

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1>

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

НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Серія:

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

Випуск 1



Видавничий дім
«Гельветика»
2023

Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти.
Випуск 1. Кропивницький: Видавничий дім «Гельветика», 2023. 56 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, завідувачка кафедри математики і методики її навчання, 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 технологічної та професійної освіти, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Трифоновна Олена Михайлівна – доктор педагогічних наук, професор, доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Фурсикова Тетяна Володимирівна – доктор педагогічних наук, доцент, декан факультету математики, природничих наук та технологій, професор кафедри інформатики та інформаційних технологій, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Чистякова Людмила Олександрівна – доктор педагогічних наук, професор, доцент кафедри теорії та методики технологічної підготовки, охорони праці та безпеки життєдіяльності, Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Давідовіч 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 № 16 від 26.06.2023 року).

Видання «Наукові записки. Серія: Проблеми природничо-математичної, технологічної та професійної освіти» засновано у 2023 році, зареєстровано Міністерством юстиції України (Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ No 25490-15430ПР від 24.03.2023).

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

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1>

**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 1



Publishing house
"Helvetica"
2023

Research Bulletin. Series: Issues of natural sciences, mathematics, technology and vocational education.
Issue 1. Kropyvnytskyi: Publishing House "Helvetica", 2023. 56 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, Head of the Department of Mathematics and Methods of Their Teaching, 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 of the Department of Technological and Professional Education, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Tryfonova Olena – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Associate Professor of Department of Natural Sciences and Methods of Their Teaching, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Fursykova Tetiana – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Mathematics, Natural Sciences and Technologies, Professor of the Department of Informatics and Information Technologies, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University

Chystiakova Liudmyla – Doctor of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Theory and Methods of Technological Education, Professional Labour and Life Safety, 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 № 16 dated June 26, 2023).

"Research Bulletin. Series: Issues of natural sciences, mathematics, technology and vocational education" was founded in 2023, registered by the Ministry of Justice of Ukraine (Certificate of state registration of the print media Series KB No 25490-15430IIP dated 24.03.2023).

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

ЗМІСТ

ДЕФОРЖ Г. В., ХАЛІЛЯН К. Е. ОЦІНКА ВПЛИВУ ІКТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ У ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ.....7

НАРАДОВИЙ В. В. ВИКОРИСТАННЯ МАПЛЕТІВ У ВИКЛАДАЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНІЙ РОБОТІ.....16

ПАСІЧНИК Н. О., РІЖНЯК Р. Я. ІНТЕГРАТИВНІСТЬ МАТЕМАТИКО-ЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЯК ОСНОВА ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ЕКОНОМІКИ.....22

ПРИСЯЖНЮК О. В., ЛУПАН І. В., КНІДЗЕ М. І. ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ..... 29

РЄЗІНА О. В., ШЛЯНЧАК С. О., КНІДЗЕ М. І. НАВЧАННЯ СТВОРЕННЮ ІНТЕРАКТИВНИХ ВЕБСТОРИНОК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАСИВІВ МОВИ JAVASCRIPT ТА СТУДЕНТСЬКИХ МІНІПРОЄКТІВ.....35

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.....41

САЛЬНИК І. В. ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА ІНТЕГРАЦІЯ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН – ДВІ СТОРОНИ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ..... 48

CONTENTS

DEFORZH H., KHALILIAN K. ASSESSMENT OF THE IMPACT OF ICT ON THE EFFICIENCY OF STUDYING BIOLOGY IN AN INSTITUTION OF GENERAL SECONDARY EDUCATION.....	7
NARADOVYI V. USING MAPLETS IN TEACHING AND RESEARCHS.....	16
PASICHNYK N., RIZHNIAK R. AN INTEGRATION OF THE MATHEMATICAL AND ECONOMIC MODELS AS THE BASIS OF THE TRAINING OF THE TEACHERS OF MATHEMATICS AND ECONOMICS.....	22
PRYSIAZHNIUK O., LUPAN I., KNIDZE M. USING THE ANT ALGORITHM VISUALIZATION FOR ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE INVESTIGATION IN THE SCHOOL COURSE OF INFORMATICS.....	29
RIEZINA O., SHLIANCHAK S., KNIDZE M. TEACHING THE DESIGN OF INTERACTIVE WEB PAGES TO UNDERGRADUATE STUDENTS THROUGH JAVASCRIPT ARRAY METHODS AND STUDENT-GENERATED ASSIGNMENTS MINI-PROJECTS.....	35
SADOVYI M., SOMENKO D., TRYFONOVA O., DOBROVAN K. DEVELOPMENT OF TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL COMPETENCE DURING THE IMPLEMENTATION OF AN EDUCATIONAL PROJECT USING DIGITAL RESOURCES.....	41
SALNYK I. DIFFERENTIATION AND INTEGRATION OF THE LEARNING OF NATURAL DISCIPLINES ARE TWO SIDES OF THE SINGLE EDUCATIONAL PROCESS.....	48

УДК 373.5.091.3:57(045)

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-1>

ОЦІНКА ВПЛИВУ ІКТ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИВЧЕННЯ БІОЛОГІЇ У ЗАКЛАДІ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ

Дефорж Ганна Володимирівна,

доктор історичних наук, професор,
професор кафедри природничих наук і методик їхнього навчання
Центральноукраїнського державного університету

імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0002-1114-3205

Scopus-Author ID: 57211290315

Researcher ID: AAB-9714-2019

Халілян Каріне Едіківна,

бакалавр факультету
математики, природничих наук та технологій

Центральноукраїнського державного
університету імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0009-0005-0816-5883

У статті наведені результати впливу ІКТ на ефективність вивчення біології у закладі загальної середньої освіти. Розглянуто доцільність використання інформаційних технологій на уроках для отримання високих результатів. Для розуміння біології важливим є спостереження за живими природними об'єктами, вивчення їх структури, будови тощо. Зробити це під час уроку, особливо під час дистанційного навчання, іноді неможливо. Натомість сучасні інформаційно-комунікаційні технології забезпечують таку можливість. За допомогою комп'ютерних технологій створюється можливість представлення відеоматеріалів з демонстрацією природних об'єктів. Крім того, спеціально розроблені інформаційні засоби навчання полегшують процес формування знань, їх закріплення та перевірки рівня засвоєння інформації. Дослідження показали, що використання ІКТ підвищує мотивацію учнів, покращує засвоєння знань, стимулює пізнавальну діяльність, розвиває критичне мислення та творчий потенціал. Також розглядаються різні методи та засоби ІКТ, які можуть бути використані для підвищення ефективності вивчення біології. До них належать вебсайти, комп'ютерні програми, моделювання, відеоматеріали, віртуальні лабораторії та інші інтерактивні ресурси. Використання цих інструментів дозволяє отримати глибші практичні знання, а також розвинути навички самостійної роботи та комунікативні здібності, дозволяють отримувати навчальний матеріал у будь-якому місці та часі, сприяють індивідуалізації навчання. Наголошується на необхідності інтеграції ІКТ у навчальний процес для підвищення якості біологічної освіти. Використання ІКТ у закладах загальної середньої освіти може бути ефективним засобом залучення учнів до вивчення біології, підвищення їхньої пізнавальної активності, розширення доступу до актуальної інформації та навчання цифрової грамотності.

Ключові слова: дистанційне навчання, ІКТ, уроки біології, онлайн-урок, інформатизація, електронні ресурси.

Deforz Hanna, Khalilian Karine. Assessment of the impact of ICT on the efficiency of studying Biology in an Institution of General Secondary Education

The article presents the results of the impact of ICT on the effectiveness of studying Biology in an Institution of General Secondary Education. The expediency of using information technologies in lessons to obtain high results is considered. To understand Biology, it is important to observe living natural objects, study their structure, etc. It is sometimes impossible to do this during a lesson, especially during distance learning, but modern information and communication technologies provide such an opportunity. With the help of computer technologies, it is possible to present video materials with the demonstration of natural objects. In addition, specially developed educational information aids facilitate the process of knowledge formation, its consolidation and checking the level of information

assimilation. Studies have shown that the use of ICT increases students' motivation, improves knowledge acquisition, stimulates cognitive activity, develops critical thinking and creative potential. Various ICT methods and tools that can be used to improve the effectiveness of studying Biology are also considered. These include websites, computer programs, simulations, videos, virtual labs, and other interactive resources. The use of these tools allows you to gain deeper practical knowledge, as well as develop independent work skills and communication skills, allow you to receive educational material at any place and time, and contribute to the individualization of education. The need to integrate ICT into the educational process to improve the quality of biological education is emphasized. The use of ICT in Institutions of General Secondary Education can be an effective means of attracting students to the study of Biology, increasing their cognitive activity, expanding access to current information and teaching digital literacy.

Key words: distance learning, ICT, Biology lessons, online lesson, informatization, electronic resources.

Вступ. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується низкою тенденцій, серед яких чи не найважливішою є інформатизація усіх сфер життя, зокрема й освіти. З одного боку, сьогоднішні освітні установи покликані сформувати в учнів основні навички роботи з сучасними інформаційними технологіями, виховати впевнених користувачів у цифровому середовищі. З іншого боку, в освітній діяльності роль інформаційних технологій значно ширша. З огляду на зацікавленість учнів інформаційними технологіями методика навчання активно використовує цей засіб з метою формування пізнавальної активності учнів, стимулювання їхніх мотивів до навчання та оптимізації процесу засвоєння нових знань.

ІКТ відіграють важливу роль у формуванні та розвитку інформаційно-комунікаційних навичок випускників закладів загальної середньої освіти завдяки важливим можливостям організації пошуку, зберігання та обробки інформації. У зв'язку з цим рекомендується звернути увагу на педагогічне обґрунтування використання персонального комп'ютера як засобу саморозвитку та самоосвіти [1, с. 65].

Інформатизація навчання дозволяє максимально розкрити потенціал учасників освітнього процесу, дає змогу виявити та дослідити невикористані ресурси та сформувати більш розширені навчальні цілі. При цьому значно підвищується рівень роботи й у цілому всі можливі електронні та комп'ютерні ресурси стають доступними для використання. Використання інноваційних технологій посідає важливе місце в розвитку освіти.

Аналіз досліджень і публікацій. Над питанням використання ІКТ в освітньому процесі працювали і проводили дослідження багато українських вчених. Окремо можна відзначити такі роботи: В.Ф. Заболотний, І.О. Гулівар «Використання інформаційних технологій у навчальному процесі» [2]; Л.П. Міронець «Використання комп'ютерних технологій у шкільному курсі біології» [3]; О.Б. Цимбалюк «Точки дотику інформаційних технологій та біології» [4]; О.В. Тасенко «Використання комп'ютерів у викладанні хімії та біології» [5]; Н.Ю. Фоміних «Сутність поняття «інформаційно-комунікаційні технології» та їх значущість на сучасному етапі інформатизації освіти» [6]; Т.В. Водолажченко «Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках біології» [7]; М.Ф. Головцова «Використання ІКТ на уроках біології» [8] та інші.

Мета статті – продемонструвати ефективність використання сучасних інформаційних технологій на уроках біології в закладі загальної середньої освіти.

Матеріали та методи. У ході виконання даного дослідження були використані як загальнонаукові методи дослідження (аналіз і синтез, дедукція та індукція), так і спеціальні методи дослідження, зокрема метод спостереження, метод аналізу документів (при вивченні середньої успішності учнів з біології), метод педагогічного експерименту, метод анкетування учнів, а також статистичні методи аналізу результатів дослідження.

Результати. ІКТ засновані на формалізації знань, залученні до навчального процесу діалогу засобів штучного інтелекту та застосуванні спеціальних пакетів прикладних програм, у тому числі тих, що зорієнтовані на викладача, який не є програмістом. Під інформаційно-комунікаційними технологіями розуміють застосування нових принципів і підходів при організації

навчально-виховного процесу, які спрямовані на розвиток особистості та її інтелектуально-творчого потенціалу, з метою оптимізації та покращення ефективності цього процесу за рахунок різноманітних сучасних інформаційних та технічних засобів [6, с. 396].

ІКТ в освітній діяльності поділяють на декілька видів, зокрема на апаратні та програмні. Програмні засоби навчання можна поділити на дві великі групи: 1) засоби з елементами штучного інтелекту; 2) інші засоби.

До групи засобів ІКТ, в основі яких лежать елементи штучного інтелекту, належать такі:

- електронні тести (засоби комп'ютерного тестування). Роль штучного інтелекту полягає в тому, що тести здатні автоматично приймати рішення щодо правильності відповіді учня і оцінювати результати його роботи;

- комп'ютерні тренажери, в основі роботи яких лежить схожий принцип: оцінювання правильності/неправильності виконання тієї чи іншої вправи;

- системи діалогу, що передбачають інтерактивну взаємодію та ін.

До групи інших ІКТ прийнято відносити такі засоби, які не містять ознак штучного інтелекту, а частіше використовуються з інформаційною та демонстраційною метою. Зокрема, це:

- навчальні електронні бази та банки даних;

- мультимедійні (віртуальні, електронні) довідники, словники, енциклопедії;

- електронні посібники, підручники, планові документи тощо;

- електронні (віртуальні) лабораторії, мікроскопи тощо [9, с. 16].

Застосування ІКТ створює можливості будувати таку схему навчання, в якій найбільш продуктивним є поєднання звичайних і комп'ютерних методів організації. У результаті формується нова якість навчання, порівняно високий рівень знань. Саме тому учасники освітнього процесу зацікавлені у впровадженні ІКТ в освітній процес для підвищення навчально-пізнавальної діяльності учнів [10, с. 185].

Педагоги, які використовують ІКТ в навчальному процесі, стверджують, що у результаті цього процесу спостерігаються такі позитивні тенденції:

- зростає самостійність учнів та ефективність їхньої самостійної роботи;

- формуються оптимальні умови для самореалізації школярів;

- збільшується та групується, концентрується обсяг інформації з предметної дисципліни, який передається учням протягом відповідного періоду часу;

- спостерігається активізація пізнавальних інтересів школярів та формуються стимули до навчання;

- збагачується особистий досвід учнів щодо роботи з інформаційними технологіями, реалізації індивідуальних або групових проєктів тощо.

Уроки, побудовані із застосуванням ІКТ, відрізняються низкою переваг порівняно з традиційними уроками:

- 1) формують позитивні мотиви до навчання. Тобто це не стимули покарання (отримання поганої оцінки), а стимули отримання позитивних вражень від роботи з інформаційними технологіями;

- 2) досить високий естетичний рівень занять, що проявляється у можливості використання естетики наочності, звукового супроводу, відеоматеріалів;

- 3) позитивний емоційний фон, пов'язаний із загальною привабливістю інформаційних технологій для дітей сучасного покоління, а також з можливістю зміни виду діяльності учнів на уроці;

- 4) більш активне та ефективніше використання наочності, адже ІКТ мають більший демонстраційний потенціал, ніж звичайні карки, фотографії тощо;

- 5) збільшення обсягу виконаної учнями роботи (зазначається, що цей показник зростає в 1,5–2 рази);

- 6) оптимальніші умови для самостійної діяльності учнів, її індивідуалізації, диференціації;
- 7) оптимальніші умови для формування навичок дослідницької роботи школярів (зокрема, внаслідок демонстрації віртуальних дослідів та їхніх результатів);
- 8) швидкий доступ учнів до інформації за допомогою електронних довідників, пошукових систем, віртуальних бібліотек тощо [11].

В цілому завдяки використанню ІКТ покращується якість шкільної освіти, створюються умови для підготовки конкурентоспроможних випускників школи, що є гарантією їх подальшого працевлаштування, розвитку економіки держави тощо [11].

З огляду на це ІКТ стають одним з важливих засобів побудови навчального процесу в цілому, ефективним елементом уроків та позаурочної підготовки учнів.

Оцінка ефективності застосування ІКТ для формування знань з біології була проведена за допомогою педагогічного експерименту. На початку дослідження нами була сформована гіпотеза, згідно з якою використання ІКТ здатне створити високий рівень мотивації учнів до вивчення біології та сприяти покращенню засвоєння предметних знань.

Для підтвердження даної гіпотези під час дослідження було організовано педагогічний експеримент. Дослідження проводилося на базі Седнівського ліцею Устинівської селищної ради під час проходження виробничої (педагогічної) практики у терміни з 06 лютого до 18 березня 2023 року. На першому етапі експерименту був здійснений аналіз середньої успішності з біології серед учнів двох класів – 8-А і 8-Б. Учасниками дослідження стали 24 учні 8-х класів.

Другий етап педагогічного експерименту полягав у проведенні з учнями обраних класів уроків на тему «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги». При цьому в першому класі було застосовано урок без використання ІКТ. У другому класі урок на ту ж тему було організовано з використанням ІКТ відповідно до конспекту уроку. При цьому в обох класах для підвищення стимулів до навчання та засвоєння матеріалу під час уроків біології застосовувалися ігрові технології, робота у групах, використовувалася змагальний принцип.

Отже, на другому етапі педагогічного експерименту формувалися знання учнів з теми «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги», а також розвивалися пізнавальні інтереси учасників дослідження, формувалися мотиви до вивчення біології.

На третьому етапі педагогічного експерименту було проведено дослідження стану пізнавальної активності та мотивації до вивчення біології, а також оцінено рівень засвоєння знань за темою «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги» серед учнів досліджуваних 8-х класів.

Останнім етапом педагогічного експерименту стало порівняння результатів дослідження в експериментальному та контрольному класах, а також порівняння оцінок за вивчену тему з середньою успішністю з біології в обох обраних для дослідження класах. На підставі порівняння цих результатів передбачалося зробити висновки про вплив застосування ІКТ на мотивацію учнів до вивчення біології та на результати засвоєння знань з даної дисципліни.

З метою оцінки рівня засвоєння матеріалу за темою «Слухова сенсорна система. Вуха. Захист слуху. Система рівноваги» було використано систему тестових завдань сайту освітнього проекту «На урок» [12]. За результатами тестування було виставлено оцінки учням обох 8-х класів, що брали участь в експерименті, та проведено їх порівняння (табл. 1).

Дані (табл. 1) свідчать, що в експериментальному класі середній рівень засвоєння учнями знань з теми уроку складає 9,46 бала, що перевищує аналогічний показник у контрольному класі – 7,91 бала – на 1,55 бала, або на 19,54%.

В експериментальному класі 6 учнів (54,5%) продемонстрували високий рівень знань з теми проведеного уроку (отримали за тестування оцінки 10–12 балів), тоді як у контрольному класі таких учнів виявилось лише троє (13,6%).

Навпаки, учнів, які продемонстрували знання на рівні 6 балів та нижче, в контрольному класі було 2 особи (18,2%), тоді як в експериментальному класі виявився лише один такий учень (0,05%). Відмінності рівня засвоєння матеріалу уроку в експериментальному і контрольному класах наочно демонструє діаграма (рис. 1).

Таблиця 1

Порівняльний аналіз рівня засвоєння знань за темою «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги»

Учні	Кількість балів за результатами тестування	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
1	11	9
2	8	11
3	6	7
4	11	10
5	8	6
6	9	8
7	10	7
8	11	5
9	11	7
10	8	9
11	11	7
12	8	9
Середній бал	9,46	7,91

Джерело: складено авторами

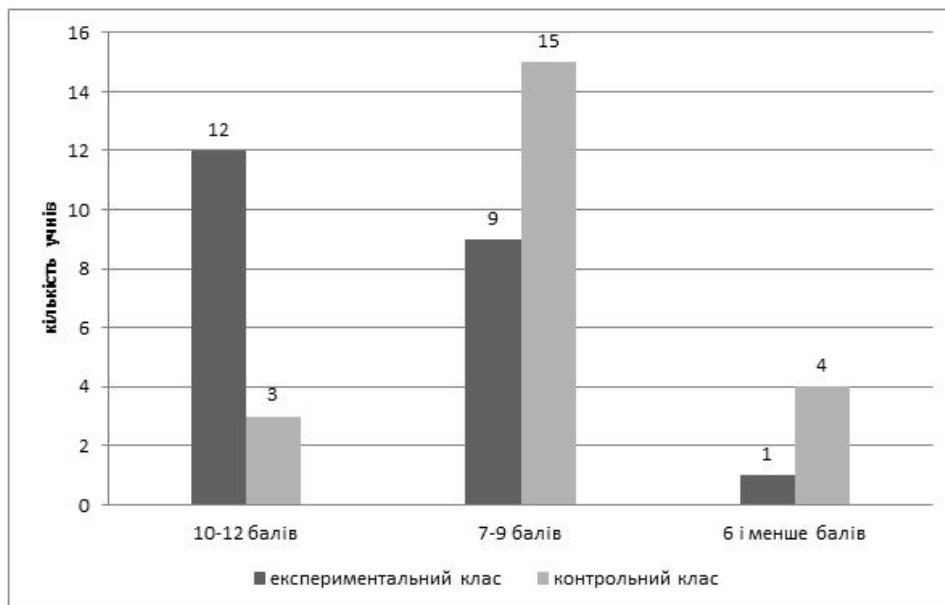


Рис. 1. Рівень засвоєння знань за темою «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги»

Джерело: складено авторами

Такі результати дослідження можуть свідчити про те, що в експериментальному класі рівень засвоєння знань з теми уроку є вищим, ніж у контрольному. Але для підтвердження цієї думки необхідно враховувати й середній рівень успішності учнів з біології (табл. 2).

Таблиця 2

Порівняльний аналіз середньої успішності учнів з біології

Учні	Середня успішність учнів з біології, балів	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
1	9,8	7,3
2	6,6	8,2
3	5,7	6,8
4	10,4	8,5
5	6,8	5,9
6	7,1	9,3
7	7,8	5,7
8	9,8	5,4
9	9	6,5
10	7,8	8,9
11	10,6	6,8
12	7,5	9,5
Середній бал	8,24	8,09

Джерело: складено авторами

Дані таблиці (табл. 2) показують, що середній рівень успішності з біології в обох досліджуваних класах майже однаковий. Але при цьому в експериментальному класі він значно нижчий, ніж рівень засвоєння знань за темою уроку, а в контрольному класі дещо вищий. Наочно це демонструє діаграма (рис. 2). Такі відмінності свідчать про те, що саме тема «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги» була значно краще засвоєна учнями експериментального класу порівняно з контрольним, а середній бал успішності з предмета майже не мав впливу на ці результати.

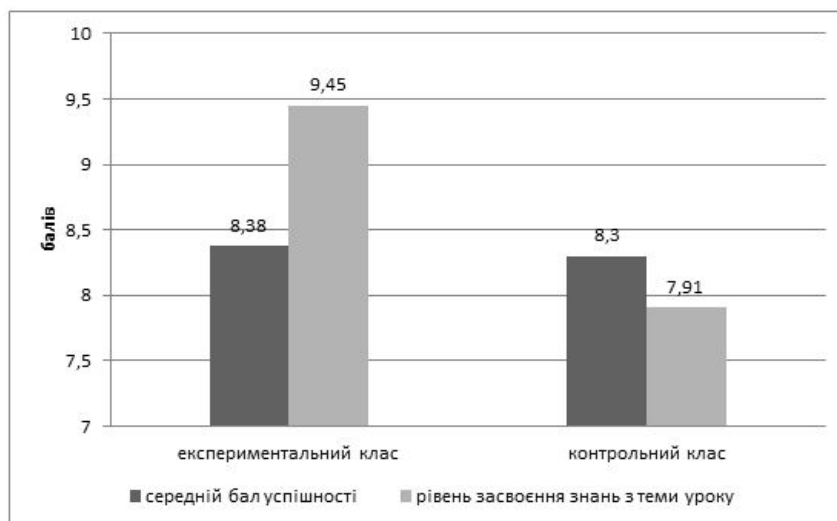


Рис. 2. Порівняння середньої успішності учнів з біології та рівня знань за темою проведеного уроку

Джерело: складено авторами

Так, в експериментальному класі, в якому урок був проведений з використанням ІКТ, рівень засвоєння знань з теми уроку в середньому на 1,07 балів, або на 12,8%, є вищим порівняно з балом середньої успішності класу з біології.

У контрольному класі, де тема «Слухова сенсорна система. Вухо. Захист слуху. Система рівноваги» вивчалася без застосування ІКТ, рівень засвоєння знань з теми уроку в середньому на 0,39 бала, або на 4,7%, є меншим порівняно з балом середньої успішності контрольного класу з біології.

Виходячи з цього, можна зробити висновок, що застосування інформаційних технологій посприяло кращому закріпленню матеріалу з теми уроку в експериментальному класі.

Крім того, в ході дослідження з метою оцінки рівня пізнавальної активності та мотивації учнів до вивчення біології на проведеному уроці було використане анкетування.

Проведене опитування показало, що після проведення уроку біології в експериментальному та контрольному класах учні по-різному оцінюють цікавість уроку і мають різний рівень мотивації до вивчення матеріалу (табл. 3).

Таблиця 3

Порівняльний аналіз зацікавленості та мотивації учнів під час вивчення біології

Учні	Рівень пізнавальної активності та мотивації до вивчення біології, балів	
	Експериментальний клас	Контрольний клас
1	13	8
2	15	9
3	14	10
4	14	7
5	15	6
6	10	8
7	9	9
8	11	7
9	10	8
10	12	11
11	13	8
12	9	12
Середній бал	12,08	8,58

Джерело: складено авторами

Дані (табл. 3) свідчать про те, що застосування ІКТ на уроках біології сприяє покращенню організації навчального процесу в цілому, а також підвищує пізнавальну активність учнів та рівень їх мотивації до вивчення біології.

Зокрема, в експериментальному класі спостерігався менший рівень втомленості учнів під час уроку, а зацікавленість учнів у вивченні біології, навпаки, була вищою. Наочно це демонструє діаграма (рис. 3).

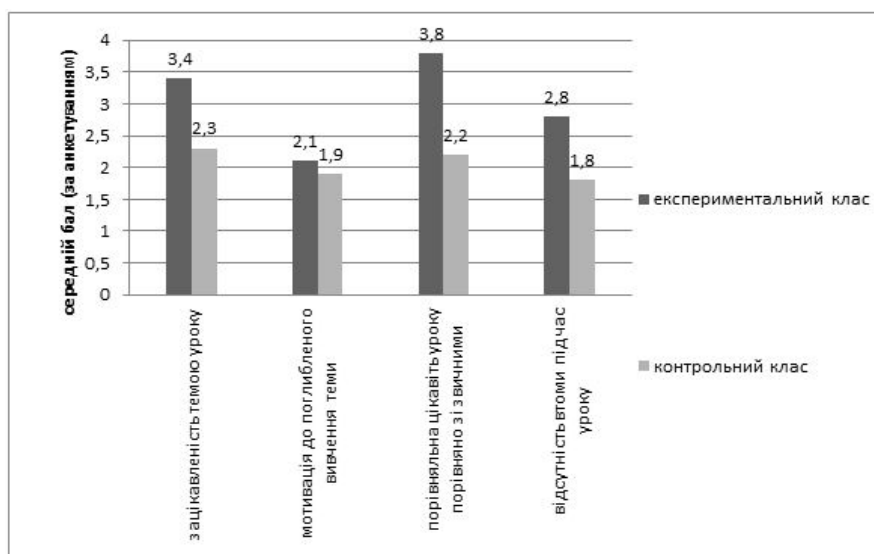


Рис. 3. Ефективність проведення уроків біології з використанням ІКТ та без

Джерело: складено авторами

Отже, проведений експеримент дає змогу підтвердити гіпотезу дослідження, що використання ІКТ здатне створити високий рівень мотивації учнів до вивчення біології та сприяти покращенню засвоєння предметних знань, а також підвищити творчий потенціал учнів [13].

Висновки. ІКТ на сучасному етапі розвитку освіти є важливим засобом педагогічного впливу на школярів, а також створюють оптимальні можливості для роботи педагогів. ІКТ мають різні механізми впливу на навчально-виховний процес. Зокрема, вони здійснюють мотиваційний вплив на учнів, стимулюють їх пізнавальну активність, покращують сприйняття матеріалу за допомогою унаочнення та візуалізації, сприяють підвищенню продуктивності праці школярів на уроках та в позаурочний час, оптимізують самостійну роботу учнів, сприяють розвитку навичок дослідницької діяльності тощо.

Проведений експеримент дав змогу підтвердити гіпотезу дослідження, що використання ІКТ здатне створити високий рівень мотивації учнів до вивчення біології та сприяти покращенню засвоєння предметних знань.

Подальший напрям дослідження міститиме впровадження і використання сучасних інформаційно-комунікаційних програм, електронних ресурсів і навчальних додатків для полегшення засвоєння знань.

Література:

1. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках біології як засіб посилення мотивації учня до навчальної діяльності / С.С. Кашу, Г.О. Євтушенко, Г.М. Тішакова. *Молоді вчені: гіпотези, проекти, дослідження* : збірник наукових праць. Старобільськ, 2019. 72 с.
2. Заболотний В.Ф., Гулівар І.О. Використання інформаційних технологій у навчальному процесі. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми* : збірник наукових праць. Київ – Вінниця : ТОВ фірма «Планер», 2007. 68–72 с.
3. Міронець Л.П. Використання комп'ютерних технологій у шкільному курсі біології. Суми : Вид-во «Шкільний світ», 2007. С. 3–5.
4. Цимбалюк О.Б. Точки дотику інформаційних технологій та біології : навчально-методичний посібник. Березнівський навчально-виховний комплекс «Економіко-гуманітарний ліцей – загальноосвітня школа І-ІІ ступенів». Березне, 2018. 30 с.
5. Тасенко О.В. Використання комп'ютерів у викладанні хімії та біології. *Комп'ютер у школі та сім'ї : науково-методичний журнал*. Миколаїв, 2007. 16–18 с.
6. Фоміних Н.Ю. Сутність поняття «інформаційно-комунікаційні технології» та їх значущість на сучасному етапі інформатизації освіти. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах* : збірник наукових праць / наук. ред. Сущенко Т.І. та ін. Запоріжжя, 2009. Вип. 5 (58). С. 396–400.
7. Водолаженко Т.В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій на уроках біології. *Навчально-методичний вісник*. 2015. № 15. Харків, 2015. С. 9.
8. Головцова М.Ф. Використання ІКТ на уроках біології. *Директор школи : науковий журнал*. Житомир, 2011. 13–15 с.
9. Швачич Г.Г., Толстой В.В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології : навчальний посібник. Дніпро : НМетАУ, 2017. 230 с.
10. Кошеленко Ю.В. Впровадження комп'ютерів у навчальний процес учнів старшої школи. *Методика навчання природничих дисциплін у середній та вищій школі* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (XXIII Каришинські читання), м. Полтава, 19–20 травня 2016 р. С. 185–188. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/17727/1/74.pdf>.
11. Кравченко К.А. Використання інформаційно-комп'ютерних технологій на уроках біології. *Природничі науки і освіта* : збірник наукових праць природничо-географічного факультету. Умань, 2012. С. 117–120. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/143/1/Vykorystannia%20informatiino-kompiuternykh%20tekhnolohii%20na%20urokakh%20biolohii.pdf>.
12. Зубрик Т.В. Слухова сенсорна система. Тест. Освітній проєкт «На урок». 2020. URL: <https://naurok.com.ua/test/sluhova-sensorna-sistema-65805.html>.
13. Development of creative potential of future teachers – Strategy for improving the quality of higher pedagogical education / L.V. Kondrashova, M.M. Kondrashov, N.O. Chuvasova, N.A. Kalinichenko,

H.V. Deforz. *Revista Educação & Formação*. Fortaleza. 2020. V. 5 № 3. P. 1–15. URL: <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/3292/2917>.

References:

1. Kashu S.S., Yevtushenko G.O., Tishakova G.M. (2019). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na urokakh biolohii yak zasib posylennia motyvatsii uchnia do navchalnoi diialnosti [The use of information and communication technologies in Biology lessons as a means of enhancing student motivation for learning activities]. *Molodi vcheni: hipotezy, proekty, doslidzhennia : zbirnyk naukovykh prats*. Starobilsk., 72 p. [in Ukrainian].
2. Zabolotnyi V.F., Gulivar I.O. (2007). Vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii u navchalnomu protsesi [The use of information technologies in the educational process]. *Modern information technologies and innovative teaching methods in the training of specialists: methodology, theory, experience, problems: Collection of Scientific Papers*. Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia v pidhotovtsi fakhivtsiv: metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy: zbirnyk naukovykh prats. Kyiv – Vinnytsia : TOV firma “Planer”, P. 68–72. [in Ukrainian].
3. Mironets L. P. (2007). Vykorystannia kompiuternykh tekhnolohii u shkilmomu kursi biolohii. [The use of computer technologies in the school Biology course]. Sumy: Vyd-vo Shkilnyi svit, P. 3–5. [in Ukrainian].
4. Tsymbaliuk O.B. (2018). Tochky dotyku informatsiinykh tekhnolohii ta biolohii. Navchalno-metodychnyi posibnyk [Points of contact between information technology and biology. Educational and methodological manual]. Bereznivskiyi navchalno-vykhovnyi kompleks “Ekonomiko-humanitarnyi litsei – zahalnoosvitnia shkola I II stupeniv”. Berezne, 30 p. [in Ukrainian].
5. Tasenko O. V. (2007). Vykorystannia kompiuteriv u vykladanni khimii ta biolohii [The use of computers in teaching chemistry and Biology]. *Kompiuter u shkoli ta simi: nauko-metodychnyi zhurnal*. Mykolaiv. P. 16–18. [in Ukrainian].
6. Fominikh N. Y. (2009). Sutnist poniattia “informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii” ta yikh znachushchist na suchasnomu etapi informatyzatsii osvity. [The essence of the concept of “information and communication technologies” and their significance at the present stage of informatisation of education]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh : zb. nauk. pr. / nauk. red. Sushchenko T.I. ta in. Zaporizhzhia*. Issue 5 (58). P. 396–400. [in Ukrainian].
7. Vodolazchenko T.V. (2015). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na urokakh biolohii [The use of information and communication technologies in Biology lessons]. *Navchalno-metodychnyi visnyk*. No 15. Kharkiv, 9 p. [in Ukrainian].
8. Golovtsova M.F. (2011). Vykorystannia IKT na urokakh biolohii [ICT use in Biology lessons]. *Dyrektor shkoly: naukovyi zhurnal*. Zhytomyr, P. 13–15. [in Ukrainian].
9. Shvachich G.G., Tolstoy V.V. (2017). Suchasni informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii: Navchalnyi posibnyk [Modern information and communication technologies: study guide]. Dnipro: NMetAU. 230 p. [in Ukrainian].
10. Koshelenko Y.V. (2016). Vprovadzhennia kompiuteriv u navchalnyi protses uchniv starshoi shkoly [Introduction of computers into the educational process of high school students]. *Materialy Mizhnarodnoi nauko-metodychnoi konferentsii «Metodyka navchannia pryrodnychyykh dystsyplin u serednii ta vyshchii shkoli» (XXIII Karyshynski chytannia)*. Poltava, P. 185–188. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/17727/1/74.pdf> [in Ukrainian].
11. Kravchenko K.A. (2012). Vykorystannia informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii na urokakh biolohii [The use of information and communication technologies in Biology lessons]. *Pryrodnychi nauky i osvita : zb. nauk. prats pryrodnycho-heohrafichnogo fakultetu*. Uman, P. 117–120. URL: <https://dspace.udpu.edu.ua/bitstream/6789/143/1/Vykorystannia%20informatsiino-kompiuternykh%20tekhnolohii%20na%20urokakh%20biolohii.pdf> [in Ukrainian].
12. Zubryk T.V. (2020). Slukhova sensorna systema. Test. [The auditory sensory system. Test]. *Osvitnii proekt “Na urok”*. URL: <https://naurok.com.ua/test/sluhova-sensorna-sistema-65805.html> [in Ukrainian].
13. Kondrashova L.V., Kondrashov M.M., Chuvasova N.O., Kalinichenko N.A., Deforz H.V. (2020). Development of creative potential of future teachers – Strategy for improving the quality of higher pedagogical education. *Revista Educação & Formação*. Fortaleza. v. 5 n. 3. P. 1–15. URL : <https://revistas.uece.br/index.php/redufor/article/view/3292/2917> [in English].

УДК 37.026.4

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-2>

ВИКОРИСТАННЯ МАПЛЕТІВ У ВИКЛАДАЦЬКІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНІЙ РОБОТІ

Нарадовий Володимир Володимирович,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та інформаційних технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-5187-8831
Scopus-Author ID: 36160647700

У контексті програмування та математики маплети належать до інтерактивних об'єктів або додатків, які можуть використовуватися для візуалізації та взаємодії з математичними концепціями. Найчастіше під маплетами (maplets) розуміють додатки, створені за допомогою системи комп'ютерної алгебри Maple. За допомогою маплетів можна створювати інтерактивні діаграми, графіки, анімації та інші візуальні елементи, що допомагають вивченню математики та розв'язанню задач. Маплети також можуть використовуватися в інших математичних програмах або середовищах програмування для створення взаємодії з математичними об'єктами, даними та алгоритмами. Вони дозволяють користувачам експериментувати, змінювати параметри і спостерігати процеси у реальному часі, що сприяє кращому розумінню прикладних математичних концепцій. Маплети в математичному моделюванні можуть бути використані для інтерактивного дослідження та аналізу математичних моделей. Вони дають можливість візуалізувати математичні моделі та їх результати. Це може включати графіки, діаграми, анімації або інші візуальні елементи, які допомагають дослідникам краще розуміти поведінку та властивості моделей. За допомогою маплетів можна змінювати параметри математичних моделей у реальному часі та спостерігати за змінами в результаті. Це дає змогу досліджувати вплив різних факторів на модель і сприяє глибшому розумінню взаємозв'язків та властивостей системи. Маплети можуть бути використані для розв'язання та аналізу математичних рівнянь, включаючи диференціальні рівняння, інтегральні рівняння та системи рівнянь. Науковці можуть використовувати маплети для вивчення різних методів розв'язання, аналізу стійкості системи та впливу початкових умов або параметрів на розв'язок. У статті розглянуто основні етапи проектування маплетів. Наведена характеристика кожного етапу. Показано процес проектування простого маплету для розв'язування квадратних рівнянь.

Ключові слова: Maple, maplets, математичне моделювання.

Naradovyi Volodymyr. Using maplets in teaching and research

In the context of programming and mathematics, maplets refer to interactive objects or applications that can be used to visualize and interact with mathematical concepts. Typically, maplets are understood as applications created using the Maple computer algebra system. With maplets, you can create interactive diagrams, graphs, animations, and other visual elements that aid in learning mathematics and solving problems. Maplets can also be used in other mathematical software or programming environments to interact with mathematical objects, data, and algorithms. They allow users to experiment, modify parameters, and observe processes in real-time, which enhances understanding of applied mathematical concepts. In mathematical modeling, maplets can be used for interactive exploration and analysis of mathematical models. They provide the ability to visualize mathematical models and their results. This may include graphs, diagrams, animations, or other visual elements that help researchers better understand the behavior and properties of the models. Using maplets, you can dynamically change parameters of mathematical models in real-time and observe the resulting changes. This enables the investigation of the impact of different factors on the model and contributes to a deeper understanding of the interrelationships and properties of the system. Maplets can be used for solving and analyzing mathematical equations, including differential equations, integral equations, and systems of equations. Researchers can use maplets to study various solution methods, analyze system stability, and examine the influence of initial conditions or parameters on the solution. The article discusses the main stages of maplet design, providing a description of each stage. It demonstrates the process of designing a simple maplet for solving quadratic equations.

Key words: Maple, maplets, mathematical modeling.

Вступ. Пакети комп'ютерної математики, такі як Mathematica, MATLAB, Maple, Maxima, мають важливе застосування в науковій роботі та навчанні в галузях математики, фізики, інженерії та інших наукових дисциплін. Maple – це комп'ютерна програма, яка використовується для символічних та числових обчислень. Використання цього інструменту при проведенні наукових досліджень, пов'язаних з математичним моделюванням явищ чи процесів, підтверджується великою кількістю наукових публікацій у провідних наукових журналах світу. Але пакети комп'ютерної математики почали активно використовуватися і при вивченні природничих дисциплін. У 2019 та 2020 роках були проведені міжнародні конференції “Maple in Mathematics Education and Research”, основною темою яких було використання Maple для навчання та наукових досліджень.

Так, у роботі [1] автори аналізують досвід використання системи Maple при підготовці бакалаврів та магістрів за напрямком біотехнологій у Туринському університеті (Італія). Методика підготовки фахівців включає в себе використання інструментів системи Maple з перших днів навчання і до підготовки відповідних випускових робіт. Дослідження показало, що використання системи Maple значно підвищує науковий рівень проєктів, над якими працюють студенти.

У дослідженні [2] проаналізовано рівень засвоєння студентами 1-го курсу факультету підготовки вчителів та працівників освіти Університету Хайрун (Індонезія) курсу “Calculus” з використанням Maple. Результати показали, що порівняно з попередніми роками покращились практичні навички роботи з основними поняттями, такими як похідна, інтеграл, ряд, що в свою чергу збільшило якісні показники засвоєння теоретичних знань.

Слід відмітити й активне використання системи Maple викладачами українських університетів, особливо в період дистанційного навчання в більшості університетів України. Так, у статті [3] досліджено проблему впровадження та адаптації системи комп'ютерної математики Maple у навчальний процес закладу вищої освіти під час викладання курсу «Вища математика». Продемонстровано роботу стандартної процедури пошуку мінімуму функції, яка вбудована в систему комп'ютерної математики Maple. Запропоновано два варіанти навчальних програмних тренажерів, які розроблені в середовищі системи комп'ютерної математики Maple, для опанування студентами методу знаходження екстремуму функції двох змінних. Зроблено висновок, що система комп'ютерної математики Maple є ефективним засобом навчання математики студентів закладу вищої освіти.

У роботі [4] обґрунтовано можливість та доцільність використання системи комп'ютерної математики Maple під час розв'язування задач балансового аналізу курсу вищої математики для економічних спеціальностей, визначено перспективні напрями подальших досліджень.

Матеріали та методи. У даній роботі розглянемо можливості системи Maple для створення маплетів на прикладі маплету для роботи з квадратними рівняннями. Загалом маплет можна представити як поєднання коду, написаного з використанням мови програмування та стандартних команд Maple, та графічного інтерфейсу користувача, створеного в Maple. При проєктуванні маплетів можна виділити три основних етапи:

1) створення обчислювальної частини. Цей етап включає ретельне вивчення поставлених завдань, для яких планується створення маплета, а також реалізацію розв'язання цих завдань у вигляді коду в системі Maple. На практиці це означає створення набору користувацьких функцій, кожна з яких виконує вирішення поставлених задач у різних аспектах. Користувацькі функції розробляються таким чином, щоб вони відповідали вимогам та специфікаціям, що впливають з поставлених завдань. Вони можуть включати алгоритми розрахунків, обробку даних, графічний вивід та інші операції, необхідні для успішного вирішення задач. Цей етап є важливим для побудови функціонального та ефективного маплета, який забезпечує задоволення потреб користувача та високоякісне вирішення конкретних завдань;

2) проєктування графічного інтерфейсу. На цьому етапі обираються основні елементи інтерфейсу, їх розміщення. Загалом для створення інтерфейсу взаємодії з користувачем у Maple можна виділити два типи елементів, які можна назвати функціональними елементами та елементами розмітки. До функціональних належать кнопки (Button, RadioButton), поля введення/виведення (TextField, Label), списки (ComboBox, CheckBox) тощо. До елементів розмітки відносяться об'єкти маплету, які не мають зовнішнього представлення, але відповідають за розміщення функціональних елементів у робочому вікні маплету (BoxLayout, BoxRow, GridCell);

3) етап компонування обчислювальної частини та графічного інтерфейсу. На цьому етапі ми співставляємо елементи графічного інтерфейсу та користувацькі функції. Тобто, просто кажучи, при натисканні на кнопку можна зробити якусь дію, а при виборі елемента списку можна зробити іншу дію. На цьому етапі активно використовуються спеціальні методи Get та Set, які дають можливість отримати значення властивості об'єкта інтерфейсу або встановити значення для якоїсь властивості об'єкта інтерфейсу.

Результати. Продемонструємо створення маплетів на прикладі простої задачі по роботі з квадратними рівняннями. Створимо графічний інтерфейс, який дає можливість користувачу ввести коефіцієнти квадратного рівняння, обчислити дискримінант, знайти корені квадратного рівняння та побудувати його графік.

Для створення маплетів у пакеті Maple на початку робочого листа треба додати допоміжний пакет Maplets та його субпакети Elements (для створення інтерфейсів користувача) та Tools (налагодження взаємодії типу використання методів Get та Set). Також додаємо пакет роботи з графікою plots. Додавання допоміжних пакетів виконується з використанням методу with(). У кодї системи Maple це буде виглядати так:

- *with*(plots);
- *with*(Maplets[Elements]);
- *with*(Maplets[Tools]);
- *with*(Maplets[Utilities]).

На першому етапі розробки маплету створимо користувацькі функції, які будуть виконувати етапи технічного завдання для створення графічного додатку для роботи з квадратними рівняннями. Реалізуємо функцію *culcDiscriminant*(), яка буде обчислювати дискримінант квадратного рівняння за його коефіцієнтами.

```
culcDiscriminant := proc (a, b, c)
  return b^2-4*a*c
end proc;
```

Також реалізуємо функції *firstRootEquation*() та *secondRootEquation*(), які будуть обчислювати перший та другий корені квадратного рівняння відповідно. Дані функції реалізуємо як обгортки для стандартної функції системи Maple *solve*().

```
firstRootEquation := proc (a, b, c)
  return evalf(solve(a*x^2+b*x+c = 0, x)[1])
end proc;
```

```
secondRootEquation := proc (a, b, c)
  return evalf(solve(a*x^2+b*x+c = 0, x)[2])
end proc;
```

Останнім кроком реалізуємо функцію *returnImageEquation*(), яка буде будувати графік квадратного рівняння з використанням стандартної команди *plot*() для побудови графіків у Maple.

```
returnImageEquation := proc (a, b, c)
  local gr;
  gr := plot(a*x^2+b*x+c, x, y);
  display(gr)
end proc;
```

Набір функцій `culcDiscriminant()`, `firstRootEquation()`, `secondRootEquation()` та `returnImageEquation()` складає обчислювальну частину нашого маплету.

Далі перейдемо до розробки графічного інтерфейсу маплету. Для цього використаємо елементи розмітки `BoxLayout`, `BoxRow` та `BoxColumn` для розміщення функціональних елементів маплету. При такому підході в робочій області маплету формується ніби сітка, в кожній клітинці якої буде розміщений набір об'єктів інтерфейсу (Рис. 1). Для відображення текстової інформації використаємо функціональні елементи `Label` та `TextField`, для активностей використаємо кнопки `Button`, для виведення графічної інформації використаємо елемент `Plotter()`. Структурна схема інтерфейсу маплету наведена на рис. 1.

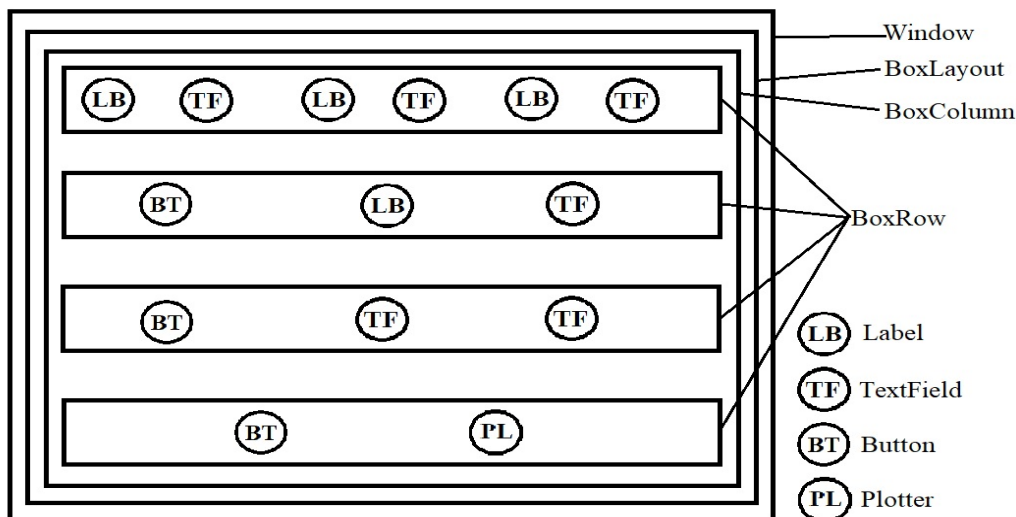


Рис. 1. Структурна схема інтерфейсу маплету

Для реалізації структурної схеми, представленої на Рис.1, реалізуємо в системі Maple такий код для створення маплету `squareEquation` (Рис.2):

```

squareEquation := Maplet(
  Window('title' = 'My*first*maplet', 'layout' = 'BL'),
  BoxLayout[BL](
    BoxColumn(
      BoxRow(
        Label("Введіть a:"), TextField[TF1]("1"), Label("Введіть b:"), TextField[TF2]("2"),
        Label("Введіть c:"), TextField[TF3]("3")),
      BoxRow(
        Button[B1]("Обчислити дискримінант", Evaluate('TF4' = 'culcDiscriminant(TF1, TF2, TF3)'),
        Label("Дискримінант рівняння:"), TextField[TF4]()),
      BoxRow(
        Button[B2]("Знайти корені рівняння", Evaluate('function' = 'solvingEquation()')),
        TextField[TF5](), TextField[TF6]()),
      BoxRow(
        Button[B3]("Побудувати графік рівняння", Evaluate('PL1' = 'returnImage(TF1, TF2, TF3)'),
        Plotter[PL1]()))));

```

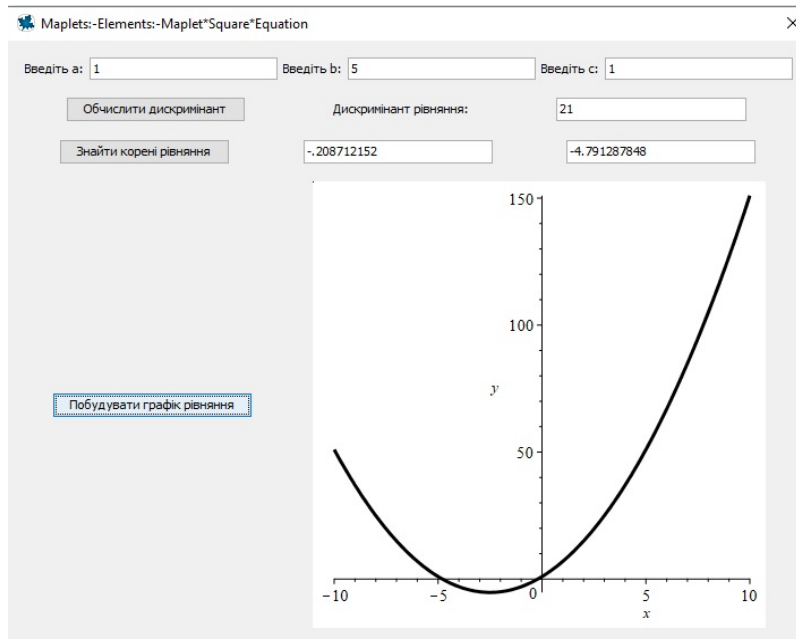


Рис. 2. Зовнішній вигляд маплету squareEquation

На останньому етапі розробки маплету скомпонуємо обчислювальну частину та графічний інтерфейс. Для цього можна використовувати один з двох підходів. Перший підхід – це напряму передавати результат виконання користувацької функції у відповідному об'єкті інтерфейсу. У коді вище такий підхід реалізовано для опису активності кнопок В1 та В3. Такий підхід доцільно використовувати, коли не потрібно виконувати велику кількість проміжних дій з даними.

Другий підхід – це використання методів Get та Set. Він використаний при описі активності кнопки В2. При натисканні на цю кнопку викликається функція `solvingEquation()`, код якої представлено нижче.

```

solvingEquation := proc ()
local a, b, c, x1, x2;
a := parse(Get(('TF1')(value)));
b := parse(Get(('TF2')(value)));
c := parse(Get(('TF3')(value)));
x1 := firstRootEquation(a, b, c);
x2 := secondRootEquation(a, b, c);
Set(('TF5')(value) = x1);
Set(('TF6')(value) = x2);
end proc;

```

Функція `solvingEquation()` отримує значення коефіцієнтів рівняння не напряму, а з використанням методу `Get()`. Після цього викликаються функції `firstRootEquation()` та `secondRootEquation()` з отриманими значеннями. Результати роботи цих функцій передаються назад в маплет шляхом використання методу `Set`. Такий підхід є більш гнучким, оскільки він дозволяє виконувати довільну кількість необхідних дій з вхідними даними.

Висновки. Використання візуального програмування в середовищі Maple для математичного моделювання реальних явищ та процесів, а також в навчальній діяльності має низку переваг порівняно з використанням інших мов програмування:

1) маплету дозволяють графічно візуалізувати математичні об'єкти, функції, графіки та дані. Це допомагає краще розуміти абстрактні математичні концепції та їх взаємозв'язок

з реальними ситуаціями. Візуальний підхід допомагає зрозуміти глибше значення математичних понять і покращує їх усвідомлення;

2) маплети можуть бути використані для створення інтерактивних завдань, тестів та симуляцій. Це дозволяє студентам самостійно експериментувати, перевіряти свої знання та навички, вирішувати проблеми у взаємодії з матеріалом. Інтерактивне навчання забезпечує активну участь студентів і сприяє глибшому розумінню матеріалу;

3) з використанням маплетів студенти можуть брати участь у розв'язанні реальних проблем та завдань шляхом моделювання, аналізу та використання математичних понять та методів. Це розвиває їхні навички застосування математики на практиці та стимулює їх креативне мислення.

Використання маплетів у навчанні створює динамічне та захоплююче середовище, яке сприяє активному залученню студентів, покращує їх розуміння та застосування математичних концепцій і сприяє їхньому успіху.

Використання маплетів у математичному моделюванні має велике значення і відкриває широкі можливості для дослідження та аналізу різних математичних моделей, особливо у сфері візуалізації та аналізу даних, симуляції та прогнозування. Використання маплетів сприяє зрозумінню складних систем, дослідженню їхньої поведінки та вирішенню реальних проблем.

Література:

1. Development of Problem Solving Skills with Maple in Higher Education. / C. Fissore, M. Marchisio, F. Roman, M. Sacchet. *Maple in Mathematics Education and Research*. MC 2020. Communications in Computer and Information Science, 2021. Vol. 1414. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-81698-8_15.
2. Students' mathematical proficiency in solving calculus problems after Maple implementation / H Hamid, N Angkotasana, A Jalal, D Muhtadi, Sukirwan. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 2020. Vol. 1613. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012025/>.
3. Адаптація системи Maple для вивчення теми екстремуму функції двох змінних в умовах дистанційного навчання / Я. Крупський, О. Тютюнник, І. Клеопа. *Modern information technologies and innovation methodologies of education in professional training methodology theory experience problems*. 2020. С. 20–28. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-61-20-28>.
4. Кайдан. Н.В., Кайдан Є.В. Застосування системи Maple при розв'язуванні задач балансового аналізу. *Технології електронного навчання*. 2022. В. 6. С. 23–30. URL: <https://doi.org/10.31865/2709-84006202270261>.

References:

1. Fissore C., Marchisio M., Roman F., Sacchet M. (2021) Development of Problem Solving Skills with Maple in Higher Education. *Maple in Mathematics Education and Research*. MC 2020. Communications in Computer and Information Science. Vol 1414. URL: https://doi.org/10.1007/978-3-030-81698-8_15.
2. H Hamid, N Angkotasana, A Jalal, D Muhtadi, Sukirwan (2020) Students' mathematical proficiency in solving calculus problems after Maple implementation. *J. Phys.: Conf. Ser.* Vol. 1613. URL: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1613/1/012025>.
3. Krupskiy Y., Tytiynnyk O., Klieopa I. (2020) Educational maple-simulator functions of two variables as a means of activation of independent work of students in the conditions of distance learning. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*. P. 20–28. URL: <https://doi.org/10.31652/2412-1142-2021-61-20-28>.
4. N.V. Kaidan, Ye.V. Kaidan (2022) The use of maple system in solving the problems of balance analysis. *Electronic learning technologies*. Vol.6. P. 23-30. <https://doi.org/10.31865/2709-84006202270261>

УДК 372.851

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-3>

ІНТЕГРАТИВНІСТЬ МАТЕМАТИКО-ЕКОНОМІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ЯК ОСНОВА ПІДГОТОВКИ ВЧИТЕЛІВ МАТЕМАТИКИ ТА ЕКОНОМІКИ

Пасічник Наталя Олексіївна,

доктор історичних наук, професор,
професор кафедри математики та методики її навчання
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-0923-9486
Researcher ID: Q-8394-2019
Scopus Author ID: 36069805800

Ріжняк Ренат Ярославович,

доктор історичних наук, професор,
професор кафедри математики та методики її навчання
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-1977-9048
Researcher ID: Q-3371-2019
Scopus Author ID: 57209170870

Стаття присвячена висвітленню особливостей реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх учителів математики та економіки через формування у студентів здатності аналізувати математико-економічні моделі. У ході експериментального дослідження використовувалися теоретичні методи, зокрема аналіз психолого-педагогічної та фахової літератури з проблеми дослідження, та емпіричні, зокрема педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів, бесіди з вчителями математики та економіки.

У результаті дослідження основних типів моделей, що використовуються у процесі практичної фахової підготовки майбутніх вчителів математики та економіки, авторами були проаналізовані найпростіші функціональні залежності та їх властивості (задачі на відсотки та задачі лінійного програмування, елементарні функції та їх дослідження та побудова графіків) та диференціальне й інтегральне числення функцій з однією змінною (похідна та еластичність функції, середнє значення функції, друга похідна та її властивості, асимптоти графіка функції, невизначений та визначений інтеграл).

Проведене дослідження привело до таких висновків. По-перше, основною ідеєю першого етапу реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх учителів математики та економіки є формування у студентів поняття про економічні задачі як про економічний зміст математичних моделей, з одного боку, а з іншого, – формування поняття про математичні моделі як про метод в економіці. По-друге, другим і завершальним етапом реалізації інтегративного підходу до підготовки таких вчительських кадрів є формування у студентів здатностей аналізувати та використовувати математико-статистичні моделі у процесі розв'язування задач інтегративного змісту. По-третє, результатом такої діяльності буде синтез нових знань та здатностей – цілісних зв'язків між предметними областями знань та новими синтезованими суб'єктами навчання компонентами.

Ключові слова: інтегративний підхід, підготовка вчителів, математика, економіка, математичні моделі, економічні задачі.

Pasichnyk Nataliia, Rizhniak Renat. An integration of the mathematical and economic models as the basis of the training of the teachers of mathematics and economics

The article is dedicated to highlighting the features of the implementation of an integrative approach to the training of the future teachers of mathematics and economics through the formation of the students' abilities to analyze mathematical

and economic models. In the course of the experimental study, theoretical (analysis of psychological-pedagogical and professional literature on the research problem), and empirical methods (pedagogical observation of the educational and cognitive activity of students, conversations with teachers of mathematics and economics) were used.

As a result of the analysis of the main types of the models used in the process of practical professional training of the future teachers of mathematics and economics, the authors analyzed the simplest functional dependencies and their properties (problems on percentages and linear programming problems, elementary functions and their research and graphing) and the differential and integral calculus of functions with one variable (derivative and elasticity of a function, average value of a function, second derivative and its properties, asymptotes of a graph of a function, indefinite and definite integrals).

The conducted research led to the following conclusions. Firstly, the main idea of the first stage of the implementation of an integrative approach to the training of the future teachers of mathematics and economics is the formation of the students' concept of the economic problems as the economic content of mathematical models on the one hand, and on the other - the formation of the concept of mathematical models as a method in economics. Secondly, the second and the final stage of the implementation of an integrative approach to the training of such teaching staff is the formation of students' abilities to analyze and use mathematical and statistical models in the process of solving problems of integrative content. Thirdly, the result of such activity will be the synthesis of a new knowledge and the abilities - the integral connections between the subject areas of knowledge and the new synthesized subjects of learning by components.

Key words: integrative approach, teacher training, mathematics, economics, mathematical models, economic problems.

Вступ. Сучасна економічна теорія використовує як звичайний, природний та необхідний інструмент математичні моделі та методи. Причому це проявляється як на макро-, так і на мікрорівні розвитку економічної науки. Використання математики в економіці дає можливість відокремити та формально описати найбільш суттєві зв'язки економічних змінних та об'єктів. Як наслідок, вивчення будь-якого складного економічного об'єкту передбачає використання високого ступеня абстрагування. Крім того, математико-статистичні методи дають можливість індуктивним шляхом отримувати нову інформацію про економічні об'єкти – про їх форму та параметри залежностей їхніх змінних, які найбільше відповідають спостереженням. Зрештою, застосування математичної мови дає можливість точно та компактно викладати положення економічної теорії. Таким чином, для вивчення різноманітних економічних явищ вчені-економісти використовують спрощені (абстраговані) формальні описи, використовуючи при цьому математичні методи та моделі. Отримані результати фахівці економіки називають економічними моделями.

Особливої актуальності така змістовна й структурна інтегративність математики та економіки як наукових галузей набуває під час підготовки майбутніх вчителів з цих дисциплін. Сьогодні актуальною постає розробка системи інтегративних знань в освітній сфері, зокрема й у сфері професійно-педагогічної підготовки, тому проблема організації навчальної діяльності на основі інтегративних підходів є актуальною у системі професійно-педагогічної підготовки.

Вирішенням проблеми реалізації інтегративного підходу до шкільного навчання та професійної та педагогічної підготовки займалися різні вітчизняні науковці. Серед різноманіття напрацювань виділимо програмні монографії О.В. Вознюк, О.В. Дубасенюк [3] та С.Ф. Клепка [7], а також праці авторів Т.М. Засекіної [5] (щодо реалізації інтегративного підходу у шкільній природничій освіті), Я.М. Собка [15] (щодо впровадження інтеграції у професійно-технічній освіті), А.О. Клочко [8] (стосовно інтегрованого підходу як сучасної форми організації навчального процесу), Л.В. Дольнікової [4] (щодо інтеграції та систематизації змісту фундаментальних дисциплін у вищій школі), методичний посібник М.В. Опачко [11] (розкриття змісту системного та інтегративного підходів в освіті) та навчальний посібник А. Зимувльдінової [6] (інтегроване вивчення предметів за галузями знань). У перелічених працях із різноманітних точок зору та на різному матеріалі обґрунтовується доцільність реалізації інтеграції у школі та у вищій освіті. Автори дослідження також долучалися до вивчення цієї проблеми. У працях [9] та [10]

було визначено теоретично та проілюстровано на прикладах поняття про задачі інтегративного змісту. У роботі [1] представлений спосіб реалізації інтегративного підходу до навчання математики через інтегровані образи, а в дослідженні [2] описані на теоретичному рівні моделі реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх вчителів. У статтях [12], [13], [14] автори представили методику розв'язування шкільних задач з реалізацією інтегративних компонентів з математики та економіки.

У цій науковій розвідці ми використаємо перелічені теоретичні напрацювання та доповнимо й уточнимо їхні положення аналізом інтегративного потенціалу математико-економічних моделей в умовах підготовки майбутніх учителів математики й економіки.

Отже, **метою статті** є висвітлення особливостей реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх учителів математики та економіки через формування у студентів здатностей аналізувати математико-економічні моделі.

Методи дослідження. У ході експериментального дослідження використовувалися теоретичні методи (аналіз психолого-педагогічної та фахової літератури з проблеми дослідження), емпіричні методи (педагогічне спостереження за навчально-пізнавальною діяльністю учнів, бесіди з вчителями математики та економіки).

Результати. Інтегративний підхід в освіті веде до інтеграції її змісту, тобто доцільного та обґрунтованого об'єднання його елементів у цілісність. При цьому результатом такого інтегративного підходу може бути цілісна система знань. У практичній площині інтегративний підхід реалізується під час вивчення інтегрованих курсів чи окремих предметів з освітньої галузі, коли цілісність знань формується завдяки інтеграції (горизонтальній або вертикальній) їх на основі спільних для всіх предметів понять, застосування методів і форм навчання, оцінювання та корекції навчальних досягнень суб'єктів навчання, що спрямовують освітній процес на об'єднання знань. Одним із завдань математико-економічної підготовки майбутніх вчителів математики та економіки є формування у них готовності до застосування здобутих знань, що забезпечується прикладною спрямованістю навчання і реалізується через застосування математико-економічних моделей під час розв'язування прикладних задач та вирішення прикладних проблемних ситуацій.

Розглянемо основні типи моделей, що використовуються у процесі практичної фахової підготовки майбутніх вчителів математики та економіки.

Моделі типу 1. Найпростіші функціональні залежності та їх властивості.

До цього типу моделей віднесемо всі функції елементарної математики – лінійні, квадратичні, обернену пропорційність, поліноміальні, дробово-раціональні, степеневі, трансцендентні та обернені до них, а також операції з такими функціями – арифметичні операції, побудову графіків, дослідження властивостей. У задачах з економіки вони можуть використовуватися у якості таких інструментів, як:

а) розв'язування задач на відсотки або аналіз зміни будь-якого показника з використанням індексного методу розрахунків (наприклад, знаходження складних банківських відсотків, обрахунок приросту виробництва через підвищення продуктивності праці тощо);

б) розв'язування задач лінійного програмування (за економічною термінологією – оптимізаційних задач). Наприклад, для вивчення процесу економічного виробництва визначаються індекси, змінні та параметри, що характеризують виробництво, далі формалізується умова задачі (описується сукупність всіх варіантів виробництва, що забезпечене наявними ресурсами) та визначається умова для цільової функції (більш детально про такі задачі у [13]);

в) конкретні види елементарних функцій (або їх композицій) в економіці використовуються як сумарні величини. Таким в економіці є, наприклад, дохід (виручка) $R(Q)$, витрати як функція обсягів виробництва $C(Q)$, обсяг виробництва як функція від кількості змінного ресурсу $Q(L)$, корисність як функція блага, що споживається, $U(x)$ (детальніше про сумарні величини у [14]);

г) дослідження функцій та побудова їх графіків (за економічною термінологією – графіків залежності між економічними величинами). Наприклад, графік залежності обсягу попиту на певний товар від його ціни, співвідношення графіків функції споживання та лінії бюджетного обмеження, співвідношення кривих попиту та пропозиції, графіки залежності витрат та доходу від обсягу виробництва (більш детально про такі задачі у [12]).

Моделі типу 2. Диференціальне та інтегральне числення функцій з однією змінною.

Такий тип моделей представлений операціями другого рівня над функціями – їх диференціюванням та інтегруванням, а також всіма властивостями та ознаками диференційовності та інтегровності функцій. До цього типу моделей належать ті, що використовуються в економічному аналізі, базовою задачею якого є вивчення зв'язків економічних величин, які можна подати у вигляді функцій. В економіці досить часто вимагається відшукати оптимальне значення певного показника (продуктивності праці, прибутку, витрати, випуску продукції та ін.), який можна подати у вигляді функціональної залежності. Такі задачі породжують клас екстремальних задач в економіці, розв'язування яких вимагає застосування методів диференціального числення. Розділ методів диференціального числення, що використовуються в економіці, називають методами граничного аналізу. Граничний аналіз в економіці – це сукупність прийомів дослідження змінюваних економічних величин на основі аналізу їх граничних значень. А граничним показником значення функції $y = f(x)$ є її похідна.

У задачах з економіки диференціальне числення функцій однієї змінної може використовуватися у якості таких інструментів.

А) обчислення еластичності функції, яке означається як відношення відсоткової (або відносної) зміни значення функції до відсоткової (або відносної) зміни аргументу:

$$E_x(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y / y}{\Delta x / x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left(\frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} \right) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} \cdot \frac{x}{y} = y'(x) \cdot \frac{x}{y}$$

Геометричний зміст еластичності функції у точці полягає у відношенні відрізків дотичної до графіка функції у точці, які сполучають точку дотику з точками перетину координатних осей. Якщо точки перетину дотичною координатних осей лежать по різні боки від точки дотику, то таке відношення береться зі знаком «-», а якщо по один бік, то зі знаком «+». Отже, математичний зміст еластичності функції слід розуміти як відношення відсоткового (відносного) приросту функції до відсоткового (відносного) приросту її аргументу. В економіці під еластичністю, наприклад, попиту розуміється модуль відношення відсоткового (відносного) приросту (падіння) попиту на товар до відсоткового (відносного) падіння (приросту) його ціни (детальніше про еластичність функції у [12]).

Б) обчислення середнього значення функції $\frac{F(x)}{x}$, яке математично визначається у випадку прямування на нескінченності до деякої сталої як наявність у графіка функції похилої (або горизонтальної) асимптоти – прямої лінії, кутовий коефіцієнт якої (або тангенс кута нахилу прямої до додатного напрямку осі абсцис) дорівнює цій сталій. В економіці середня величина $AF(x)$ у конкретній точці $A(x_0; F(x_0))$ визначається як $tg\alpha$, де α – кут між \overline{OA} та додатним напрямком осі абсцис. Зі збільшенням аргументу функції $F(x)$ кут α може збільшуватися або зменшуватися, тому буде збільшуватися або зменшуватися й середня величина. За необхідності розв'язання оберненої задачі – за даною середньою величиною знайти значення сумарної величини – використовується формула $F(x) = AF(x) \cdot x$. Геометричною інтерпретацією цієї операції для знаходження конкретного значення сумарної величини $F(x_0)$ є обчислення площі прямокутника зі сторонами $AF(x_0)$ та x_0 . Середні величини в економіці – це обсяг споживання на душу населення, середня фондвіддача, середня виручка, або дохід $AR(x) = \frac{R(Q)}{Q}$, середні витрати $AC(x) = \frac{C(Q)}{Q}$, середній продукт виробництва $AQ_l = \frac{Q(L)}{L}$ (детальніше про середні величини в економіці у [14]).

В) визначення другої похідної функції дає можливість з'ясувати її властивості в контексті існування точок перегину її графіка. В економіці така модель використовується при знаходженні маржинальної (граничної) величини за відомою сумарною величиною:

$$MF(x) = F'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta F(x)}{\Delta x}.$$

Така модель має просту геометричну інтерпретацію у конкретній точці $(x_0; F(x_0))$ – кутовий коефіцієнт дотичної до графіка функції $F(x)$, яка проведена в даній точці. Отже, маржинальною величиною $MF(x)$ є кутовий коефіцієнт (або тангенс кута нахилу) дотичної, проведеної до графіка сумарної величини $F(x)$ (детальніше про маржинальні величини в економіці у [14]).

Г) визначення співвідношення між знаком другої похідної функції та геометричним положенням похилої (або горизонтальної) асимптоти (в разі її наявності) графіка функції в економічних задачах інтерпретується як співвідношення між середньою величиною $AF(x)$ та маржинальною величиною $MF(x)$. Середня величина виражається через маржинальну так:

$$\left[MF(x) = F'(x) = (AF(x) \cdot x)' \right] \rightarrow \left[AF(x) = \frac{1}{x} \int MF(x) dx \right].$$

А маржинальна величина через середню виражається так:

$$\left[F(x) = AF(x) \cdot x \right] \rightarrow \left[MF(x) = F'(x) = (AF(x) \cdot x)' = AF(x) + AF'(x) \cdot x \right].$$

Останнє співвідношення, а саме:

$$MF(x) = AF(x) + AF'(x) \cdot x,$$

має досить просту економічну інтерпретацію. У точці екстремуму функції $AF(x)$, яка представляє середню величину, $AF'(x) = 0$, тому в цьому випадку середня величина $AF(x)$ збігається з маржинальною $MF(x)$. Крім того, при $x > 0$ в області зростання $AF(x)$ її похідна є додатною, тому $MF(x) > AF(x)$ і, як наслідок, графік маржинальної величини буде розміщений вище від графіка середньої величини. І навпаки, в області спадання $AF(x)$ її похідна є від'ємною, тому $MF(x) < AF(x)$ і, відповідно, графік маржинальної величини буде розміщений нижче від графіка середньої величини (детальніше про співвідношення описано у [14]).

Д) знаходження невизначеного та визначеного інтеграла в математиці чітко розмежовується, натомість в економіці через особливості проміжку інтегрування (економісти користуються умовною невизначеністю інтеграла, адже при будь-якому його використанні в цій ситуації розуміється, що початковою точкою інтегрування буде $x = 0$) використовується невизначений інтеграл. Наприклад, за відомої маржинальної величини $MF(x)$ сумарна величина $F(x)$ знаходиться за формулою

$$F(x) = \int MF(x) dx$$

і транслюється геометрично для конкретної точки $(x_0; MF(x_0))$ як площа криволінійної трапеції під графіком функції маржинальної величини $MF(x)$ на проміжку $[0; x_0]$.

Висновки. Проведене дослідження щодо висвітлення особливостей реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх вчителів математики та економіки через формування у студентів здатностей аналізувати математико-економічні моделі дає підстави говорити про таке:

1) основною ідеєю першого етапу реалізації інтегративного підходу до підготовки майбутніх вчителів математики та економіки є формування у студентів поняття про економічні задачі як економічний зміст математичних моделей, а також формування поняття про математичні моделі як метод у економіці;

2) другим і завершальним етапом реалізації інтегративного підходу до підготовки вчительських кадрів за освітньою програмою «Середня освіта (Математика та Економіка)» є формування у студентів здатностей аналізувати та використовувати математико-статистичні моделі у процесі розв'язування задач інтегративного змісту;

3) результатом такої діяльності буде синтез нових знань та здатностей – цілісних зв'язків між предметними областями знань та новими синтезованими суб'єктами навчання компонентами.

Перспективою подальшого дослідження ми вважаємо аналіз інших математичних моделей, що використовуються в економіці (функції з багатьма змінними, задачі математичного програмування, моделі математичної теорії ігор, математико-статистичні моделі та ін.), на предмет вивчення їхнього інтегративного потенціалу для підготовки вчителів математики та економіки.

Література:

1. The Implementation of an integrative Approach to Learning with use of integrated Images / R. Rizhniak, N. Pasichnyk, D. Zavitrenko, K. Akbash, A. Zavitrenko. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*. 2021. № 13 (1). <https://doi.org/10.18662/rrem/13.1/373>.
2. Construction of Theoretical Model for Sustainable Development in Future Mathematical Teachers of Higher Education / R. Rizhniak, N. Pasichnyk, I. Krasnoshchok, Yu. Botuzova, K. Akbash. *Universal Journal of Educational Research*. 2020. № 8 (5). P. 2079–2089. DOI: 10.13189/ujer.2020.080546.
3. Вознюк О.В., Дубасенюк О.В. Цільові орієнтири розвитку особистості у системі освіти: інтегративний підхід : монографія. Житомир, Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2009. 684 с.
4. Дольнікова Л.В. Інтеграція та систематизація змісту фундаментальних дисциплін у вищій школі як передумова формування фахової компетенції випускника вищої школи. *Lviv Polytechnic National University Institutional Repository*. 2016. С. 345–348.
5. Засекіна Т.М. Інтегративний підхід у шкільній природничій освіті. *Український педагогічний журнал*. 2020. № 4. С. 61–68.
6. Зимульдінова А. Інтегроване вивчення предметів за галузями знань : навчальний посібник. Дрогобич : РВВ ДДПУ ім. І. Франка, 2011. 86 с.
7. Клепко С.Ф. Інтегративна освіта і поліморфізм знання. Київ – Полтава – Харків : ПОПОПП, 1998. 360 с.
8. Ключко А.О. Інтегрований підхід як сучасна форма організації навчального процесу. *Science and Education a New Dimension*. 2013. Vol. 1. С. 85–87. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/klochko_a_integrated_approach_as_a_modern_form_of_learning_process.pdf.
9. Кушнір В.А., Ріжняк Р.Я. Формування в учнів складних умінь використовувати моделювання у процесі розв'язування математичних задач інтегративного змісту. *Математика в школі*. 2009. № 5. С. 13–17.
10. Кушнір В.А., Ріжняк Р.Я. Розв'язування математичних задач інтегративного змісту засобами комп'ютерного моделювання. *Математика в школі*. 2009. № 10. С. 34–39.
11. Опачко М.В. Системний та інтегративний підходи в освіті : методичний посібник. Ужгород, УжНУ, 2016. 69 с.
12. Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування шкільних задач з економіки та математики: інтегративний підхід. *Наукові записки Центральноукраїнського державного університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2022. Випуск 207. С. 37–43. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-37-43>.
13. Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування математичних задач з реалізацією поліпредметних (економіка, інформатика, математика) інтегративних компонентів. *Фізико-математична освіта*. 2020. 2 (24). 113–122. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-016>.
14. Пасічник Н.О., Ріжняк Р.Я. Розв'язування шкільних задач інтегративного змісту: математика та економіка. *Наукові записки Центральноукраїнського державного університету. Серія «Педагогічні науки»*. 2023. Випуск 208. С. 43–50. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-43-50>.
15. Собко Я.М. Теоретико-методичні основи впровадження інтегративних курсів у професійно-технічній освіті : навчально-методичний посібник. Львів : Норма, 2014. 136 с.

References:

1. Rizhniak R., Pasichnyk N., Zavitrenko D., Akbash K., Zavitrenko A. (2021). The Implementation of an integrative Approach to Learning with use of integrated Images. *Revista Romaneasca Pentru Educatie Multidimensionala*. 13(1). URL: <https://doi.org/10.18662/rrem/13.1/373>.
2. Rizhniak R., Pasichnyk N., Krasnoshchok I., Botuzova Yu., Akbash K. (2020). Construction of Theoretical Model for Sustainable Development in Future Mathematical Teachers of Higher Education. *Universal Journal of Educational Research*. 8(5): 2079–2089. DOI: 10.13189/ujer.2020.080546

3. Vozniuk O.V., Dubaseniuk O.V. (2009). *Tsilovi oriientyry rozvytku osobystosti u systemi osvity: intehtyvatyvnyi pidkhd: monohrafiia [The objective guidelines for personality development in the education system: an integrative approach: (A monograph)]*. Zhytomyr, Zhytomyr Ivan Franko State University Publishing House, 2009. 684 p. [in Ukrainian]
4. Dolnikova L.V. *Intehratsiia ta systematyzatsiia zmistu fundamentalnykh dystsyplin u vyshchii shkoli yak peredumova formuvannia fakhovoi kompetensii vypusknika vyshchoi shkoly [Integration and systematization of the content of fundamental disciplines in higher education as a prerequisite for the formation of professional competence of a graduate of higher education]*. Lviv Polytechnic National University Institutional Repository. 345–348 [in Ukrainian].
5. Zasiiekina T.M. (2020). *Intehratyvnyi pidkhd u shkilnii pryrodnychii osviti [Integrative approach in school science education]*. *Ukrainskyi pedahohichnyi zhurnal – Ukrainian Pedagogical Journal*. 4. 61–68 [in Ukrainian].
6. Zymul'dinova A. (2011). *Intehrovane vyvchennia predmetiv za haluziamy znan: navch. pos. [Integrated study of the subjects by fields of knowledge: study guide]*. Drohobych, Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University, 86 p. [in Ukrainian]
7. Klepko S.F. (1998). *Intehratyvna osvita i polimorfizm znannia [Integrative education and polymorphism of knowledge]*. Kyiv-Poltava-Kharkiv, POIPOP. 360 p. [in Ukrainian]
8. Klochko A.O. (2013). *Intehrovanyi pidkhd yak suchasna forma orhanizatsii navchalnoho protsesu [An integrated approach as a modern form of organization of the educational process]*. *Science and Education a New Dimension*. Vol. 1. 85–87. URL: http://seanewdim.com/uploads/3/2/1/3/3213611/klochko_a._integrated_approach_as_a_modern_form_of_learning_process.pdf [in Ukrainian]
9. Kushnir V.A., Rizhniak R.Ya. (2009). *Formuvannia v uchniv skladnykh umin vykorystovuvaty modeliuvannia u protsesi rozviazuvannia matematychnykh zadach intehtyvatyvnoho zmistu [Formation of the complex skills in students to use modeling in the process of solving mathematical problems of integrative content]*. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*. 5. 13–17 [in Ukrainian].
10. Kushnir V.A., Rizhniak R.Ya. (2009). *Rozviazuvannia matematychnykh zadach intehtyvatyvnoho zmistu zasobamy kompiuternoho modeliuvannia [Solving the mathematical problems of integrative content by means of computer modeling]*. *Matematyka v shkoli – Mathematics at school*. 10. 34–39 [in Ukrainian].
11. Opachko M.V. (2016). *Systemnyi ta intehtyvatyvnyi pidkhody v osviti. Metodychnyi posibnyk [Systemic and integrative approaches in education. Methodical manual]*. Uzhhorod, UzhNU. 69 p. [in Ukrainian]
12. Pasichnyk N.O., Rizhniak R.Ya. (2022). *Rozviazuvannia shkilnykh zadach z ekonomiky ta matematyky: intehtyvatyvnyi pidkhd [Solving school problems in economics and mathematics: an integrative approach]*. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. TsDPU im. V. Vynnychenka, 207. 37–43. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2022-1-207-37-43> [in Ukrainian].
13. Pasichnyk N.O., Rizhniak R.Ya. (2020). *Rozviazuvannia matematychnykh zadach z realizatsiieiu polipredmetnykh (ekonomika, informatyka, matematika) intehtyvatyvnykh komponentiv [Solving mathematical problems with the implementation of multi-subject (economics, informatics, mathematics) integrative components]*. *Fyzyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education*. 2 (24). 113–122. URL: <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2020-024-2-016> [in Ukrainian].
14. Pasichnyk N.O., Rizhniak R.Ya. (2023). *Rozviazuvannia shkilnykh zadach intehtyvatyvnoho zmistu: matematika ta ekonomika [Solving school problems of integrative content: mathematics and economics]*. *Naukovi zapysky. Serii: Pedahohichni nauky – Scientific notes. Series: Pedagogical sciences*. TsDPU im. V. Vynnychenka, 208. 43–50. URL: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-43-50> [in Ukrainian].
15. Sobko Ya.M. (2014). *Teoretyko-metodychni osnovy vprovadzhennia intehtyvatyvnykh kursiv u profesiino-tekhnichnii osviti: navch.-metod. posib. [Theoretical and methodological foundations of the implementation of integrative courses in vocational and technical education: educational and methodological manual]*. Lviv, Norma. 136 p. [in Ukrainian].

УДК 004.94:373.5

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-4>

ВИКОРИСТАННЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МУРАШИНОГО АЛГОРИТМУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ІНФОРМАТИКИ

Присяжнюк Олена Віталіївна,

кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та інформаційних технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-7135-3124
Scopus-Author ID: 57540496400
Researcher ID: ABA-7566-2021

Лупан Ірина Володимирівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та інформаційних технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-4791-0445

Кнідзе Михайло Ігорович,

магістрант кафедри інформатики та інформаційних технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0009-0001-7036-9618

Шкільний курс інформатики відрізняється від інших дисциплін, які вивчають сучасні учні, тим, що швидше і гнучкіше реагує на сучасні досягнення у галузі комп'ютерних наук та інформаційних технологій. Однак введення нових навчальних тем, нового програмного забезпечення потребує детального методичного опрацювання та розробки відповідної методичної системи.

У статті проаналізовано можливості використання елементів штучного інтелекту як матеріалу для вивчення школярами в рамках чинної шкільної програми і опанування ними сучасних компетенцій. Розглянуто деякі аспекти використання сучасних досягнень у галузі штучного інтелекту для освіти. Виявлено, що проблема добору змісту навчального матеріалу та формування практичних завдань для формування відповідних компетентностей залишається наразі вельми актуальною. Нові реалії, задекларовані у Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні, вимагають збільшення питомої ваги матеріалів, пов'язаних зі штучним інтелектом, у шкільному курсі інформатики.

Автори пропонують для наочного ознайомлення учнів з моделями, побудованими за принципами штучного інтелекту, використовувати мурашиний алгоритм. У статті показано роль застосування природних моделей ройового інтелекту для формування базового понятійного апарату штучного інтелекту для учнів. Розглянуто фактори, що визначають мурашиний алгоритм як перспективний навчальний тренд для дослідження елементів штучного інтелекту під час вивчення інформатики у старших класах. Наведено приклади дослідницьких задач з використанням розробленого в рамках магістерського дослідження онлайн-сервісу для візуалізації мурашиного алгоритму.

Ключові слова: шкільний курс інформатики, практичні завдання, штучний інтелект, мурашиний алгоритм.

Prysiashniuk Olena, Lupan Iryna, Knidze Michael. Using the Ant algorithm visualization for elements of artificial intelligence investigation in the school course of informatics

The school course of informatics differs from other disciplines studied by modern students. It is more and more flexible to react to current achievements in computer science and information technology. However, the introduction of new educational topics and new software requires detailed methodological processing and development of the appropriate methodological system.

The article analyzes the possibility of using elements of artificial intelligence as a material for students to study students within the current school curriculum and master their modern competencies. Some aspects of the use of modern achievements in artificial intelligence for education are considered. The problem of choosing the content of educational material and picking up of practical tasks for the formation of appropriate competencies is very urgent. The new realities declared in the Concept of artificial intelligence development in Ukraine require an increase in the share of artificial intelligence materials in the school of computer science.

The authors suggest to use the ant algorithm to visual familiarize students with models, built on the principles of artificial intelligence. The article shows the role of the use of natural models of swarm intelligence to form the basic conceptual apparatus of artificial intelligence for students; the factors that determine the ant algorithm as a promising training trend for the study of artificial intelligence elements in the study of computer science in the upper classes are considered. Examples of research tasks that use online service developed to visualize the Ant algorithm are given.

Key words: school course of informatics, practical tasks, artificial intelligence, ant algorithm.

Вступ. Шкільний курс інформатики, напевно, швидше за більшість інших шкільних курсів реагує на нові досягнення науки і технології, адже час між широким впровадженням у практику та відображенням на сторінках шкільних підручників для досягнень у сфері інформаційних технологій дуже малий порівняно із досягненнями в інших галузях.

Наприклад, мова Python була розроблена у 1989–1991 роках, мові Scratch менше 20 років (перша версія з'явилася у 2007 р.), інтернет речей став феноменом реального життя у 2009 р. тощо.

Дослідження штучного інтелекту ведуться з середини минулого століття, однак відчутні, приголомшливі результати почали проявлятися зовсім недавно, що викликало сплеск інтересу до них у суспільстві в цілому і зокрема у молоді, яку завжди приваблює щось нове, цікаве, незвідане.

Аспекти використання сучасних досягнень у галузі штучного інтелекту для освіти різноманітні. Зокрема, М.Е. Доган (Dogan M.E.) та інші називають перший аспект – використання технологій штучного інтелекту в процесах онлайн-викладання та навчання, другий – використання алгоритмів для розпізнавання, ідентифікації та прогнозування поведінки студентів, третій – адаптивне та персоналізоване навчання за допомогою технологій штучного інтелекту [1]. Останнім часом активно обговорюються перспективи застосування в освіті чат-бота ChatGPT. На думку дослідників, він може бути корисним тим, що сприятиме персоналізованому та інтерактивному навчанню, створюватиме підказки для заходів формувального оцінювання, які забезпечують постійний зворотний зв'язок для інформування про стан викладання та навчання тощо [2].

У рамках нашого дослідження питання штучного інтелекту розглядається як матеріал для вивчення. Відповідно до чинної програми з інформатики для 10–11 класів [3] у рамках розділу «Інформаційні технології в суспільстві» учні мають опанувати поняття про штучний інтелект, інтернет речей, Smart-технології та технології колективного інтелекту. У підручниках для 10–11 класу вивченню штучного інтелекту присвячено окремий параграф [4, с. 74–78; 5, с. 29–32; 6, с. 17–19; 7, с. 30–34], хоча деякі застосування штучного інтелекту в наявних інформаційних системах можна використовувати і вивчати, на думку А.Л. Тиніної та Н.В. Валько, починаючи з 5-го класу [8].

Враховуючи гнучкість програми з інформатики, необхідність збільшення кількості кваліфікованих спеціалістів у галузі штучного інтелекту, а також поширення серед населення навичок компетентного використання штучного інтелекту, визначені у Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні [9], можна очікувати, що найближчим часом питома вага матеріалів, пов'язаних зі штучним інтелектом, у шкільному курсі буде збільшена. Отже, проблема добору

змісту навчального матеріалу та практичних завдань для формування відповідних компетентностей залишається актуальною, попри те, що певні напрацювання у цьому напрямку вже є як у вітчизняних (О.М. Спірін, В.В. Черних, Н.Р. Балик та інші), так і у зарубіжних дослідників (С. Chaka [10]; G. Karalekas, S. Vologiannidis, J. Kalomiros [11]; J. Su, K. Guo, X. Chen, S.K.W. Chu [12] та інші). Так, G. Karalekas зі співавторами навіть пропонує розробити курси для машинного навчання з використанням роботизованих інструментів на основі STEM.

Матеріали та методи. Вважаємо за доцільне застосувати дослідницький метод та запропонувати учням завдання дослідницького характеру для кращого усвідомлення та засвоєння основних підходів, що застосовуються у галузі штучного інтелекту, а також використати спеціально розроблені програмні засоби, що використовують і моделюють роботу алгоритмів штучного інтелекту.

Результати. Технології моделювання штучного інтелекту на базі природних систем завдяки своїй наочності і змістовній виразності наразі можуть відіграти особливу роль у процесі навчання старших школярів елементам штучного інтелекту. Особливо перспективними в цьому сенсі є алгоритми так званого ройового інтелекту, які засновані на моделюванні соціальної поведінки живих організмів і описують колективну поведінку децентралізованої системи, здатної до самоорганізації. Термін «ройовий інтелект» (англ. “swarm intelligence”) був уведений Херардо Бені та Ван Цизмом у 1989 році у контексті моделювання та дослідження системи клітинних роботів [13].

Основу системи ройового інтелекту складають множини агентів, які зазвичай дуже прості. У природі це колонія мурах, термітів, рій бджіл, зграя птахів, косяк риб тощо. При цьому агенти, з одного боку, локально взаємодіють між собою, а з другого, – із навколишнім середовищем, демонструючи в результаті розумну колективну поведінку системи, здатної генерувати завдяки самоорганізації оптимальні рішення.

Зважаючи на природні аналоги та мультидисциплінарність, вважаємо доцільним та перспективним в старших класах для наочності розглядати елементи штучного інтелекту на прикладі алгоритму мурашиної колонії.

Алгоритм колонії мурах, або ACO (Ant Colony Optimization), базується на біологічній моделі, яка описує пошук колонією комах джерела їжі. Спрощена модель виглядає таким чином: спочатку окремі мурахи блукають безладно у пошуку їжі, а коли знаходять її, то повертаються до свого мурашника, залишаючи сліди – феромони. Якщо інші мурахи знайдуть такий шлях, вони, швидше за все, підуть за цією хімічною речовиною, знайдуть їжу і повернуться, таким чином посиливши слід [14].

Проте з часом феромони починають випаровуватися, їхня привабливість зменшується. Чим більше часу потрібно мурасі, щоб піти туди і назад, тим більше часу феромони будуть випаровуватись і поступово зникати. На коротких шляхах, навпаки, кількість феромону буде збільшуватись з часом. Якби явища випаровування не було, то шляхи перших мурах були б занадто привабливими і не залишали б шансів обрати інші шляхи.

В цілому результат полягає в тому, що коли мураха знаходить короткий шлях від колонії до джерела їжі, то інші мурахи підуть скоріше цим шляхом, а позитивний зворотний зв'язок, зрештою, призведе до того, що багато мурах підуть одним шляхом (рис. 1).

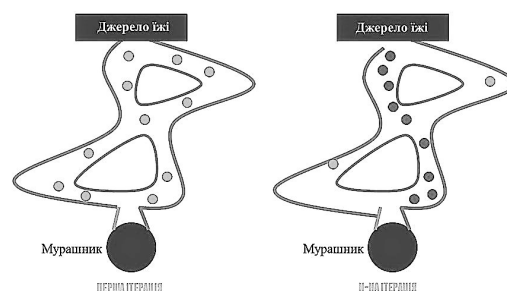


Рис. 1. Візуальний приклад пошуку найкоротшого шляху мурахами

Формально алгоритм можна описати у чотири етапи.

1. Об'єкти-мурахи починають свій шлях з випадкової вершини. Кожна мураха «вирішує», яке ребро вона «обере» далі, використовуючи ймовірність вибору, що залежить від кількості феромонів на ребрі та відстані до кінцевої вершини.

2. Після того, як мураха «обрала» один із шляхів, починається процес «переміщення», або ж «оновлення» феромонів.

3. Далі відбувається процес випаровування феромонів, що дозволяє зробити оптимальні шляхи більш «привабливими».

4. Після декількох повторень на основі показників залишку феромонів формується найкоротший шлях.

Найчастіше АСО використовується в задачах оптимізації транспортних перевезень. Окрім побудови ефективних маршрутів, алгоритм мурашиної колонії використовується у задачах розподілу ресурсів, прогнозування поведінки клієнтів в електронній комерції тощо.

Ми вважаємо, що алгоритм АСО може бути ефективно використаний у процесі знайомства старших школярів з елементами штучного інтелекту.

У рамках дослідження був розроблений вебпродукт у вигляді онлайн-додатка для реалізації алгоритму АСО.

Суть візуалізації полягає в тому, що користувач спочатку задає необхідні налаштування або залишає налаштування за замовчуванням. Також користувач мишкою відмічає точки на карті.

Після того, як користувач задав початкові умови, потрібно натиснути кнопку «Знайти шлях». Запускається алгоритм АСО, відбувається анімація – переміщення умовних мурашок (рис. 2).

У результаті виконання алгоритму буде побудований найкоротший шлях між вказаними точками (синіми лініями). У розділі «Результат» з'явиться послідовність міст та загальна довжина в умовних одиницях (УО).

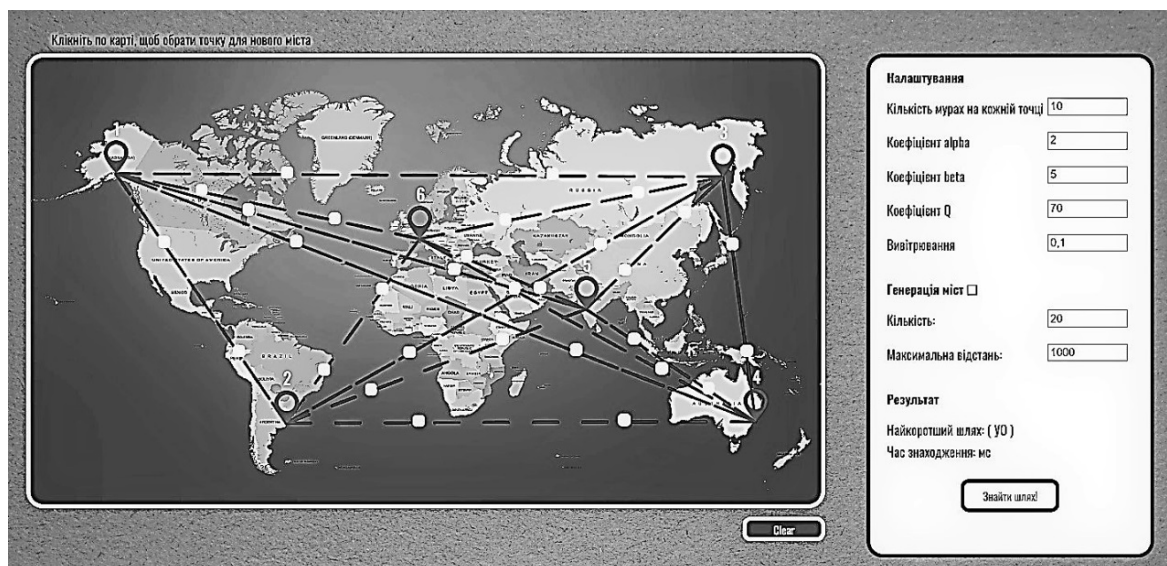


Рис. 2. Процес роботи алгоритму

Також буде показаний час, витрачений на роботу алгоритму (рис. 3).

Візуалізація АСО дозволяє організувати дослідницьку роботу зі школярами по вивченню елементів штучного інтелекту. Так, зокрема, практичні завдання можуть бути спрямовані на:

- 1) ознайомлення з алгоритмом мурашиної колонії;
- 2) дослідження впливу параметрів щільності феромону та довжини ребра на час роботи алгоритму;

- 3) дослідження роботи алгоритму у разі збільшення кількості мурах, що беруть участь у процесі;
- 4) дослідження роботи алгоритму у разі варіації місць відвідування.

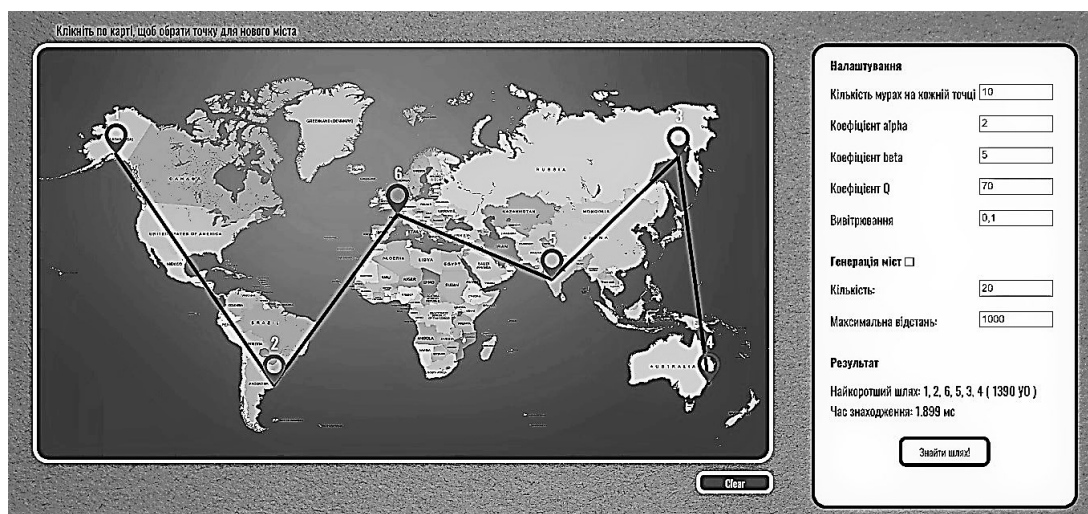


Рис. 3. Результат роботи алгоритму

Висновки. Проведений аналіз зарубіжного та вітчизняного досвіду впровадження елементів штучного інтелекту в шкільний курс інформатики дозволив зробити висновок про доцільність використання природних моделей ройового інтелекту для формування базового понятійного апарату штучного інтелекту для учнів. Ефективність дослідницького методу добре відома вчителям і учням: ніщо так не переконує, як власний досвід. Використання вебдодатка, що моделює мурашиний алгоритм, – гарний та безпечний інструмент для експериментів зі штучним інтелектом.

Література:

1. Dogan M.E., Goru Dogan T., Bozkurt A. The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*. 2023. № 13 (5). P. 3056. URL: <https://doi.org/10.3390/app13053056><https://www.mdpi.com/2076-3417/13/5/3056>.
2. Baidoo-Anu D., Owusu Ansah L. Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. 2023. Available at SSRN 4337484. URL: https://www.researchgate.net/profile/David-Baidoo-Anu-2/publication/369385210_Education_in_the_Era_of_Generative_Artificial_Intelligence_AI_Understanding_the_Potential_Benefits_of_ChatGPT_in_Promoting_Teaching_and_Learning/links/64313605ad9b6d17dc44b6ea/Education-in-the-Era-of-Generative-Artificial-Intelligence-AI-Understanding-the-Potential-Benefits-of-ChatGPT-in-Promoting-Teaching-and-Learning.pdf.
3. Інформатика : навчальна програма вибірково-обов’язкового предмету для учнів 10–11 класів загальноосвітніх навчальних закладів (рівень стандарту). URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx>.
4. Інформатика (рівень стандарту) : підручник для 10 (11) кл. закл. заг. серед. освіти / Н.В. Морзе, О.В. Барна. Київ : УОВЦ «Оріон», 2018. 240 с.
5. Інформатика (рівень стандарту) : підручник для 10-го (11-го) кл. закл. заг. серед. освіти / Й.Я. Ривкінд. Київ : Генеза, 2018. 144 с.
6. Інформатика (рівень стандарту) : підручник для 10 (11) кл. закл. заг. серед. освіти / О.О. Бондаренко, В.В. Ластовецький, О.П. Пилипчук, Є.А. Шестопапов. Харків : Вид-во «Ранок», 2019. 176 с.
7. Інформатика (рівень стандарту) : підручник для 10-го (11-го) кл. закл. заг. серед. освіти / В.Д. Руденко, Н.В. Речич, В.О. Потієнко. Харків : Вид-во «Ранок», 2018. 160 с.
8. Тиніна А.Л., Валько Н.В. Вивчення основ штучного інтелекту в шкільному курсі інформатики. *Information Technologies in Education*. 2022. № 1 (50) с. 59–69. URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/17803/4.pdf?sequence=1>.

9. Про схвалення Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 10 листопада 2021. № 1556-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text>.

10. Chaka C. Fourth industrial revolution—a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*. 2023. № 18.

11. Karalekas G., Vologiannidis S., Kalomiros J. Teaching Machine Learning in K–12 Using Robotics. *Education Sciences*. 2023. № 13 (1). P. 67.

12. Su J., Guo K., Chen X., Chu S.K.W. Teaching artificial intelligence in K–12 classrooms: a scoping review. *Interactive Learning Environments*, 2023. URL: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2023.2212706>.

13. Beni G. From Swarm Intelligence to Swarm Robotics. *Proc. of Workshop on Swarm Robotics, 8th Int'l Conf. on Simulation of Adaptive Behavior (SAB '04)*, July 13–17, 2004, Los Angeles, USA. To be published in *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag.

14. Dorigo M., Stützle T. The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications, and Advances. In: Glover, F., Kochenberger, G.A. (eds) *Handbook of Metaheuristics*. International Series in Operations Research & Management Science, vol 57. Springer, Boston, MA. 2003. URL: https://doi.org/10.1007/0-306-48056-5_9.

References:

1. Dogan ME, Goru Dogan T, Bozkurt A. (2023) The Use of Artificial Intelligence (AI) in Online Learning and Distance Education Processes: A Systematic Review of Empirical Studies. *Applied Sciences*. 13(5):3056. <https://doi.org/10.3390/app13053056> <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/5/3056>

2. Baidoo-Anu, D., & Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. Available at SSRN 4337484. https://www.researchgate.net/profile/David-Baidoo-Anu-2/publication/369385210_Education_in_the_Era_of_Generative_Artificial_Intelligence_AI_Understanding_the_Potential_Benefits_of_ChatGPT_in_Promoting_Teaching_and_Learning/links/64313605ad9b6d17dc44b6ea/Education-in-the-Era-of-Generative-Artificial-Intelligence-AI-Understanding-the-Potential-Benefits-of-ChatGPT-in-Promoting-Teaching-and-Learning.pdf

3. Informatics. Curriculum of the selectively obligatory course for students of 10-11 grades of general educational institutions (standard level) (In Ukrainian) – URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2018-2019/informatika-standart-10-11.docx>

4. Informatics (standard level): textbook. For 10 (11) classes of general secondary education institutions / NV Morse, OV Barna. K.: Orion UOC, 2018. 240 p. (In Ukrainian)

5. Informatics (standard level): textbook. For the 10th (11th) classes of general secondary education institutions / J. Ya. Rivkind [and others]. Kiev: Genesis, 2018. 144 p. (In Ukrainian)

6. Informatics (standard level): textbook. For 10 (11) classes of general secondary education institutions / [O. O. Bondarenko, VV Lastovetsky, OP Pylypchuk, EA Shestopalov]. Kharkiv: "Ranok", 2019. 176 p. (in Ukrainian)

7. Informatics (standard level): textbook. For the 10th (11th) classes of general secondary education institutions / VD Rudenko, NV Rechych, VO Potienko. -Kharkiv: "Ranok", 2018. 160 p. (in Ukrainian)

8. Tinina AL, Valko NV Studying the basics of artificial intelligence in the school computer science course. *Information Technologies in Education*. 2022. № 1 (50) c. 59-69. (in Ukrainian) – URL: <http://ekhsuir.kspu.edu/bitstream/handle/123456789/17803/4.pdf?sequence=1>

9. On approval of the Concept of Artificial Intelligence Development in Ukraine: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine (November 10, 2021). Concept dated 02.12.2020 № 1556-p. (in Ukrainian) – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-2020-p#Text>

10. Chaka, C. (2023). Fourth industrial revolution—a review of applications, prospects, and challenges for artificial intelligence, robotics and blockchain in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18.

11. Karalekas, G., Vologiannidis, S., & Kalomiros, J. (2023). Teaching Machine Learning in K–12 Using Robotics. *Education Sciences*, 13(1), 67.

12. Su, J., Guo, K., Chen, X., & Chu, S. K. W. (2023). Teaching artificial intelligence in K–12 classrooms: a scoping review. *Interactive Learning Environments*, 1-20. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10494820.2023.2212706>

13. Beni, G. (2004), "From Swarm Intelligence to Swarm Robotics", *Proc. of Workshop on Swarm Robotics, 8th Int'l Conf. on Simulation of Adaptive Behavior (SAB '04)*, July 13-17, Los Angeles, USA. To be published in *Lecture Notes in Computer Science*, Springer-Verlag.

14. Dorigo, M., Stützle, T. (2003). The Ant Colony Optimization Metaheuristic: Algorithms, Applications, and Advances. In: Glover, F., Kochenberger, G.A. (eds) *Handbook of Metaheuristics*. International Series in Operations Research & Management Science, vol 57. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-306-48056-5_9.

УДК 378.4:004.432

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-5>

НАВЧАННЯ СТВОРЕННЮ ІНТЕРАКТИВНИХ ВЕБСТОРИНОК ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ МАСИВІВ МОВИ JAVASCRIPT ТА СТУДЕНТСЬКИХ МІНІПРОЄКТІВ

Резіна Ольга Василівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та інформаційних технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-6077-9413

Шлянчак Світлана Олександрівна,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики та інформаційних технологій
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-9893-5709

Кнідзе Михайло Ігорович,

магістрант
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0009-0001-7036-9618

Після завершення університетської освіти студенти спеціальності «Комп'ютерні науки» повинні добре розуміти сучасні вебтехнології і мати необхідні навички, щоб зайняти міцну позицію в галузі. З урахуванням того, що сьогодні зростає попит на динамічні, інтерактивні та візуально привабливі сайти, студенти повинні вміти використовувати технології, що дають можливість створити такі вебресурси. Упровадження в освітній процес мініпроектів проблемного навчання ("PBL mini-projects") може допомогти сформувати ці важливі вміння. Для підвищення мотивації студентів до вивчення структур даних у JavaScript доцільно уникати задач на виконання обчислень, натомість пропонувати завдання щодо написання функцій-обробників подій, виконання яких демонструє явний візуальний ефект. Мета цього дослідження – розробити дизайн мініпроекту, який проводиться при вивченні студентами масивів у JavaScript. Ми покажемо набір доцільно дібраних завдань, при виконанні яких студенти пишуть програмний код для автоматичної генерації таблиці із заданими даними та блоку новин на вебсторінці. Указані дії відбуваються завдяки використанню методів масивів JavaScript. Ми демонструємо приклади розв'язання цих завдань. Програмний код наводиться та аналізується. Упровадження проводилося у рамках курсу «Програмування вебзастосунків» і показало доцільність використання описаної методики.

Ключові слова: мініпроект, вебпрограмування, методи масивів JavaScript.

Riezina Olga, Shlianchak Svitlana, Knidze Mykhailo. Teaching the design of interactive web pages to undergraduate students through JavaScript array methods and student-generated assignments mini-projects

After completing university education, computer science students should have a good understanding of the current web technology and have the necessary skills to obtain a strong position in the industry. Considering that today there is a growing demand for dynamic, interactive and visually attractive sites, students should be skilled in using technologies that make them possible to develop such web resources. Introducing mini-projects of problem-based learning ("PBL mini-projects") into the educational process can help educate these essential skills. To increase students' motivation to study data structures in JavaScript, it is advisable to avoid tasks on performing calculations,

instead offer tasks on coding event handler functions, the execution of which demonstrates a clear visual effect. The purpose of this study is to design the PBL mini-project, which is carried out when students study JavaScript arrays. We present a set of properly chosen tasks in which students coding functions for automatic generation of a table with predefined data and a news box on a web page using JavaScript array methods. We demonstrate examples of solving these tasks. The program code is provided and analyzed. The implementation was conducted in a course "Web Applications Programming" and showed the expediency of using the described methodology.

Key words: mini-project, web programming, JavaScript array methods.

Нині World Wide Web є важливим середовищем бізнес-діяльності, комерції, освіти, дослідницької роботи, спілкування та розваг, яке впливає практично на всі сфери нашої діяльності. Комерційні та некомерційні компанії активно використовують потужні можливості цієї служби інтернету, створюють власні сайти, побудова яких стає із кожним роком складнішою з погляду структури, дизайну, наявності інтерактивних елементів тощо. З урахуванням таких запитів суспільства в університетську освіту впроваджені навчальні курси, які готують студентів до розв'язання складних задач у галузі веброзробки [1; 2].

На сучасному етапі розвитку вебтехнологій все більше зростає попит на динамічні, інтерактивні та візуально привабливі сайти. Розробники шукають способи автоматичного створення як графічних елементів, таких як таблиці, схеми, графіки тощо, так і текстових або числових. Розвиток мови програмування JavaScript дає змогу викладачам обирати різні підходи до навчання студентів створенню різноманітних інтерактивних елементів вебсторінок. Для підвищення мотивації студентів до вивчення структур даних у JavaScript доцільно уникати задач на виконання обчислень, натомість пропонувати завдання щодо написання функцій-обробників подій, виконання яких демонструє явний візуальний ефект, як-от генерація таблиці із заповненими даними, поява на вебсторінці зображення чи блоку елементів тощо.

Включення до навчальної програми завдань на вивчення методів масивів зі створенням користувацьких функцій у JavaScript, результатом виконання яких є візуальний ефект, дає змогу студентам усвідомити особливості розробки таких функцій, заохотити їх до дослідження, додати елементи креативності.

Аналіз завдань на вивчення методів масивів дає змогу сформулювати найбільш доцільні завдання для навчання студентів: 1) створення вебсайту, на якому користувачеві надається можливість генерації графічної таблиці на основі наявних даних; 2) створення блоку елементів (наприклад, новин).

У статті описані методичні аспекти навчання студентів теми «Структури даних у JavaScript. Масиви». Метою вивчення теми є дослідження методів масивів та демонстрація можливостей використання цієї структури для створення візуальних ефектів на вебсторінці. Дібрані завдання демонструють можливості автоматичного та ефективного формування вмісту вебсторінки, комплексне виконання яких можна розглядати як роботу студентів над мініпроектom. Упровадження цієї методики здійснювалося у весняному семестрі 2022–2023 навчального року для студентів третього курсу спеціальності «122 Комп'ютерні науки».

Мета статті. Активне використання масивів у вебпрограмуванні та створення динамічних вебсайтів викликає необхідність обговорити їх педагогічний потенціал. Отже, мета статті – охарактеризувати прикладні задачі, які можуть бути використані у навчанні студентів веброзробки, а саме у процесі формування умінь роботи з методами структури даних Array мови програмування JavaScript.

Матеріали та методи. У навчальній програмі дисципліни «Програмування вебзастосувань» передбачається вивчення таких структур мови JavaScript, як об'єкти, рядки, масиви, та їхніх методів. У цьому процесі доцільно використовувати завдання, що передбачають генерацію візуального результату на вебсторінці після натиснення користувачем кнопки. Це уможливило залучення студентів до проектною, дослідницькою та творчою роботи. Такі завдання можна

розглядати як завдання міні-проєкту. Відомо, що робота над проєктом передбачає розвиток дослідницьких, інформаційно-пошукових умінь студентів, їхніх інтелектуальних здібностей. Крім того, виконання проєкту у галузі веброзробки вимагає не тільки творчого підходу, але й здатності успішно виконувати завдання та брати відповідальність за результати своєї роботи, які будуть доступні користувачам онлайн у мережі інтернет.

Мініпроєкти проблемного навчання. Останнім часом в освітній діяльності активно використовуються мініпроєкти проблемного навчання (PBL mini-projects), які розглядаються як альтернатива традиційному методу лабораторного навчання алгоритмічного стилю. Метою впровадження таких мініпроєктів є розширення досвіду студентів, надання їхній діяльності практичної значущості [3; 4; 5].

При використанні проєктного навчання (Project Based Learning, PBL) студенти працюють над проєктом протягом деякого періоду часу – від тижня до семестру, що дає можливість залучити їх до вирішення реальної проблеми або пошуку відповіді на складне питання. Вони демонструють свої знання та вміння, створюючи публічний продукт чи презентацію для реальної аудиторії. У результаті в студентів формується глибоке розуміння навчального матеріалу, а також критичне мислення, навички співпраці, творчі здібності та комунікативні навички [6].

Так, у роботі [7] обговорюється досвід мініпроєкту, який двічі проводився в Університеті Сандерленда і був розроблений для навчання прикладного вебпрограмування за допомогою платформи Facebook. Студенти першого курсу спеціальності «Комп'ютерні науки» використовували широкий спектр технологій, підкріплених відповідною методологією програмної інженерії, для проєктування, розробки та публікації вебдодатків у каталозі програм Facebook. Зроблено висновок, що студенти можуть легко розробляти та розгортати вебдодатки, отримувати користь від зворотного зв'язку від однолітків у знайомому, дружньому для них середовищі.

Метою дослідження [5] було вивчення ефективності використання проєктного навчання для формування та інтеграції навичок паралельного програмування і спілкування студентів у рамках навчальних курсів. Було продемонстровано, що завдяки командній роботі студенти спільно навчаються, застосовують навички фундаментального паралельного програмування без прямого керівництва, демонструючи таким чином ефективність проєктного навчання.

Проєктна діяльність під час вивчення дисципліни «Програмування вебзастосувань» надає студентам можливість отримати реальний досвід створення вебдодатків. Для цього необхідно розробити дизайн проєкту із набором доцільно дібраних завдань, виконання яких передбачає використання сучасних вебтехнологій.

Методи масивів при створенні вебсторінок. Однією з головних особливостей сучасних вебсторінок є візуалізація даних, що надходять із сервера. Наприклад, на таких сайтах, як інтернет-магазини, сайти новин та сайти-синоптики, часто використовуються однакові компоненти (групи товарів, блоки новин, прогнози на окремі дні тощо). Необхідно зазначити, що ці однотипні структуровані дані зберігаються у вигляді масивів об'єктів.

Створення елементів вебсторінок за допомогою методів структури даних Array JavaScript дає можливість динамічно та ефективно генерувати вміст сторінки за допомогою функції-обробника подій, яка виконується після натиснення кнопки користувачем. Цей підхід є особливо корисним, коли потрібно створити повторювані елементи, такі як списки, таблиці, картки товарів, меню та інше.

Для подальшого обговорення необхідно конкретизувати методи, які найчастіше застосовуються у роботі з масивами.

Основа створення компонентів – це метод `map()` [8]. Він дає можливість перетворити кожен елемент масиву в новий елемент згідно з функцією, заданою в параметрах. Наприклад, можна мати масив об'єктів, що містять дані про користувачів, і застосувати метод `map()` для створення списку користувачів на сторінці. Наведемо програмний код:

```
const users = [
  {name:'John', age:25},
  {name:Jane, age:30},
  {name:Mark, age:35},
];
const userList = users.map(user => {
  return `- ${user.name}, ${user.age} років
`;
});
const userListElement = document.getElementById('user-list');
userListElement.innerHTML = userList.join('');
```

У цьому прикладі використано метод `map()` для перетворення кожного об'єкта користувача в HTML-рядок `` з інформацією про користувача. Потім додано ці рядки до списку на сторінці.

Крім даної функції, часто використовуються і такі методи, як `filter()` та `sort()` [8]. За допомогою методу `filter()` можна відфільтрувати з масиву значення за певною ознакою чи конкретним значенням властивості. Найчастіше цей метод використовується на сайтах новин. `sort()` надає можливість сортувати масив, порівнюючи певні поля об'єкта. Приклади використання сортування можна побачити в інтернет-магазинах.

Виконання проєктного завдання надає можливість студентам усвідомлено застосувати кожен з цих методів.

Результати. Розглянемо приклад створення вебсторінки з використанням методів масивів. Основою майбутнього вебсайта є html-документ з підключеними до нього файлами стилів (CSS) та JavaScript.

Щоб виконати генерацію таблиці та блоку новин, необхідно мати початковий набір даних. Зазвичай такі набори для вебсторінки передає сервер, але в нашому випадку варто дати можливість створити масиви з даними студентам. Варто зазначити, що кожен елемент структури даних має бути чітко організований. Наприклад, для новин це можуть бути такі властивості: заголовок, текст новини, час публікації та посилання на зображення, що супроводжує новину (рис. 2). Також, оскільки до всіх елементів масиву викликається одна й та сама функція, необхідно переконатися, що всі властивості об'єктів названі однаково і містять схожі дані.



Рис. 1. Структура об'єкта для формування новини

Якщо порівняти створення таблиці і блоку новин, то можна виділити деякі відмінності. По-перше, зазвичай дані в таблицях сортуються за певними параметрами, наприклад, за алфавітом, тому в частині завдання з таблицями варто відсортувати масив перед його візуалізацією. По-друге, генерація таблиці має більш складний алгоритм через те, що її можна сприймати як двовимірний масив даних, в якому необхідно з клітинок формувати рядок, а з рядків вже повноцінну таблицю.

Генерація таблиці. Після того, як сформовано масив даних, на основі якого будується таблиця, студентам пропонується створити заголовок таблиці та перший рядок із зазначенням назви колонок.

Далі можна використовувати методи, про які йшлося раніше, для сортування та перетворення елементів масиву в повноцінні html-клітинки. Зазвичай на цьому етапі за допомогою рядкових літералів формуються шаблони типу ` \${name}</td>`. Сформувавши один рядок клітинок таблиці, можна перейти до наступного і повторити дії, що були описані вище. Залишається сформувати рядок з отриманого масиву та вставити його на вебсторінку. Так, використовуючи певний набір даних, була сформована таблиця без внесення змін до html-файлу засобами JavaScript. Далі доцільно застосувати стилі для форматування таблиці (рис. 3). |

Button	Number	ID	Name
Add me	№1	69	John
Add me	№2	73	Alex
Add me	№3	26	Dmytro
Add me	№4	43	Olesya
Add me	№5	35	Maria

Рис. 2. Таблиця, створена засобами JavaScript

Створення блоку новин. Подібно до роботи з таблицями перед формуванням блоку новин студентам пропонується застосувати стилі для оформлення елементів цього блоку.

Наступні кроки схожі до створення таблиці, проте етап сортування необхідно замінити на етап фільтрації, щоб у користувача була можливість обрати тему новин. Програмний код є таким:

```
const articles = [
  {title: 'First Article', text:'First Text', theme: 'commerce'},
  {title: 'Second Article', text:'Second Text', theme: 'health'},
  {title: 'Third Article', text:'Third Text', theme: 'crimes'},
];
const articles = articles.filter((article) => article.theme == 'health');
const articleList = articles .map(article => {
  return `<div class='article'>
<h5> ${article.title}</h5>
<p> ${article.text}</p>
</div>`;
});
const articleElement = document.getElementById('article');
articleElement.innerHTML = articleList.join('');
```

У цілому подальший процес роботи відрізняється тим, що замість формування двох вимірів (стовпців та рядків) буде створений один рядок новин. Також, додавши до вебсторінки картинку та CSS-стилі, студенти зможуть опанувати роботу з різними типами даних та елементами, їх розміщенням на сторінці.



Рис. 3. Блок новин, створений засобами JavaScript

Висновки. У статті описано методичний підхід до вивчення теми «Структури даних у JavaScript. Масиви». Представлено дизайн мініпроєкту із демонстрацією набору практичних завдань на автоматичне формування вмісту вебсторінки з прикладами їх виконання. Упровадження такого методичного підходу можна охарактеризувати як успішне. Можна стверджувати, що використання задач на вивчення методів масивів мови JavaScript із візуальними результатами дає змогу:

- поглибити розуміння студентами роботи сучасних інструментів веброзробки;
- організувати проєктну роботу студентів, щоб наблизити їх до виробничих умов;
- спонукати до самостійної пізнавальної діяльності;
- формувати портфоліо власних навчальних досягнень.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у розробці методики проведення командного проєкту, що вимагає створення реального вебдодатка.

Література:

1. Grove R.F. Trends in Teaching Web-based Development – A Survey of Pedagogy in Web Development Courses. *International Conference on Web Information Systems and Technologies, – Society, e-Business and e-Government / e-Learning*, 2007. P. 361–365.
2. Lim B.B.L. Teaching Web Development Technologies: Past, Present, and (Near) Future. *Journal of Information Systems Education*. 2002. № 13 (2). P. 117–124.
3. Brüngel R., Rückert J., Friedrich C.M. Project-Based Learning in a Machine Learning Course with Differentiated Industrial Projects for Various Computer Science Master Programs. *2020 IEEE 32nd Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*. 2020. № 1–5.
4. Chandrashekar N.S., Menon C.B. (). Implementation of Project Based Learning in Mechanical Engineering Education to Enhance Students' Interest and Enthusiasm. *Journal of Engineering Education Transformations*, 2020 № 33. P. 253–256.
5. Younis A.A., Sunderraman R., Metzler M.W., Bourgeois A.G. Developing parallel programming and soft skills: A project based learning approach. *Journal of Parallel and Distributed Computing*. 2021. № 158. P. 151–163.
6. *What is PBL?* (n.d.). PBLWorks. URL: <https://www.pblworks.org/what-is-pbl>.
7. Smith A. Web and Software Engineering The Facebook Way – An Undergraduate Mini Project. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*. 2011. № 10 (3). P. 58–67.
8. *Array - JavaScript MDN*. (2023, June 11). URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Reference/Global_Objects/Array.

УДК 378.147.88

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-6>

РОЗВИТОК ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЄКТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЦИФРОВИХ РЕСУРСІВ

Садовий Микола Ілліч,

доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри технологічної та професійної освіти
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0001-6582-6506
Scopus-Author ID: 57217117696
Researcher ID: AAG-3432-2019

Соменко Дмитро Вікторович,

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

Трифорова Олена Михайлівна,

доктор педагогічних наук, професор,
доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0000-0002-6146-9844
Scopus-Author ID: 57217117658
Researcher ID: AAJ-9881-2020

Доброван Катерина Михайлівна,

здобувач освіти
Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка
ORCID ID: 0009-0006-9776-4219

Сучасне суспільство висуває до майбутнього фахівця вимоги не лише щодо вміння застосовувати цифрові технології в повсякденному житті, а й щодо здатності особистості бути успішною на ринку праці (здатності планувати свою діяльність, розподіляти час тощо). Одним із способів забезпечення зазначених потреб у навчальній діяльності є проєктні технології.

Метою нашого дослідження є розробка методики реалізації проєктних технологій навчання в закладах професійної (професійно-технічної) освіти; формування проєкту «Автоматична годівниця для домашніх тварин на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino» для закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

Для досягнення мети використано такі методи: теоретичні – аналіз, синтез і систематизація; емпіричні – моделювання.

У контексті цифрового освітнього середовища використання проєктних технологій набуває нового рівня. Проєктні технології дозволяють формувати навички самостійної роботи, розвивати творчі та критичні

здібності здобувачів освіти, забезпечують інтерактивність та взаємодію учасників освітнього процесу. При цьому розвивається проєктно-технологічна компетентність. З метою забезпечення розвитку проєктно-технологічної компетентності в закладах професійної освіти ми пропонуємо зі студентами виконувати мініпроєкти, які у ближній перспективі показують реалізацію отриманих теоретичних знань на практиці.

У статті наведено як приклад методик розвитку проєктно-технологічної компетентності в умовах цифрового освітнього середовища під час виконання проєкту «Автоматична годівниця для домашніх тварин на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino».

Запропонований проєкт створення автоматизованої годівниці є багатокomпонентним. Під час розробки було використано інтерактивний підхід до навчання, що передбачає залучення здобувачів освіти до активного процесу навчання через роботу над проєктом. Цей підхід сприяє поглибленню розуміння теоретичних концепцій, набуттю практичних навичок у сфері професійної освіти, розвитку проєктно-технологічної компетентності, яка забезпечує становлення конкурентоспроможного фахівця в умовах динамічно змінного цифрового суспільства.

Ключові слова: проєктно-технологічна компетентність, проєктні технології, цифрове освітнє середовище, інтерактивний підхід.

Sadovyi Mykola, Somenko Dmytro, Tryfonova Olena, Dobrovan Kateryna. Development of technical and technological competence during the implementation of an educational project using digital resources

Modern society demands not only the ability to use digital technologies in everyday life, but also the ability of an individual to be successful in the labor market: the ability to plan one's activities, allocate time, etc., to the future specialist. Project technologies are one of the ways to meet the specified needs in educational activities.

The purpose of our research is to develop a methodology for the implementation of project learning technologies in institutions of professional (vocational and technical) education; formation of the project "Automatic feeder for pets based on the hardware and computing platform Arduino" for institutions of professional (vocational and technical) education.

To achieve the goal, the following methods were used: theoretical: analysis, synthesis and systematization; empirical: modeling.

In the context of the digital educational environment, the use of project technologies takes on a new level. Project technologies make it possible to form skills of independent work, develop creative and critical abilities of education seekers, ensure interactivity and interaction of participants in the educational process. At the same time, project and technological competence is developing. In order to ensure the development of project-technological competence in vocational education institutions, we offer students to carry out mini-projects that, in the near term, show the practical implementation of the acquired theoretical knowledge.

The article provides an example of the methodology for the development of project-technological competence in the conditions of a digital educational environment during the implementation of the project "Automatic feeder for pets based on the hardware and computing platform Arduino".

The proposed project of creating an automated feeder is multi-component. During development, an interactive approach to learning was used, which involves the involvement of students in the active learning process through work on the project. This approach contributes to the deepening of the understanding of theoretical concepts, the acquisition of practical skills in the field of professional education, the development of project-technological competence, which ensures the formation of a competitive specialist in the conditions of a dynamically changing digital society.

Key words: project-technological competence, project technologies, digital educational environment, interactive approach.

Вступ. У сучасному світі освіта є ключовим фактором, що визначає успіх у професійній сфері. З розвитком техніки та інформаційного простору важливість цифрових технологій у навчанні зростає щодня. При цьому важливого значення набуває готовність здобувачів освіти раціонально використовувати цифрові ресурси, планувати свою освітню траєкторію та визначати вектори подальшого розвитку.

За цих умов розробка та реалізація проєктних технологій у закладах освіти є одним із способів удосконалення процесу навчання, що дозволяє студентам здобувати не лише теоретичні знання, але і практичні навички роботи зі складними технічними системами.

Підвищення якості освіти нині виступає однією з провідних проблем сучасного українського суспільства. Освіта, яка є основою інтелектуального, духовного, фізичного і культурного розвитку

особистості, її успішної соціалізації, економічного добробуту, запорукою розвитку суспільства, об'єднаного спільними цінностями і культурою, та держави [4], нині, на думку фахівців [5], має забезпечувати розвиток особистості, здатної на відповіді, адекватні викликам часу. Закон України «Про освіту» [4] мету освіти визначає як всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, її талантів, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування цінностей і необхідних для успішної самореалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, які здатні до свідомого суспільного вибору, а також спрямування своєї діяльності на користь іншим людям і суспільству, збагачення на цій основі інтелектуального, економічного, творчого, культурного потенціалу українського народу, підвищення освітнього рівня громадян задля забезпечення сталого розвитку України та її європейського вибору.

Сучасне суспільство висуває до майбутнього фахівця вимоги не лише щодо вміння застосовувати цифрові технології в повсякденному житті, а й щодо здатності особистості бути успішною на ринку праці (здатності планувати свою діяльність, розподіляти час тощо). Одним зі способів забезпечення зазначених потреб у навчальній діяльності є проєктні технології.

Матеріали та методи. Досліджували методику реалізації проєктних технологій в освітньому процесі П.С. Атаманчук, З.О. Возна, М.М. Гордієнко, Н.Г. Довмантович, М.Т. Мартинюк, Т.К. Осадча, Л.А. Романов, В.О. Хмельницька та ін.

Однак динамічний розвиток цифрового суспільства змушує весь час вдосконалювати методику реалізації проєктних технологій.

Напрямок дослідження визначено відповідно до тематичного плану наукових досліджень кафедри технологічної та професійної освіти Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка «Сучасні освітні технології у підготовці фахівців технологічної та професійної освіти» (держ. реєстр. № 0123U100957, з 2022 р.), Лабораторії дидактики фізики, технологій та професійної освіти Інституту педагогіки Національної академії педагогічних наук України в Центральноукраїнському державному університеті імені Володимира Винниченка і є складовою частиною теми «Цифровізація освітнього середовища та STEM-технології» (держ. реєстр. № 0122U201725, з 2022 р.).

Метою нашого дослідження є розробка методики реалізації проєктних технологій навчання в закладах професійної (професійно-технічної) освіти; формування проєкту «Автоматична годівниця для домашніх тварин на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino» для закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

Для досягнення мети використано такі методи: теоретичні – аналіз, синтез і систематизація; емпіричні – моделювання.

Результати. У контексті цифрового освітнього середовища використання проєктних технологій виходить на новий рівень. Проєктні технології дозволяють формувати навички самостійної роботи, розвивати творчі та критичні здібності здобувачів освіти, забезпечують інтерактивність та взаємодію учасників освітнього процесу.

Розвиток проєктно-технологічної компетентності як здатності здобувачів освіти застосовувати знання, уміння та особистий досвід у предметно-перетворювальній діяльності розпочинається ще в школі [2]. Далі він продовжується на кожному етапі становлення майбутнього фахівця – від етапу здобуття теоретичних знань до реалізації їх в умовах практичної діяльності.

З метою забезпечення розвитку проєктно-технологічної компетентності в закладах професійної освіти ми пропонуємо зі студентами виконувати мініпроєкти, які у ближній перспективі показують реалізацію отриманих теоретичних знань на практиці.

Розглянемо для прикладу методику розвитку проєктно-технологічної компетентності в умовах цифрового освітнього середовища під час виконання проєкту «Автоматична годівниця для домашніх тварин на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino». При цьому цифрові інструменти та технології варто використовувати для підтримки проєктної діяльності, забезпе-

чуючи зручний та ефективний доступ до інформації, можливість співпраці та комунікації між учасниками проєкту, автоматичне стеження за прогресом і результатами роботи.

Загалом для успішної реалізації проєктних технологій важливо дотримуватись методичних принципів, таких як планування та організація проєктів, оцінювання результатів та використання цифрових інструментів. Зокрема, необхідно визначити мету, завдання проєкту, ресурси, необхідні для його реалізації, оцінити досягнення поставлених цілей, забезпечити зручний та ефективний доступ до інформації та можливість співпраці між учасниками проєкту.

Для забезпечення розвитку проєктно-технологічної компетентності досить важливим є етап підготовки технічного завдання. Для створення проєкту «Автоматична годівниця для домашніх тварин на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino» процес підготовки технічного завдання, на нашу думку, повинен включати такі етапи:

1) *визначення цілей та завдань проєкту.* Необхідно чітко визначити, для чого потрібна автоматична годівниця та які задачі вона повинна вирішувати. Наприклад, визначити такі цілі, як точне дозування корму, захист від застрягання та заклинювання, контроль швидкості обертання шнеку, енергоефективність тощо;

2) *аналіз конкурентів та наявних рішень.* Необхідно дослідити наявні на ринку рішення для автоматичної годівниці та визначити їхні переваги і недоліки. Наприклад, дослідити автоматичні годівниці різного типу, розглянути їхні можливості та обмеження, зробити висновки про те, що саме необхідно зробити для того, щоб наша годівниця була кращою за інші;

3) *визначення функціональних вимог.* Необхідно чітко визначити, які функції має виконувати автоматична годівниця. Наприклад, можна вимагати від неї точності дозування, захисту від застрягання, можливості налаштування розміру порції тощо;

4) *визначення нефункціональних вимог.* Необхідно визначити такі характеристики, як енергоефективність, надійність, швидкість реакції.

Не менш важливим під час розвитку проєктно-технологічної компетентності є підбір компонентів для виконання проєкту:

1) вимоги до функціоналу проєкту, які варто передбачити на першому етапі створення (автоматична годівниця з бункерним типом; точне дозування порції корму; захист від застрягання та заклинювання; контроль швидкості обертання гвинта під навантаженням; режим глибокого енергозбереження; керування кнопкою; «Клік» – видача порції поза чергою; «Утримання» – налаштування розміру порції);

2) вимоги до інтерфейсу та зручності користування (простий та зрозумілий інтерфейс; можливість встановлення таймера для годування у визначений час; можливість ручного керування подачею корму (натисканням кнопки чи за допомогою додатку); сигналізація про закінчення запасу корму та стан заряду батареї);

3) вимоги до безпеки (передбачення захисту від випадкового доступу тварин до кормушки та її механізмів; електрична безпека та заземлення);

4) вимоги до матеріалів та компонентів (використання якісних та безпечних матеріалів для виготовлення корпусу та механізмів годівниці; використання високоякісних та надійних компонентів для платформи Arduino та електричних компонентів);

5) вимоги до продуктивності та надійності (точність та стабільність дозування корму; висока продуктивність та енергоефективність; висока надійність та тривалість роботи без збоїв та поломок);

6) вимоги до технічної документації та інструкції користувача (розробка документації, яка буде містити детальний опис принципу роботи, складових частин, вимог до електроживлення, монтажу та налаштування, правил користування, попередження про небезпеки та заходи безпеки; розробка інструкції користувача, яка буде зрозумілою та доступною для користувачів з будь-яким рівнем знань у галузі електроніки та програмування).

Безпосередню реалізацію проєкту – збірку моделі «Автоматична годівниця для домашніх тварин на базі апаратно-обчислювальної платформи Arduino» (рис. 1) – варто розпочати після виготовлення всіх необхідних компонентів.

Початкові кроки:

1. Виготовлення корпусу годівниці за допомогою дерев'яної дошки або ПВХ-труб.
2. Підготовка всіх компонентів, необхідних для збірки проєкту (Arduino плата, кроковий двигун (редукторний двигун), керуючі елементи, кабелі, блок живлення, детектор наявності корму в контейнері).
3. Встановлення контролера Arduino в корпусі (рис. 2, рис. 3).
4. З'єднання дисплею (за потреби) з контролером за допомогою провідників.

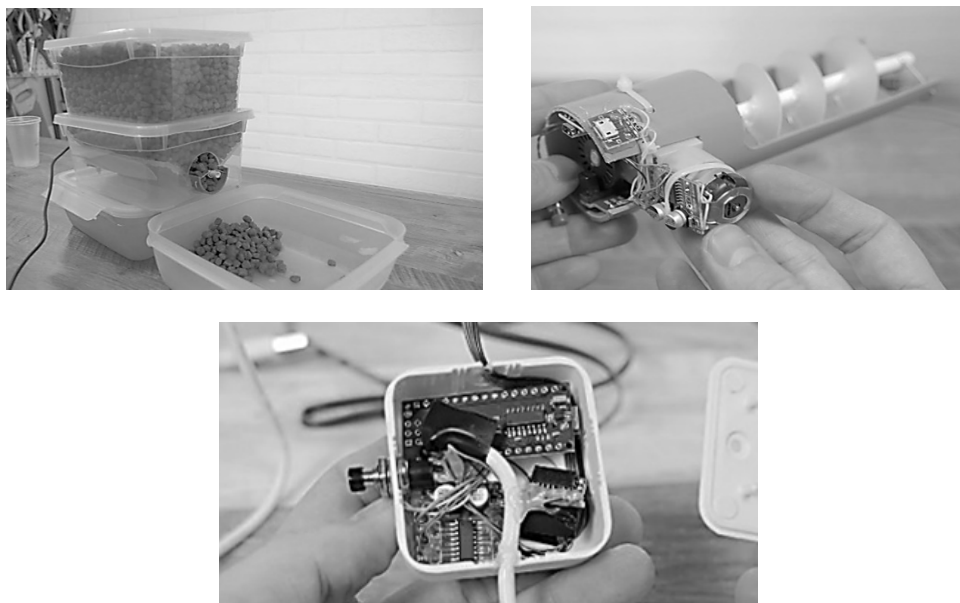


Рис. 1. Загальний вигляд готової годівниці, електронної схеми та компонентів шнеку подачі

Далі необхідно встановити всі електронні компоненти:

5. Встановлення крокового двигуна та вивід його провідників через отвір корпусу.
6. Встановлення механізму подачі корму та з'єднання з кроковим двигуном (редукторним мотором).
7. З'єднання сенсорів: датчик ваги та датчик рівня корму (за потреби), з'єднується контролером за допомогою провідників.

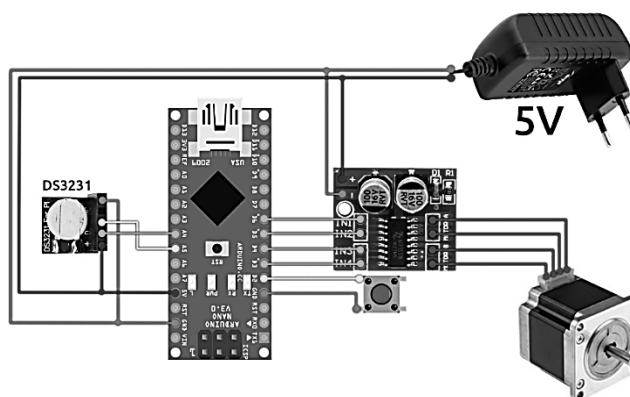


Рис. 2. Електрична принципова схема автоматичної годівниці, реалізованої на кроковому двигуні

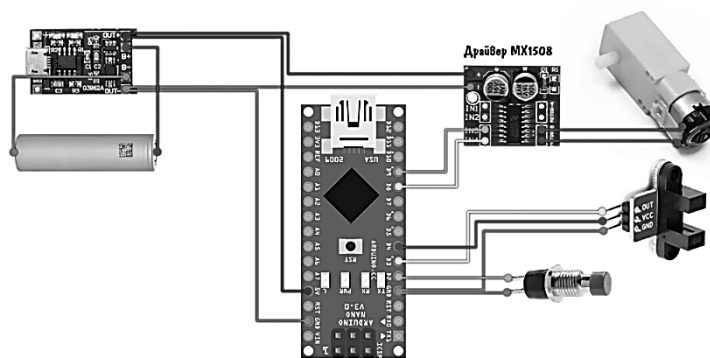


Рис. 3. Електрична принципова схема автоматичної годівниці, реалізованої на колекторному редукторному двигуні з автономним живленням

Кроки програмування:

8. Розробка програмного забезпечення з використанням Arduino IDE.
9. Підключення програмного забезпечення до контролера Arduino.
10. Налаштування датчиків та двигунів.

Кроки налаштування:

11. Тестування автоматичної годівниці за допомогою підключення до джерела живлення.
12. Налаштування системи живлення, наприклад, через батарею або адаптер живлення.
13. Перевірка правильності функціонування автоматичної годівниці для домашніх тварин.

Тестування різних функцій, таких як точність дозування корму та режим глибокого енергозбереження.

Висновки. Запропонований проєкт створення автоматизованої годівниці є багатокомпонентним. Під час розробки був використаний інтерактивний підхід до навчання, що передбачає залучення здобувачів освіти до активного процесу навчання через роботу над проєктом. Цей підхід сприяє поглибленню розуміння теоретичних концепцій, набуттю практичних навичок у сфері професійної освіти, розвитку проєктно-технологічної компетентності, яка забезпечує становлення конкурентоспроможного фахівця в умовах динамічно змінного цифрового суспільства.

Проведення наукових досліджень на тему розробки та впровадження проєктних технологій у професійно-технічну освіту важливе для подальшого розвитку сфери освіти. Результати таких досліджень можуть бути використані для удосконалення методик та підходів до навчання, а також створення нових проєктів з використанням сучасних технологій.

Література:

1. Возна З.О. Організація проєктної діяльності учнів : навчально-методичний посібник для студентів освітнього ступеня «магістр» денної та заочної форми навчання. Умань : «ВПЦ» Візаві, 2019. 267 с.
2. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text>.
3. Довмантович Н.Г. Проєктна діяльність як засіб формування самоосвітньої компетентності. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Педагогіка. Соціальна робота»*. Вип. 1. 2017. С. 92–95.
4. Про освіту : Закон України. 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
5. Ляшенко О.І. Стратегія якості освіти як основа освітньої політики країн світу. *Моніторинг якості освіти: світові досягнення та українські перспективи*. 2004. С. 9–14.
6. Остапчук С.А., Садовий М.І. До проблеми використання платформи Arduino у вивченні робототехніки. *Наукові записки. Центральноросійського державного університету імені Володимира Винниченка Серія «Педагогічні науки»*. Кропивницький, 2018. Вип. 168. С. 178–181.
7. Проєктні технології навчання у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників.

Інноватика в сучасній освіті-2017 : тези науково-практичного семінару. ІХ Міжнародна виставка, м. Київ, 25 жовтня 2017 р. Київ : ІПТО НАПН України, 2017. 86 с.

8. Садовий М.І., Соменко Д.В., Трифонова О.М. Робототехнічні комплекти в освітньому процесі. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*. Кам'янець-Подільський, 2021. Вип. 27. С. 125–128.

9. 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.

10. Інтерактивні технології як елемент сучасного освітнього середовища / О.М. Трифонова, Д.В. Соменко, В.А. Губенко, К.М. Доброван, А.Г. Лисиця. *Сучасна наука та освіта: стан, проблеми, перспективи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, м. Полтава, 20–21 березня 2023 р. Полтава : ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2023. С. 192–195.

References:

1. Vozna, Z.O. (2019) Orhanizatsiya proektnoyi diyal'nosti uchniv [Organization of students' project activities] navchal'no-metodychnyy posibnyk. Uman' : "VPTS" Vizavi, 2019. 267 s. [in Ukrainian]

2. Derzhavnyy standart bazovoyi i povnoyi zahal'noyi seredn'oyi osvity [State standard of basic and full general secondary education]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1392-2011-%D0%BF#Text> [in Ukrainian]

3. Dovmantovych, N.H. (2017) Proektna diyal'nist' yak zasib formuvannya samoosvitn'oyi kompetentnosti [Project activity as a means of forming self-educational competence]. *Naukovyy visnyk Uzhhorods'koho natsional'noho universytetu. Seriya: Pedagogika. Sotsial'na robota*. Vyp. 1. 2017. S. 92–95. [in Ukrainian]

4. Zakon Ukrayiny "Pro osvitu" [Law of Ukraine "On Education"] 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> [in Ukrainian]

5. Lyashenko, O.I. (2004) Stratehiya yakosti osvity yak osnova osvitn'oyi polityky krayin svitu [The strategy of the quality of education as the basis of the educational policy of the countries of the world]. *Monitorynh yakosti osvity: svitovi dosyahnennya ta ukrayins'ki perspektyvy*. S. 9–14. [in Ukrainian]

6. Ostapchuk, S.A., Sadovyi, M.I. (2018) Do problemy vykorystannya platformy Arduino u vyvchenni robototekhniki [To the problem of using the Arduino platform in the study of robotics]. *Naukovi zapysky. Seriya: Pedagogichni nauky (TSDPU im. V. Vynnychenka)*. Kropyvnyts'kyu, 2018. Vyp. 168. S. 178–181. [in Ukrainian]

7. Proektni tekhnolohiyi navchannya u profesyniyi pidhotovtsi maybutnikh kvalifikovanykh robitnykiv [Design technologies of training in professional training of future skilled workers: theses of science and practice]: tezy nauk.-prakt. seminaru. IKH Mizhнародna vystavka «Innovatyka v suchasniy osviti-2017», 25 zhovt. 2017r. Kyiv : IPTO NAPN Ukrayiny, 2017. 86 s. [in Ukrainian]

8. Sadovyi, M.I., Somenko, D.V., Tryfonova, O.M. (2021) Robototekhnichni komplekty v osvitn'omu protsesi [Robotic kits in the educational process]. *Zbirnyk naukovykh prats' Kam'yanets'-Podil's'koho natsional'noho universytetu imeni Ivana Ohiyenka: Seriya pedagogichna*. Kam'yanets'-Podil's'kyu, 2021. Vyp. 27. S. 125–128. [in Ukrainian]

9. Somenko O.O., Somenko D.V. (2017). Vilno-poshyriuvane aпаратne ta proqramne 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. Seriya: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity*. Kropyvnytskyi, 2017. Vyp. 11. Ch. 1. S. 122–128. [in Ukrainian]

2. Tryfonova, O.M., Somenko, D.V., Hubenko, V.A., Dobrovan, K.M., Lysytsya, A.H. (2023). Interaktyvni tekhnolohiyi yak element suchasnoho osvitn'oho seredovyshcha [Interactive technologies as an element of the modern educational environment]. *Suchasna nauka ta osvita: stan, problemy, perspektyvy: mater. Mizhnar. nauk.-prakt. konf.*, 20-21 bereznya 2023 r. Poltava: DZ „LNU imeni Tarasa Shevchenka”, 2023. S. 192–195. [in Ukrainian]

УДК 37.02:372.853

DOI <https://doi.org/10.32782/cusu-pmtp-2023-1-7>

ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ ТА ІНТЕГРАЦІЯ НАВЧАННЯ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН – ДВІ СТОРОНИ ЄДИНОГО ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

Сальник Ірина Володимирівна,

доктор педагогічних наук, професор,

в.о. завідувача кафедри природничих наук і методик їхнього навчання

Центральноукраїнського державного університету

імені Володимира Винниченка

ORCID ID: 0000-0003-1117-9862

Розвиток суспільства зумовлює формування такої парадигми освіти, яка передбачає перехід до принципово нових систем навчання. Сучасна освіта розвивається в таких напрямках, які поєднують у собі діаметрально протилежні підходи. Саме так відбувається із природничою освітою, яка по своїй суті є інтегративною. Навчання учнів із широким діапазоном здібностей вимагає від учителів інноваційних ідей для навчання та врахування особливостей їх розвитку. Актуалізується проблема поєднання диференціації та інтеграції в природничій освіті. Метою статті є висвітлення особливостей комплексної реалізації диференційованого та інтегративного підходів у навчанні природничих наук як основи сучасного навчального середовища закладу загальної середньої освіти. У статті проаналізовані підходи українських та закордонних дослідників, що вивчали ідеї диференціації й інтеграції та особливості їх впровадження в освіті. Як концептуальна основа об'єднання двох протилежних підходів нами визначена теорія множинних інтелектів. Згідно з цією теорією у навчанні повинні бути враховані індивідуальні особливості інтелектуального розвитку учня. З іншого боку, інтеграція різних модальностей і дисциплін може задовольнити різні способи пізнання та розуміння, якими володіють учні з різними типами інтелекту. Основне завдання природничих наук – формування цілісних наукових знань, уявлень про єдину наукову картину світу. У статті показано, що наука поєднує процеси диференціації та інтеграції – єдність і цілісність світу, а також його різноманітність, специфічність різних форм матерії. За наслідками проведеного дослідження нами виділена STEM-освіта та проєктні технології навчання як засоби реалізації у навчанні природничих наук диференційованого та інтегративного підходів. Залишаються проблемними питання підготовки вчителів, здатних реалізувати ці ідеї в умовах STEM орієнтованого середовища освіти.

Ключові слова: диференціація, інтеграція, природничі науки, STEM, проєктна діяльність, єдина наукова картина світу

Salnyk Iryna. Differentiation and integration of the learning of natural disciplines are two sides of the single educational process

The development of society determines the formation of such a paradigm of education, which involves the transition to fundamentally new systems of education. Modern education is developing in directions that combine diametrically opposed approaches. This is exactly what happens with science education, which is essentially integrative. On the other hand, learning students with a wide range of abilities requires teachers to come up with innovative ideas and take into account the peculiarities of student development. The problem of combining differentiation and integration in natural education is being updated. The purpose of the article is to highlight the features of the complex implementation of differentiated and integrative approaches in the teaching of natural sciences as the basis of the modern educational environment of a secondary school. The article analyzes the approaches of Ukrainian and foreign researchers who studied the ideas of differentiation and integration and the peculiarities of their implementation in education. We defined the theory of multiple intelligences as a conceptual basis for combining two opposite approaches. According to this theory, individual features of the student's intellectual development should be taken into account in education. On the other hand, the integration of different modalities and disciplines can accommodate the different ways of knowing and understanding possessed by students with different types of intelligence. The main task of natural sciences is the formation of integral scientific knowledge, ideas about a unified scientific picture of the world. The article shows that science combines differentiation and integration: the unity and integrity of the world, as well as its diversity, the specificity of various forms of matter. Based on the results of the

conducted research, we singled out STEM education and project learning technologies as means of implementing differentiated and integrative approaches in the learning of natural sciences. The issue of training teachers capable of implementing these ideas in the conditions of a STEM-oriented educational environment remains problematic.

Key words: *differentiation, integration, natural sciences, STEM, project activity, unified scientific picture of the world.*

Вступ. Диференціація та інтеграція не є чимось новим у теорії та методиці навчання. Впровадження ідей диференційованого та інтегрованого підходів у закладах освіти відбувається досить давно та інтенсивно. Термін «диференціація навчання» чув кожен вчитель ще під час свого навчання у закладі вищої освіти. На практиці вчителі стикаються з проблемою навчання учнів із широким спектром здібностей. Як зазначають дослідники цієї проблеми, вчителі зараз мають справу з рівнем академічного розмаїття у своїх класах, нечуваного десять років тому. В одному класі навчальні здібності учнів можуть варіюватися від вищого рівня до нижчого. Проблема створення рівних умов навчання через упровадження диференційованого підходу стає усе актуальнішою. Шляхом диференціації учитель забезпечує індивідуальну підтримку учням, створює різні завдання й активності, використовує різноманітні методи і підходи, щоб кожен учень зрозумів і оволодів матеріалом у найефективніший спосіб. Водночас, як показує практика, впроваджувати в освітній процес такий підхід прагнуть не усі, оскільки це вимагає додаткової кропіткої праці, вивчення особливостей учнів, врахування їх мотивів та потреб.

З іншого боку, основою сучасної природничо-математичної (STEM) освіти є інтегративний підхід, який представляє собою інтеграцію як об'єднання різнорідних раніше частин (дисциплін, технологій) в єдине ціле на основі встановлення міжпредметних зв'язків між частинами. Цілеспрямована змістовна інтеграція дозволяє встановити міцні зв'язки між навчальними дисциплінами, вносить новизну в традиційну систему навчання, допомагає учням зрозуміти важливість вивчення основ наук як єдиної системи знань. Цей підхід передбачає, що реальний світ і проблеми, з якими стикаються люди, не поділені на вузькі дисциплінарні межі. Інтегроване навчання сприяє розвитку критичного та творчого мислення учнів, формує вміння розв'язувати проблеми в комплексі.

Актуальність пошуку напрямів упровадження у синергетичній єдності диференційованого та інтегративного підходів зумовлена тим, що:

- диференціюючи навчання, вчителі можуть задовольнити індивідуальні потреби учнів у рамках інтегрованого навчання, зокрема природничих наук. Це означає, що, незважаючи на те, що навчальна програма об'єднує різні предмети та концепції, методи викладання та оцінювання можна налаштувати відповідно до різноманітних здібностей, інтересів і стилів навчання учнів;

- поєднання диференціації та інтеграції сприяє формуванню інклюзивного навчального середовища, орієнтованого на учня. Таке середовище визнає індивідуальність учнів, одночасно сприяючи співпраці, критичному мисленню та міждисциплінарному розумінню. Це дозволяє учням глибоко досліджувати теми, встановлювати зв'язки між різними дисциплінами та застосовувати отримані знання в реальних ситуаціях. Такий підхід готує учнів до складнощів сучасного світу, де їм потрібно гнучко мислити, творчо вирішувати проблеми та працювати разом у різних сферах;

- обидва підходи використовуються разом для створення сприятливого навчального середовища, де учні мають можливість розвиватися на своєму рівні та зрозуміти зв'язки між різними аспектами знання, що сприяє індивідуалізації навчання та поглибленому розумінню матеріалу та допомагає учням стати активними та креативними мислителями. Створюється стимулююче навчальне середовище, яке сприяє успіху всіх учнів.

Отже, **метою статті** є висвітлення особливостей комплексної реалізації диференційованого та інтегративного підходів у навчанні природничих наук як основи сучасного навчального середовища закладу загальної середньої освіти.

Методи дослідження. Під час дослідження використовувався комплекс таких 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. В останні десятиліття проблема запровадження *диференційованого підходу* у закладах загальної середньої освіти постала особливо гостро. Зокрема, на нашу думку, це пов'язано із тим, що з року в рік повільно, але неухильно ускладнювалися програми навчальних дисциплін. Повністю ігнорувався відомий закон Ортега-і-Гасета про «ощадність в освіті», котрий вимагав нещадно викидати з програми усе зайве і залишати тільки те, що учень здатний фізично засвоїти і що буде потрібно йому в житті. Сучасні програми середньої школи є настільки перевантаженими, що у своїй сукупності вони просто не можуть бути засвоєні учнями з необхідною повнотою. До того ж, незважаючи на впровадження концепції особистісно орієнтованого навчання, фактично продовжується спрямованість навчального процесу на «середнього» учня. У такій ситуації запровадження технологій диференційованого навчання стає все більш актуальним, оскільки їх спрямованість на індивідуально-типологічні особливості учнів забезпечує формування вміння вчитися, потребу в самоосвіті, сприяє виникненню бажання генерувати ідеї, шукати альтернативні розв'язки стандартних та проблемних ситуацій тощо.

Водночас необхідність диференціації в процесі навчання впливає з практичної потреби впровадження принципів індивідуального підходу, що вимагає врахування різнобічних можливостей учнів (психологічних, фізіологічних, інтелектуальних та ін.).

Означені аспекти, на нашу думку, підносять проблему практичного застосування диференційованого навчання на новий рівень, що вимагає глибшого її дослідження.

Диференціація навчання була темою досліджень багатьох педагогів та науковців у галузі освіти в різні часи. Понад три століття тому Я.А. Коменський із властивою йому проникливістю писав, що той наставник досягне успіху, який буде викладати відповідно до ступеня сприймання. Ще в ті далекі часи геніальний педагог виділяв відмінності в розвитку учнів, вказуючи на необхідність будувати навчальний процес так, щоб концентрувати увагу на наданні допомоги учням під час засвоєння знань.

Проблема диференціації та індивідуалізації навчання особливо зацікавила вчених на початку ХХ ст. Саме в цей час у США, Англії та в деяких інших країнах Заходу виникали системи індивідуалізованого навчання, що мали своїм завданням забезпечити підготовку активних, ініціативних, енергійних функціонерів держави. З цих систем навчання найбільш поширеним був дальтон-план, при якому уроки скасовувалися, навчальні класи замінялися предметними «лабораторіями», де кожний учень працював самостійно, виконував тижневі чи місячні завдання відповідно до своїх індивідуальних можливостей, а вчителі виступали в ролі консультантів і контролерів.

Сучасні дослідження диференціації навчання в українській педагогічній науці проводились С. Гончаренком, О. Ляшенком, О. Савченко та багатьма іншими науковцями [1; 2]. Зокрема, О. Савченко [3] розглядає диференціацію як таку організацію роботи на уроці, коли одному учневі або групі вчитель пропонує в певній системі посилені завдання різної складності й тим самим створює сприятливі умови для розвитку та навчання кожного.

Тема залишається актуальною в дослідженнях закордонних науковців. Агенція з навчання та розвитку Великобританії визначає диференціацію як процес, в якому враховуються відмінності між учнями для створення умов, коли усі учні в групі мають *найкращі* (а не середні) шанси на успіх у навчанні [4]. Керол Енн Томлінсон, яка широко відома своєю роботою з диференціації та є автором численних книг на цю тему, підкреслює важливість надання навчальних стратегій, які враховують різноманітні потреби учнів [5].

Важливою працею у вивченні теорії як диференціації, так й інтеграції навчання є дослідження Говарда Гарднера теорії множинного інтелекту. Згідно з цією теорією учні володіють різними типами інтелекту (Гарднер виділив 9 типів), а навчання має бути диференційованим, щоб можна було врахувати ці різноманітні сильні сторони [6]. Дослідження Гарднера мали значний вплив на розуміння та реалізацію диференціації в освіті. Використовуючи теорію Гарднера, вчителі можуть диференціювати навчальну діяльність, щоб пристосуватись до кожного учня та його інтелекту у класі. Це означає, що учні матимуть цілеспрямований досвід навчання, що призведе до вищих рівнів досягнень.

Диференціацію слід розглядати як адаптацію до індивідуальних потреб. Відомо, що диференціація буває різних видів, а саме: профільна та рівнева, внутрішня та зовнішня, гнучка та жорстка.

Що саме може диференціювати вчитель? Як мінімум, чотири елементи навчального процесу, що враховують готовність учнів, їх інтереси та вимоги до навчання: зміст (те, що учень повинен вивчити, доступ до інформації), процес (дії, в яких учень бере участь, щоб засвоїти матеріал), результати (проекти, роботи, в яких учень повинен показати те, що вивчив в темі), навчальне середовище (умови для плідної роботи усіх учнів) [2].

Якщо говорити про методи диференціації навчання, то таким може стати будь-який з методів навчання. Але експертна думка зводиться до того, що усі методи диференціації на уроках можна розділити на шість основних категорій [7].

1. Завдання. Диференціація за завданнями є одним з найпоширеніших методів. З метою реалізації даного методу вчитель може створювати різні набори завдань залежно від здібностей учнів (Respectful Tasks). На уроках природничих наук це можуть бути завдання, що вимагають використання лише певної групи вмінь теоретичного або експериментального спрямування. Цей метод гарний тим, що дозволяє учням якнайкраще проявити свої здібності, враховуючи їх психологічні особливості (здатність до візуального сприйняття чи аудіосприйняття, сенсорного тощо). Як альтернативний метод використовується один перелік завдань, що поступово ускладнюються. Учні мають можливість працювати над тією групою завдань, яку вони обирають для себе самостійно.

2. Гнучка група (Flexible Grouping). Спільне навчання має багато переваг, наприклад таких, як можливість невпевнених у собі учнів брати активну участь у занятті. Невеликі групи учнів, що мають змішані здібності, дозволяють використовувати на ранніх етапах переваги підтримки однолітків. Учні з вищим рівнем готовності отримують можливість проявити себе як організатори, лідери, що здатні висловлювати свої думки в інтересах усієї групи. На заняттях природничих дисциплін цей метод виправдовує себе в процесі виконання проєктної діяльності, лабораторних робіт, розв'язування експериментальних задач, які є основою інтегративної STEM.

3. Засоби навчання (ресурси). Цей метод опирається на досягнення в галузі технологій, тому він стає більш розповсюдженим. Якщо говорити про сучасні технології навчання, то в багатьох дослідженнях, зокрема і нами, доведено, що використання комп'ютера в навчанні дозволяє врахувати не лише вікові особливості, а й індивідуально-суб'єктивні характеристики учнів, організувати зворотній зв'язок, обрати індивідуальний темп навчання та його напрям, врахувати конкретну педагогічну ситуацію.

Використання різноманітних програмних засобів (наприклад, Algodoo для самостійних експериментальних досліджень) та сучасних засобів (використання учнями можливостей iPad, iPhone, віртуальної та доповненої реальності) дозволяє диференціювати роботу учнів як на уроках, так і вдома, підходити до вивчення теми під різними кутами, використовуючи декілька матеріалів одночасно (прості та складні). Диференціація такого виду дозволяє використовувати широкий спектр матеріалів, інтегрувати сучасні технології в освітній процес для досягнення єдиного результату навчання.

4. *Темп навчання.* Проведення занять протягом однакового часу незалежно від рівня складності для різних груп учнів приводить до того, що більш успішні учні стримуються у русі, а ті, що менш здібні, не можуть витримати темп уроку. Завдання вчителя полягає у правильному плануванні уроку, коли час використовується гнучко, що дозволяє задовольнити потреби усіх учнів. Учні, що встигають, мають отримувати більш складні завдання, на які витратять більше часу, розширюючи одночасно свій світогляд та поглиблюючи знання.

5. *Діалог та підтримка.* Диференціація в діалозі дуже поширена на уроках. За допомогою цієї технології вчитель повинен допомагати учням в розв'язуванні завдань, проблем, визначивши, кому з учнів і яка допомога потрібна. Вербальна підтримка та заохочення відіграють у цьому методі важливу роль. Особливо доцільним нам бачиться запровадження діалогу в процесі пояснення нового матеріалу та під час створення проблемних ситуацій.

6. *Постійна оцінка.* Вчитель, що запроваджує диференціацію в навчанні, проводить оцінювання не в кінці вивчення теми, а на постійній основі. Ці оцінки він використовує для проведення коригування в плануванні навчального процесу з метою врахування потреб учнів та їх рівня.

Отже, диференціація полягає в тому, що вчитель розуміє, що має справу із групою різних людей та адаптує процес, щоб усі мали рівний доступ до навчання та отримання найвищого результату. Це повинен бути неперервний та гнучкий процес, який враховує не лише результат, але й визнає прогрес учня в навчанні, в своєму удосконаленні, який корегується з метою забезпечення потреб усіх учнів.

Інтеграція означає об'єднання різних предметів, тем або дисциплін в єдину систему, щоб показати зв'язок між ними та створити більш цілісне розуміння знань. Інтегроване навчання може включати спільні проекти, тематичні модулі або міждисциплінарні підходи до навчання. Цей підхід допомагає учням бачити цілісну картину, розвивати навички міжпредметного зв'язку та застосовувати знання в різних контекстах.

Проблема інтеграції – одна з найстаріших в історії розвитку науки. Ідея про єдність наукових знань знаходила відображення ще в працях мислителів минулих століть (Аристотель, Гегель, Кант, Лейбніц, Платон, Сен-Симон, Фейєрбах), а також у працях багатьох дослідників більш близьких до нас часів. Цією ідеєю користувалися В. Амбарцумян, Л. Берталанфі, М. Вавілов, Н. Вінер, А. Ейнштейн, Д. Менделєєв, І. Павлов, Т. Парсонс, І. Шмальгаузен та ін. [8].

У сучасній педагогічній та методичній науці питання інтегративного підходу в освіті розглядалися такими дослідниками, як Г.В. Бібік (міждисциплінарна інтеграція в підготовці вчителя фізики, 2014), Н.А. Бреднева (проектна діяльність в умовах міждисциплінарної інтеграції, 2009 р.), О.І. Єфремова (здійснення інтеграції, генералізації, диференціації в процесі вивчення математики та фізики, 2001), Козловська І.М. (інтегративний підхід до викладання спеціальних дисциплін, 2003), Г.І. Шатковська (інтеграція фізики та хімії, 2007), В. П. Шибаєв (моделювання та організація міждисциплінарної інтеграції, 2008 р.) тощо. Серед закордонних дослідників слід виділити концептуальні праці М. Вуд (2000), Д. Дідс, К. Ален, М. Карделла (2008), Л. Дуер (2008), Б. Елліот, Р. Канакія (2007), Дж. Касей (2010), Б. Кларк (2001), П. Шарма (2018) та інших, в яких розглядаються різні аспекти міждисциплінарної взаємодії у навчанні та впровадження ідей інтегративного підходу. Слід згадати й теорію множинних інтелектів Г. Гарднера, яка не лише стала основою розвитку диференціації, а й вплинула на процеси інтеграції навчання. Дослідження Гарднера показали, що інтеграція різних модальностей і дисциплін може задовольнити різні способи пізнання та розуміння, якими володіють учні з різними типами інтелекту. Отже, ця теорія є основою для розуміння єдності у процесах диференціації та інтеграції навчання.

Педагогічна інтеграція (за М.Г. Іванчук) – це доцільно організований зв'язок однотипних частин і елементів змісту, форм і методів навчання в рамках освітньої системи, що веде до саморозвитку особистості [9].

Інтегративний підхід є методологічним підходом зі своєю призмою бачення всього освітнього процесу. Інтегративний підхід забезпечує доцільне об'єднання і синтез компонентів змісту навчання внутрішньопредметного та міжпредметного характеру, їх узагальнення на рівні фактів, понять, теорій, ідей, формування цілісної системи узагальнених знань, способів і видів діяльності.

Інтегративний підхід представляє собою розробку методів діяльності, конструювання складних об'єктів, що розвиваються, та процес їх дослідження на підставі об'єднання в єдине ціле різноманітних властивостей, моделей, концепцій. Об'єктом конструювання та дослідження виступає навчання, що розглядається як система та процес встановлення інтеграційних зв'язків. Таким чином, інтегративний підхід включає інтеграцію як принцип конструювання системи (навчання) та як процес встановлення зв'язків між елементами системи.

Освітній процес – це цілісна система, до складу якої входять усі учасники цього процесу, зв'язок між якими є умовою ефективного її існування. Виходячи з означеного, можемо стверджувати існування та зумовленість єдності диференційованого та інтегративного підходів, яка полягає в тому, що учитель враховує потреби кожного учня, надає індивідуальну підтримку, створює умови для розвитку різних навичок і зв'язків між різними предметами. Це сприяє більш ефективному навчанню, збагачує досвід учнів і розвиває їхній критичний та творчий потенціал. Єдність двох підходів впливає також з того, що диференціація та інтеграція як дві взаємно протилежні тенденції в розвитку науки своєрідно проявляють дію закону єдності та боротьби двох протилежностей у пізнанні. Вони не тільки взаємно не виключають, а й передбачають, зумовлюють і збагачують одна одну, становлячи діалектичну єдність.

Вивчення природничих наук у закладах загальної середньої освіти наразі ґрунтується на засадах STEM. STEM-освіта є інтегративною освітою, що враховує запити кожного учня, різноманіття його здібностей, формує такі навички 21 століття: творчість, креативність, критичність, комунікативність, здатність до самоосвіти тощо [10; 11]. Навчальні заходи інтегрують кожен із компонентів STEM: наука (зокрема, фізика) пояснює поняття, технологія описує використання новітніх технологій, що дозволяє учням реалізувати діяльність, інженерія описує методи, які використовуються для здійснення проєкту, а математика визначає ті математичні вміння, які повинні застосувати учні під час навчальної діяльності. Дисципліни інтегруються для створення проєкту, який застосовує фізику, хімію, біологію до питань повсякденного життя.

Основою такої освіти є проєктна діяльність. Проєктна діяльність у навчанні природничих наук передбачає створення гнучких груп, в яких кожен учень може реалізувати свої здібності на найвищому рівні, оскільки він може обрати той вид діяльності, який для нього цікавий та зрозумілий. Сам процес роботи над проєктом передбачає диференціацію діяльності та інтеграцію знань, ідей, пропозицій учнів.

Основне завдання природничих наук – формування цілісних наукових знань, уявлень про єдину наукову картину світу. Наука поєднує у своїх основах процеси диференціації та інтеграції. Їх єдність є проявом двох закономірностей людського пізнання, визначених філософами. Ідеться про єдність і цілісність світу, а також його різноманітність, специфічність різних форм матерії. Перша тенденція пов'язана з інтеграцією знань, а друга відображає їх диференціацію [8]. Отже, цілком закономірно, що у навчанні природничих дисциплін весь процес відбувається у єдності двох підходів – диференційованого та інтегративного.

Таким чином, поєднання диференціації та інтеграції в освіті забезпечує потужну основу для індивідуалізованого навчання на високому рівні, сприяє міждисциплінарному розумінню основ наук та розвиває необхідні навички для успіху в 21 столітті.

Висновки. Єдність диференціації та інтеграції в освіті полягає в тому, що обидві теорії ставлять перед собою мету покращити процес навчання та розвитку учнів. Ці підходи можуть доповнювати один одного, створюючи більш гнучке та ефективне навчальне середовище.

Диференціація допомагає врахувати індивідуальні потреби учнів, тоді як інтеграція сприяє глибшому розумінню та застосуванню знань. Обидва підходи важливі для створення стимулюючого навчального середовища, яке сприяє успіху учнів. В основі такого середовища повинні бути підходи та технології, які найкраще розкривають потенціал учнів. Єдність диференціації та інтеграції може бути реалізована у змісті освіти, засобах навчання, урізноманітненні форм організації навчання, засобах контролю, технологіях. Ми виділяємо STEM-технології та проектну діяльність як основні напрями реалізації такого підходу у природничій освіті. Серед основних вимог, що ставляться до сьогоденного випускника, виділяють: уміння використовувати нові технології інформації та комунікації; здатність до гнучкості в умовах швидких змін; стійкість перед труднощами; вміння знаходити рішення проблем у нових умовах. STEM як інтегративна технологія дозволяє підготувати випускника до викликів майбутнього та розкрити його потенціал через диференціацію завдань проекту. Наразі теорія STEM-освіти досить швидко розвивається в Україні. Однак залишаються питання щодо підготовки вчителів, здатних реалізувати ідеї диференціації та інтеграції в умовах STEM орієнтованого середовища освіти, що може стати предметом майбутніх досліджень.

Література:

1. Дидактичні засади диференціації навчання в основній школі : монографія / В.І. Кизенко, Г.О. Васівська, С.П. Бондар Київ : Педагогічна думка, 2012. 216 с.
2. Сікорський П.І. Теорія і методика диференційованого навчання. Львів : Сполом, 2000. 421 с.
3. Савченко О.Я. Диференціація навчання на всіх етапах уроку. *Сучасний урок у початкових класах*. Київ, 1997. С. 39–57.
4. National curriculum in England: science programmes of study. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>.
5. Tomlinson C.A. Differentiation of Instruction in the Elementary Grades. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education. August, 2000. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443572.pdf>.
6. Gardner H. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Basic Books. 2011. 528 p.
7. Сальник І.В. Диференціація навчання фізики – шлях до успіху кожного учня. *Диференціація у шкільній освіті: історичний досвід і сучасні технології* : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Київ, 16 травня, 2018 р. Київ : Інститут педагогіки, 2018. С. 191–196.
8. Ляшенко О.І. Інтеграція і диференціація – два вектори сучасного освітнього процесу. *Компетентно орієнтоване навчання: виклики та перспективи* : збірник матеріалів II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Київ, 5 березня, 2020 р., Київ : Інститут педагогіки, 2020. С. 88–90.
9. Іванчук М.Г. Психолого-педагогічні основи виховання особистості молодшого школяра в умовах інтегрованого підходу до навчання : дис. ... докт. психол. наук : 19.00.07. Київ, 2005. 473 с.
10. Використання платформи ARDUINO у підготовці вчителів фізики до STEM орієнтованого навчання / І.В. Сальник, Д.В. Соменко, Е.П. Сірик. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. Том 95. № 3. С. 124–142. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5155>.
11. Використання інтерактивних технологій у STEAM-освіті: переваги та виклики / Н.А. Шакун, О.В. Зівенко, І.В. Сальник. *Вісник науки та освіти*. 2023. № 6 (12). С. 646–656. URL: [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6\(12\)-646-656](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2023-6(12)-646-656).
12. Іванченко Є.А. Сутність і структура поняття «інтеграція». *Педагогічні науки*. 2009. № 1 (52). С. 288–296.
13. Козловська І.М. Теоретичні та методичні основи інтеграції знань учнів професійно-технічної школи : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.04. Київ, 2001. 464 с.
14. Туриця О. Інтеграція та диференціація знань студентів у процесі вивчення хімічних і технологічних дисциплін. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*. 2012. Вип. 28. С. 65–73.

References:

1. Kyzenko V. I., Vaskivska H. O., Bondar S. P. et al. (2012). *Dydaktychni zasady dyferentsiatsii navchannia v osnovnii shkoli* [Didactic principles of differentiation of learning in primary school]: monohrafiia. K.: Pedahohichna dumka.. 216 p. [in Ukrainian]

2. Sikorskyi P.I. (2000) Teoriia i metodyka dyferentsiiovanoho navchannia [Theory and method of differentiated education]. L.: Spolom. 421 p. [in Ukrainian]
3. Savchenko O.Ya. (1997) Dyferentsiatsiia navchannia na vsikh etapakh uroku [Differentiation of learning at all stages of the lesson]. *Suchasnyi urok u pochatkovykh klasakh*. K. P. 39–57. [in Ukrainian]
4. National curriculum in England: science programmes of study. URL: <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-science-programmes-of-study>
5. Tomlinson C.A. (2000) Differentiation of Instruction in the Elementary Grades. ERIC Digest. ERIC Clearinghouse on Elementary and Early Childhood Education. August. URL: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443572.pdf>
6. Gardner H. (2011) Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences. Basic Books. 528 p.
7. Salnyk I.V. (2018) Dyferentsiatsiia navchannia fizyky – shliakh do uspihu kozhnoho uchnia [Differentiation of physics education is the way to success for every student]. *Dyferentsiatsiia u shkilnii osviti: istorychnyi dosvid i suchasni tekhnolohii*. Materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (16 travnia, 2018 r., m. Kyiv). K.: Instytut pedahohiky. P. 191-196. [in Ukrainian]
8. Liashenko O.I. (2020) Intehratsiia i dyferentsiatsiia – dva vektory suchasnoho osvitnoho protsesu [Integration and differentiation are two vectors of the modern educational process]. *Kompetentnisno oriientovane navchannia: vyklyky ta perspektyvy: zbirnyk materialiv II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii* (5 bereznia, 2020 r., m. Kyiv). K.: Instytut pedahohiky. P. 88-90 [in Ukrainian]
9. Ivanchuk M.H. (2005) Psykholoho-pedahohichni osnovy vykhovannia osobystosti molodshoho shkoliara v umovakh intehrovanoho pidkходу do navchannia [Psychological and pedagogical foundations of personality education of a junior high school student in the conditions of an integrated approach to education] (dys. ... doktora psykhol. nauk). Kyiv. [in Ukrainian]
10. Salnyk I.V., Somenko D.V., Siryk E.P. (2023) Vykorystannia platformy ARDUINO u pidhotovtsi vchyteliv fizyky do STEM oriientovanoho navchannia [Using the ARDUINO platform in the preparation of physics teachers for STEM-oriented teaching]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*, T 95. № 3. P. 124–142. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v95i3.5155> [in Ukrainian]
11. Shakun N.A., Zivenko O.V., Salnyk I.V. (2023) Vykorystannia interaktyvnykh tekhnolohii u STEAM-osviti: perevahy ta vyklyky [Using interactive technologies in STEAM education: advantages and challenges]. *Visnyk nauky ta osvity*, № 6(12). P. 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) [in Ukrainian]
12. Ivanchenko Ye.A. (2009) Sutnist i struktura poniattia “intehratsiia” [The essence and structure of the concept of "integration"]. *Pedahohichni nauky*, № 1(52), P. 288-296. [in Ukrainian]
13. Kozlovska I.M. (2001) Teoretychni ta metodychni osnovy intehratsii znan uchniv profesiino-tekhnichnoi shkoly [Theoretical and methodical bases of knowledge integration of vocational school students]. (dys. ... doktora ped. nauk). Kyiv. [in Ukrainian]
14. Turytsia O. (2012) Intehratsiia ta dyferentsiatsiia znan studentiv u protsesi vyvchennia khimichnykh i tekhnolohichnykh dystsyplin [Integration and differentiation of students' knowledge in the process of studying chemical and technological disciplines]. *Visnyk Lviv. un-tu. Seriia pedahohichna*. Vyp. 28. P. 65–73. [in Ukrainian]

Наукове видання

НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Серія:

Проблеми природничо-математичної,
технологічної та професійної освіти

Випуск 1

Коректор *І. М. Чудеснова*

Комп'ютерне верстання *Н. С. Кузнєцова*

Підписано до друку 28.06.2023 р.

Формат 60×84/8. Гарнітура Times New Roman.

Папір офсет. Цифровий друк. Ум. друк. арк. 6,51. Зам. № 0823/519

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.