність дослідницької позиції дозволяє учаснику освітнього процесу ефективно взаємодіяти з динамічними змінами зовнішнього світу, соціального середовища та суб'єктивної реальності [9, с. 2].

Г. Ягенська розробила концепцію розвитку дослідницьких умінь учнів закладів загальної середньої освіти у сфері природничих наук, яка об'єднує два підходи до їх формування: логічне та образне мислення на прикладі предмета «Біологія». Дослідниця визначила основні засоби навчання, такі як системи навчальних завдань, моделі біологічних об'єктів і процесів, а також моделювання діяльності учасників дослідницького пошуку [8].

Матеріали та метод. У статті розглядається формування ключових компетентностей здобувачів освіти та набуття результатів навчання у процесі професійної підготовки фахівців у галузі біологічної освіти. Аналіз здійснено на основі наступних матеріалів і методів: проаналізовано Державний стандарт базової середньої освіти [10], структуровані модельні навчальні програми з біології та практики закладів вищої освіти, що регулюють вимоги до навчальних програм та професійної підготовки майбутніх учителів.

Для досягнення поставленої мети використано методи: *теоретичні* – аналіз модельних навчальних програм, стандартів освіти та інших нормативних матеріалів для виявлення ключових аспектів формування результатів навчання; *синтезу* – поєднання отриманих даних для формулювання рекомендацій щодо удосконалення освітніх компонентів та інтегративних підходів у підготовці майбутніх вчителів біології; *порівняння і спостереження* – порівняння трьох модельних навчальних програм і методологічних підходів до професійної підготовки вчителів біології.

Результати. Відповідно до Державного стандарту базової середньої освіти, ключові знання природничої освітньої галузі формуються у здобувачів освіти за такими складниками: *методологія природничих наук, науковий світогляд і цілісна природничо-наукова картина світу, астрономічний, біологічний, географічний, фізичний і хімічний* [10]. Зупинимося більш детально на біологічній складовій.

Біологічний складник є фундаментальною частиною освітнього процесу природничої галузі, що охоплює вивчення організмів у всіх його проявах, від клітинної будови до екосистем, еволюцію живої природи, видове біорізноманіття і їх пристосування до середовища існування тощо. Біологічна компонента у системі освіти забезпечує формування в учнів/учениць ключових компетентностей у галузі природничих наук, техніки і технологій та екологічної грамотності; особистості, який/яка володіє певними вміннями дослідження (спостерігати, досліджувати, експериментувати), виявляє допитливість, на основі здобутих знань і пізнавального досвіду усвідомлює цілісність природничо-наукової картини світу, здатен/здатна оцінити вплив природничих наук, техніки і технологій на сталий розвиток суспільства та можливі наслідки людської діяльності у природі, встановлювати гармонійні зв'язки з природою шляхом емоційно-ціннісного ставлення до природи тощо [10].

Системне вивчення біології, як окремого природничого предмета, розпочинається у закладах загальної середньої освіти з 7 класу, відповідно до рекомендованих модельних навчальних програм «Біологія. 7–9 класи», котрі структуровані у взаємопов'язані розділи, що об'єднують теми, очікувані результати навчання, пропонований зміст навчального предмета та види навчальної діяльності.

Розробники модельної навчальної програми (П. Балан, О. Кулініч, Л. Юрченко) виокремили такі ключові принципи біологічної освіти: науковість, системність і послідовність, доступність навчання, зв'язок навчання із реальним життям, усвідомленість та активність учнів, наочність, навчання шляхом діяльнісного та індивідуального підходів, емоційність та інтерактивність [11]. Зазначені принципи є фундаментальними для формування результатів навчання біологічної освіти, а саме:

- *принцип науковості* передбачає використання достовірних, перевірених даних і сучасних досягнень біологічної науки, що забезпечує поглиблене й точне розуміння матеріалу;
- *системність і послідовність* допомагають учнівству структурувати знання у логічній формі, поступово ускладнюючи та розширюючи їх;
- *зв'язок навчання із життям* допомагає учасникам освітнього процесу бачити практичне застосування теоретичних знань у повсякденному житті, що підвищує їхню мотивацію до навчання;
- *індивідуальний підхід* забезпечує урахування індивідуальних особливостей кожного учня, створюючи сприятливі умови для максимального розвитку їхнього потенціалу;
- *емоційність навчання* надає освітньому процесу захоплюючого та пізнавального характеру, що сприяє ефективному засвоєнню матеріалу, обміну ідеями, розвитку комунікативних навичок учнівства тощо.

Поділяємо думку В. Соболя, який у розробленій ним програмі, виокремлює низку завдань із метою формування біологічної компетентності, де пріоритетними визначає застосування компетентнісного, рівневого, діяльнісного, особистісно-орієнтованого та продуктивного підходів [12], упровадження яких передбачає формування дослідницьких умінь і знань учнів, здатність самостійно або з допомогою вчителя проводити біологічні дослідження, експерименти, опрацьовувати інформацію, порівнювати та аналізувати властивості організмів, моделювати та генерувати ідеї для розв'язання життєвих проблем, працювати в команді тощо [13, с. 41].

А. Самойлов, О. Тагліна та О. Утевська спрямовують освітній процес на розвиток екологічної свідомості учнівства за такими видами діяльності: аналіз екологічних проблем довкілля

і розробка шляхів їх розв'язання; економне використання природних ресурсів; передбачення екологічних наслідків як результат діяльності людини [14]. Проведений аналіз зазначених програм дозволяє нам стверджувати, що діяльнісний підхід є обов'язковим компонентом біологічної освіти, вивчення якої у базовій школі спрямоване за роками навчання, а саме:

– **7 клас** – передбачає вивчення біологічних понять (біологічна система; хімічний склад живої природи; білки; нуклеїнові кислоти; клітина; організм; обмін речовин, енергії та інформації; онтогенез, розмноження; спадковість і мінливість; популяція; екосистема; походження життя) [12];

– **8 клас** – передбачає вивчення організму людини, анатомії і фізіології; формування в учнів дбайливого ставлення до здоров'я;

– **9 клас** – передбачає вивчення закономірностей ознак і властивостей організмів від молекулярного до біосферного рівнів. Теми охоплюють основні проблеми різних біологічних наук: біохімії, молекулярної біології, генетики, цитології, екології, еволюційної біології [6; 11; 14].

Якість реалізації модельних навчальних програм залежить від рівня підготовленості майбутнього фахівця у закладах вищої освіти, де основний акцент спрямовується на застосування сучасних методологічних підходів та інноваційних технологій навчання.

В умовах реалізації концепції Нової української школи (НУШ) біологічна підготовка фахівців є важливим елементом освітньої системи, оскільки сприяє розвитку ключових компетентностей учнівства. У процесі професійної підготовки вчителя біології та основ здоров'я за освітньо-професійною програмою «Середня освіта (Біологія і здоров'я людини)» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти Університету Григорія Сковороди в Переяславі, освітній процес передбачає формування всебічно розвинутого фахівця, які відповідають сучасним вимогам і концепції розвитку НУШ. Основні складові біологічної підготовки відображено в структурній схемі (рис. 1).

Кожен із компонентів підготовки фахівця спрямований на формування ключових компетентностей, визначених НУШ, а саме: фундаментальні біологічні знання закладають базу для розвитку природничо-наукових компетентностей; компоненти профільної підготовки дозволяють впроваджувати інтегративний підхід, формують навички дослідницької діяльності до експериментальних досліджень; методологічні засади та практична підготовка професійної діяльності розвивають креативне мислення, уміння навчати учнівство на основі ключових компетентностей НУШ, працювати в команді тощо.

Біологічна складова в учнівства, в рамках зазначеної програми передбачає упровадження в освітній процес діяльнісного, практико-орієнтованого та інтеграцію міждисциплінарних підходів, виконання практичних занять, експериментальних досліджень, проектної діяльності тощо.

Наприклад, нормативні дисципліни циклу загальної підготовки окресленої програми «Історія України. Історія культури України», «Філософія», «Українська мова», «Інформаційні технології в освіті», «Основи наукових досліджень та академічного письма» спрямовані на формування загальних компетентностей майбутніх фахівців, розвиток навичок *soft skills* і слугують теоретико-методологічним підґрунтям для вивчення нормативних дисциплін циклу професійної підготовки.

Реалізація програмних результатів нормативних дисциплін циклу професійної підготовки («Педагогіка. Теорія та методика виховної роботи», «Основи інклюзивної освіти», «Основи педагогічної майстерності», «Психологія. Основи конфліктології») орієнтовані на підготовку вчителя, здатного створювати психологічно безпечне та комфортне освітнє середовище; розпізнавати ознаки булінгу серед учнівства та ефективно протидіяти йому, а також налагоджувати ефективну комунікацію із учнями та їхніми батьками. Окрім того, професійна підготовка спрямована на розвиток здатності критично оцінювати власні позиції і знання, бути обізнаним у основних теоріях і методах сучасної філософії та суспільних науках, креативно діяти в складних і непередбачуваних професійних ситуаціях, генерувати нові ідеї та комунікувати.



Рис. 1. Структурна схема освітнього процесу біологічної підготовки фахівця

Розвитку дослідницьких умінь майбутніх фахівців сприяють набуті знання про будову та основні функціональні особливості організмів, процеси їх життєдіяльності, роль живих організмів і біологічних систем різного рівня у житті та їх використання, охорону, відтворення, регіональний контекст у процесі вивчення освітніх компонентів циклу професійної підготовки означеної ОПП: «Ботаніка (анатомія і морфологія)», «Систематика. Екологія та філогенія рослин», «Зоологія. Екологія та філогенія безхребетних», «Зоологія хребетних та народна зоологія», «Хімія органічна. Хімія аналітична», «Хімія загальна, неорганічна та фізикоїдна», «Фізіологія людини», «Біохімія. Фізіологія рослин», «Мікробіологія і вірусологія», «Імунологія» та «Цитологія і гістологія з основами ембріології». Результати навчання закріплюються шляхом написання наукових робіт і проходженням навчальних та навчально-польових практик.

Набуті знання і практичні навички під час вивчення навчальних предметів «Методика навчання біології», «Методика навчання основ здоров'я», «Позакласна та позашкільна робота з біології» та проходженні «Навчально-виробничої практики з біології у базовій школі» сприяють формуванню професійного фахівця здатного творчо підходити до розв'язання актуальних завдань біологічної освіти, забезпечувати освітній процес шляхом упровадження інтерактивних методів навчання, таких як симуляції, кейс-методи, вікторини тощо. Курси спрямовані на адаптацію майбутнього вчителя біології до професійної діяльності в умовах НУШ, активізацію особистого творчого потенціалу та розвитку педагогічної майстерності.

Погоджуємось із твердженням І. Кореневої, що екологічна освіта та освіта в сфері розвитку є фундаментальними аспектами освіти для сталого розвитку [5, с. 156]. Відтак, важливо підкреслити, що структура та зміст зазначеної освітньої програми забезпечують набуття фахових компетентностей спрямованих на досягнення глобальних цілей сталого розвитку, проголошених резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй від 25 вересня 2015 року № 70/1, визначених Указом Президента від 30 вересня 2019 року № 722» (<https://www.president.gov.ua/documents/7222019-29825>) у процесі викладання таких освітніх компонентів: «Педагогіка. Теорія та методика виховної роботи», «Методика навчання біології», «Навчально-польова практика з ботаніки та зоології хребетних», «Соціологія», «Валеологія. Вікова фізіологія та шкільна гігієна», «Методика навчання основ здоров'я», «Навчально-виробнича практика з основ здоров'я людини в базовій школі», «Екологія» тощо (рис. 1).

Наприклад, освітній компонент «Педагогіка. Теорія та методика виховної роботи» розвиває у студентів навички етичної і відповідальної поведінки, підвищує рівень екологічної свідомості та громадянської активності, що відповідає Цілям 4, 11, 12; «Навчально-польова практика з ботаніки та зоології» дозволяє здобувачам вищої освіти досліджувати природні екосистеми, що сприяє усвідомленню важливості їх збереження та відновлення, підтримуючи досягнення Цілей 15.

Здатність упроваджувати в освітній процес закладів загальної середньої освіти здоров'язбережувальні, профілактичні й оздоровчі технології формують такі курси, як «Соціологія», «Валеологія. Вікова фізіологія та шкільна гігієна», «Методика навчання основ здоров'я», «Навчально-виробнича практика з основ здоров'я людини в базовій школі», «Екологія» тощо. Зокрема, «Соціологія» забезпечує розуміння соціальних процесів, що впливають на сталий розвиток, зокрема в аспектах соціальної рівності та відповідального споживання (Цілі 1, 10, 12); «Валеологія. Вікова фізіологія та шкільна гігієна» спрямована на формування знань про здоровий спосіб життя, фізіологію та гігієну, що відповідає Цілі 3; «Методика навчання основ здоров'я» передбачає підготовку фахівців, здатних формувати в учнів навички збереження здоров'я, що відповідає Цілям 3 і 4; «Навчально-виробнича практика з основ здоров'я людини в базовій школі» поглиблює практичні навички майбутніх учителів у сфері здоров'язбережувальної освіти, сприяє формуванню та розвитку у підлітків культури здоров'я,

а також ключової компетентності здоров'язбереження, що підтримує досягнення Цілей сталого розвитку 3,4.

Здатність інформувати громадськість про стан екологічної безпеки та збалансованого природокористування, проводити екологічний моніторинг та оцінювати поточний стан навколишнього середовища формують знання у процесі вивчення освітнього курсу «Екологія», який спрямований на вивчення екосистем, принципів їх функціонування та охорони, що безпосередньо відповідає Цілям 13, 14, 15, забезпечуючи сталий розвиток та збереження біорізноманіття.

Результати навчання, досягнуті під час вивчення освітніх компонентів «Цитологія і гістологія із основами ембріології», «Долікарська медична допомога з основами тактичної медицини», «Основи медичних знань» та «Валеологія», безпосередньо сприяють формуванню здоров'язбережувальної компетентності. Ці дисципліни розвивають знання про структуру і функціонування організму людини, принципи надання першої медичної допомоги, профілактики захворювань та підтримання здоров'я, що є основою для забезпечення здоров'язбережувального підходу в професійній діяльності вчителя.

Сучасна підготовка майбутніх учителів біології передбачає використання інтегративного підходу, що охоплює різні аспекти професійної діяльності педагога. Важливу роль у цьому відіграють навчальні дисципліни, зокрема «Цитоендокринологія», «STEM-технології у навчанні біології» та «Зоологія хребетних. Народна зоологія», які сприяють формуванню професійних компетентностей, креативного мислення, практичних навичок, екологічної свідомості та здоров'язбережувальних компетентностей у здобувачів освіти. Зокрема, курс «Цитоендокринологія» забезпечує розуміння студентами біологічних процесів, включно з функціонуванням клітинних і гормональних систем, що є важливою складовою освіти для збереження здоров'я. Це дає змогу майбутнім учителям передавати учнівству знання про біологію та важливість здорового способу життя. «STEM-технології у навчанні біології» інтегрують сучасні наукові підходи й технології, сприяючи розвитку критичного мислення і інноваційних підходів до розв'язання біологічних проблем, що допомагає формувати дослідницькі компетентності та навички практичного застосування знань. Курс «Зоологія хребетних. Народна зоологія» не тільки надає учасникам освітнього процесу можливість досліджувати екосистеми та біорізноманіття, а й формує знання про взаємозв'язки між природою і культурними традиціями. Вивчення народних знань про тваринний світ, що є важливою частиною етнокультури, дозволяє майбутнім педагогам використовувати набуті знання для формування екологічної свідомості в учнів. Поєднання сучасних наукових підходів до збереження біорізноманіття із традиційними знаннями суспільства про природу, сприяє підвищенню усвідомленості щодо важливості збереження природних ресурсів. Використання етнокультурного контексту дозволяє здобувачам освіти зрозуміти значення локальних екосистем і біорізноманіття у культурному й історичному розвитку суспільств. Такий підхід сприяє поглибленню професійної підготовки майбутніх учителів біології, дозволяючи інтегрувати наукові знання із культурною спадщиною.

Висновки. Отже, біологічна освіта є фундаментальним складником підготовки майбутніх учителів природничої освітньої галузі, спрямована на забезпечення всебічного розуміння основних біологічних процесів і явищ у природі. Важливість отриманих біологічних знань полягає у формуванні майбутнього професійного фахівця, котрий здатний буде забезпечувати якісно освітній процес у закладах загальної середньої освіти відповідно до умов НУШ; розвивати критичне мислення та екологічну свідомість учнівства; упроваджувати сучасні методи, інноваційні технології і підходи до навчання, адаптуючи їх до потреб та інтересів здобувачів освіти; розв'язувати проблеми пов'язані зі збереженням навколишнього середовища та сталим розвитком суспільства.

Література:

1. Генкал С. Формування критичного мислення учнів засобами проблемного навчання на уроках біології. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*. 2019. № 4. С. 256–267.
2. Білоусова Н., Гордієнко Т. Діяльнісний підхід (на прикладі моделювання) на уроках ЯДС у початковій школі. 2023. URL: <https://revolution.allbest.ru/pedagogics/d01414345.html>.
3. Граматик Н. Професійна підготовка майбутніх бакалаврів природничих наук: структурнокомпонентний склад предметної компетентності з біології. *Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського*. 2020. Вип. 3 (132). С. 198–210. <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2020-3-23>.
4. Грицай Н.Б. Дослідницько-орієнтоване навчання біології в сучасній загальноосвітній школі. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології: науковий журнал*. 2017. № 4(68). С. 177–189.
5. Коренева І. М. Система підготовки майбутніх учителів біології до реалізації функцій освіти для сталого розвитку: монографія. Суми, Вінниченко М. Д., 2019. 526 с.
6. Романюк Р. К. Підготовка вчителя біології профільної школи: теорія і практика: монографія. Видавець ПП «Євро-Волинь», Житомир, 2021. 424 с.
7. Черкасова С., Булигіна В. Інтегрований урок з біології та фізики. *Біологія і хімія в школі*. 2009. № 4. С. 23–26.
8. Ягеньська Г.В., Степанюк А.В. Формування дослідницьких умінь школярів у галузі природничих наук (друга половина ХХ–початок ХХІ століття): монографія. Тернопіль: ТНПУ ім. В. Гнатюка, 2021. 282 с.
9. Андрєєва Н. В. Формування дослідницьких умінь учнів з біології: теорія і практика. *Біологія та фундаментальна медицина*. 2018. № 1. С. 6–13.
10. Державний стандарт базової середньої освіти. Міністерство освіти і науки України. URL: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/.
11. Балан П. Г., Кулініч О. М. Модельна навчальна програма «Біологія. 7–9 класи». URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/90172/>.
12. Соболев В.І. Модельна навчальна програма «Біологія 7-9 класи». URL: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/89684/>.
13. Засєкіна Т.М., Трускавецька І.Я. Проблеми розроблення модельних навчальних програм із природничих предметів для 5–9 класів закладів загальної середньої освіти. *Проблеми та перспективи розвитку природничої освітньої галузі: збірник наукових праць*. Ч.1. Переяслав (Київ. обл.): Домбровська Я. М. 2024. С. 40–44.
14. Самойлов А. М., Тагліна О. В., Утевська О. М. Модельна навчальна програма «Біологія. 7–9 класи». URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2023/Model.navch.prohr.5-9.klas.Pryrodnycha.osvitnya.haluz.2023/04.12.2023/Biologiya.7-9.klas.Samoylov.ta.in-04.12.2023.pdf>.

References:

1. Henkal, S. (2019). Formuvannia krytychnoho myslennia uchniv zasobamy problemnoho navchannia na urokakh biolohii [Formation of students' critical thinking by means of problem-based learning in biology classes]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies*, 4, 256–267 [in Ukrainian].
2. Bilousova, N., & Hordiienko, T. (2023). Diialnisnyi pidkhid (na prykladi modeliuvannia) na urokakh YaDS u pochatkovii shkoli [Activity-based approach (on the example of modeling) in the lessons of UDS in primary school]. *revolution.allbest.ru* Retrieved from: <https://revolution.allbest.ru/pedagogics/d01414345.html> [in Ukrainian].
3. Hramatyk, N. (2020). Profesiina pidhotovka maibutnix bakalavriv pryrodnychych nauk: strukturonokomponentnyi sklad predmetnoi kompetentnosti z biolohii [Professional training of future bachelors of natural sciences: structural component composition of subject competence in biology]. *Naukovyi visnyk Pivdenoukrainskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni K. D. Ushynskoho – Scientific Bulletin of the South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushinsky*, 3 (132), 198–210. <https://doi.org/10.24195/2617-6688-2020-3-23> [in Ukrainian].
4. Hrytsai, N.B. (2017). Doslidnytsko-oriientovane navchannia biolohii v suchasni zahalnoosvitni shkoli [Research-oriented teaching of biology in a modern secondary school]. *Pedahohichni nauky: teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii: naukovyi zhurnal – Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies: scientific journal*, 4(68), 177–189 [in Ukrainian].

5. Koreneva, I. M. (2019). *Systema pidhotovky maibutnikh uchyteliv biolohii do realizatsii funktsii osvity dlia staloho rozvytku: monohrafiia* [The system of training future biology teachers to implement the functions of education for sustainable development: monograph]. Sumy: Vinnychenko M. D. [in Ukrainian].

6. Romaniuk, R. K. (2021). *Pidhotovka vchytelia biolohii profilnoi shkoly: teoriia i praktyka: monohrafiia* [Training of a biology teacher in a specialized school: theory and practice: monograph]. Zhytomyr: Vydavets PP «Yevro-Volyn» [in Ukrainian].

7. Cherkasova, S., & Bulyhina, V. (2009). Intehrovanyi urok z biolohii ta fizyky [An integrated lesson in biology and physics]. *Biolohiia i khimiia v shkoli – Biology and chemistry at school*, 4, 23–26 [in Ukrainian].

8. Yahenska, H.V., & Stepaniuk, A.V. (2021). *Formuvannia doslidnytskykh umin shkolariv u haluzi pryrodnychyykh nauk (druha polovyna XX – pochatok XXI stolittia): monohrafiia* [Formation of research skills of schoolchildren in the field of natural sciences (second half of the 20th – beginning of the 21st century): monograph]. Ternopil: TNPU im. V. Hnatiuka [in Ukrainian].

9. Andrieieva, N. V. (2018). Formuvannia doslidnytskykh umin uchniv z biolohii: teoriia i praktyka [Formation of research skills of students in biology: theory and practice]. *Biolohiia ta fundamentalna medytsyna – Biology and fundamental medicine*, 1, 6–13 [in Ukrainian].

10. Derzhavnyi standart bazovoi serednoi osvity. Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy [State standard of basic secondary education. Ministry of Education and Science of Ukraine]. *osvita.ua* Retrieved from: https://osvita.ua/legislation/Ser_osv/76886/ [in Ukrainian].

11. Balan, P. H., & Kulinich, O. M. Modelna navchalna prohrama «Biolohiia 7-9 klasy» [Model curriculum "Biology 7-9 grades"]. *osvita.ua* Retrieved from: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/90172/> [in Ukrainian].

12. Sobol, V.I. Modelna navchalna prohrama «Biolohiia 7-9 klasy» [Model curriculum "Biology 7-9 grades"]. *osvita.ua* Retrieved from: <https://osvita.ua/school/program/program-5-9/89684/> [in Ukrainian].

13. Zasiakina, T.M., & Truskavetska, I.Ia. (2024). Problemy rozroblennia modelnykh navchalnykh prohran iz pryrodnychyykh predmetiv dlia 5–9 klasiv zakladiv zahalnoi serednoi osvity [Problems of developing model educational programs in science subjects for grades 5–9 of general secondary education institutions]. *Problemy ta perspektyvy rozvytku pryrodnychoi osvitnoi haluzi: zbirnyk naukovykh prats – Problems and prospects of the development of the science education field: a collection of scientific works, Vol.1*, 40–44, Ya. Dombrovska (Ed.) [in Ukrainian].

14. Samoilov, A. M., Tahlina, O. V., & Utievska, O. M. Modelna navchalna prohrama «Biolohiia 7–9 klasy» [Model curriculum "Biology 7–9 grades"]. *mon.gov.ua* Retrieved from: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/Navchalni.prohramy/2023/Model.navch.prohr.5-9.klas/Pryrodnycha.osvitnya.haluz.2023/04.12.2023/Biologiya.7-9.klas.Samoylov.ta.in-04.12.2023.pdf> [in Ukrainian].

НОТАТКИ

Наукове видання

НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Серія:

Проблеми природничо-математичної,
технологічної та професійної освіти

Випуск 2(4)

Коректор *І. М. Чудеснова*

Комп'ютерне верстання *М. С. Михальченко*

Підписано до друку 05.11.2024 р.

Формат 60×84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 21,86. Зам. № 1124/801

Наклад 100 прим.

Надруковано: Видавничий дім «Гельветика»

65101, Україна, м. Одеса, вул. Інглезі, 6/1

Телефони: +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08

E-mail: mailbox@helvetica.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи

ДК № 7623 від 22.06.2022 р.