SWorld
Germany

Barbashova I., Levchenko N., Blyzniuk M.M., Bitkivska H.W., Markuliak L.V. et al.

ENTWICKLUNG DES WISSENSCHAFTLICHEN DENKENS

ERZIEHUNGSWISSENSCHAFT UND PÄDAGOGIK; PHILOLOGIE, SPRACHWISSENSCHAFT UND LITERATURWISSENSCHAFT

SCIENTIFIC THOUGHT DEVELOPMENT

EDUCATION AND PEDAGOGY; PHILOLOGY, LINGUISTICS AND LITERARY STUDIES

Monographic series «European Science»
Book 51. Part 5.

In internationalen wissenschaftlich-geometrischen Datenbanken enthalten
Included in International scientometric databases

MONOGRAPHIE

MONOGRAPH

ScientificWorld-NetAkhatAV
Karlsruhe 2026

Authors:
Barbashova I. (1), Ignatyshyn V.V. (2), Snitovska O.I. (3), Levchenko N. (4), Blyzniuk M.M. (5), Havryliuk R.B. (5), Mykhaylenko V.P. (5), Shestopalova I. (6), Dorosh V. (7), Shostak U.V. (8), Diuh D. (9), Maistrenko O. (10), Markuliak L.V. (11), Antofiichuk A.M. (12), Bitkivska H.W. (13), Bebykh V.V. (14), Artemenko A.I. (15)

Reviewers:
Lebid Olha, Doctor of Science in Pedagogy, Professor, Alfred Nodel University (1)
Shumilova Iryna, Doctor of Science in Pedagogy, Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (1)

Entwicklung des wissenschaftlichen Denkens: Erziehungswissenschaft und Pädagogik; Philologie, Sprachwissenschaft und Literaturwissenschaft. Monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 51. Teil 5. 2026.

Scientific thought development: Education and Pedagogy; Philology, Linguistics and Literary Studies. Monographic series «European Science». Book 51. Part 5. 2026.

ISBN 978-3-98924-168-8
DOI: 10.30890/2709-2313.2026-51-05

Published by:
ScientificWorld-NetAkhatAV
Lußstr. 13
76227 Karlsruhe, Germany
e-mail: *editor@promonograph.org*
site: https://desymp.promonograph.org

Copyright © Authors, 2026
Copyright © Drawing up & Design. ScientificWorld-NetAkhatAV, 2026

ÜBER DIE AUTOREN / ABOUT THE AUTHORS

1. *Barbashova Iryna*, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Bohdan Khmelnytsky Melitopol State Pedagogical University, ORCID 0000-0002-7410-4115 - *Chapter 1*
2. *Ignatyshyn Vasyl Vasylovich,* Candidate of Physical and Mathematical Sciences, S.I. Subbotin Institute of Geophysics of the NAS of Ukraine, Department of Seismicity of Carpathian region; Ferenc Rakoczi II Transcarpathian Hungarian University, ORCID 0000-0003-0727-2132 - *Chapter 2*
3. *Snitovska Olha Iosypivna,* Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Lviv National Medical University named after Danylo Halytsky, ORCID 0000-0003-2256-0845 - *Chapter 3*
4. *Levchenko Nataliia,* Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Uman National University, ORCID 0000-0002-5479-1907 - *Chapter 4*
5. *Blyzniuk Mykola Mykolayovych,* Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, V.G. Korolenko Poltava National Pedagogical University, ORCID 0000-0002-8339-4118 - *Chapter 5 (co-authored)*
6. *Havryliuk Ruslan Borysovych*, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, ORCID 0000-0002-6465-9440 - *Chapter 5 (co-authored)*
7. *Mykhaylenko Valeriy Petrovych,* Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Private higher educational institution "Kyiv Medical University", ORCID 0000-0003-2961-8114 - *Chapter 5 (co-authored)*
8. *Shestopalova Iryna,* Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Kyiv Aviation Institute, ORCID 0000-0002-0438-6743 - *Chapter 6*
9. *Dorosh Vitalii,* Senior Lecturer, West Ukrainian National University, ORCID 0000-0002-0199-0478 - *Chapter 7*
10. *Shostak Uliana Victorivna,* Candidate of Psychological Sciences, Associate Professor, Vinnytsia Institute of Trade and Economics of State University of Trade and Economics, ORCID 0000-0002-3258-2098 - *Chapter 8*
11. *Diuh Dmytro,* Senior Lecturer, West Ukrainian National University - ORCID 0009-0000-4249-6057 - *Chapter 9*
12. *Maistrenko Olga,* Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, ORCID 0000-0002-8007-3191 - *Chapter 10*
13. *Markuliak Larysa Vasylivna,* Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, ORCID 0000-0003-3329-6509 - *Chapter 11*
14. *Antofiichuk Alla Mykolaivna,* Candidate of Philological Sciences, Associate Professor, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, ORCID 0000-0001-5570-6260 - *Chapter 12*

15. *Bitkivska Halyna Wolodymyrivna,* Doctor of Philological Sciences, Professor, Borys Grinchenko Kyiv Metropolitan University, ORCID 0000-0002-3131-2686 - *Chapter 13*

16. *Bebykh Valentyna Volodymyrivna*, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Bukovyna State Medical University, ORCID 0000-0003-4378-0978 - *Chapter 14*

17. *Artemenko Antonina Ivanivna,* Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Kyiv National Economic University named after V. Hetman, ORCID 0000-0003-2426-875X - *Chapter 15*

Inhalt / Content

CHAPTER 1
ROBOTICS AS A RELEVANT AREA OF DEVELOPNTNT IN ELEMENTARE EDUCATION
Introduction 9
1.1. European Framework for Digital Competence of Citizens and Educators 9
1.2. The concept of robotics: essence, history of development, areas of application 17
1.3. Educational robotics as a direction of STEM education in primary school. Advantages and challenges of educational robotics 22
1.4. Ergonomics of STEM laboratories in primary school. Techniques for safe work with robots 30
Conclusions 34

CHAPTER 2
USING THE RESULTS OF GEOPHYSICAL FIELDS IN THE STUDY OF GEOGRAPHICAL PROCESSES IN TEACHING NATURAL SCIENCES
Introduction 36
2.1. Methodological aspects of studying geography within the system of natural sciences 37
2.2. Results of the study of physical field parameter variations in the Carpathian region 39
2.3. Investigation of the Earth's magnetic field based on geophysical observation data from the Transcarpathian Inner Trough for 2023 40
Conclusions 53

CHAPTER 3
ETHICAL PREPARATION OF MEDICAL STUDENTS FOR THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PROFESSIONAL PRACTICE
Introduction 55
3.1. Digital Transformation of Medical Education and the Problem of the Ethical Use of Artificial Intelligence 56
3.2. Ethical Principles for the Use of Artificial Intelligence in Medicine and Medical Education 59
3.3. Academic Integrity as a Component of the Ethical Preparation of Medical Students 62
3.4. Ethical Risks of Using Artificial Intelligence in Future Medical Practice 65
3.5. Pedagogical Conditions for Developing Medical Students' Ethical Readiness for the Use of Artificial Intelligence 67
Conclusions 70

KAPITEL 1 / *CHAPTER 1* [1]
ROBOTICS AS A RELEVANT AREA OF DEVELOPNTNT IN ELEMENTARE EDUCATION

DOI: 10.30890/2709-2313.2026-51-05-040

Вступ

Сучасному етапу розвитку суспільства властивий трансформаційний перехід до парадигми «Освіта 4.0» [1], що відповідає вимогам Четвертої промислової революції. Нова освітня парадигма наголошує на інтеграції передових технологій, таких як штучний інтелект і цифрові інструменти, для створення персоналізованого та інтерактивного навчального середовища. Перехід від традиційних методів навчання до динамічних і адаптивних практик є необхідним для підготовки учнів до стрімко змінного світу.

За таких умов перед системою освіти постає важливе питання підготовки громадян до життя та діяльності в цифровому світі, ступінь глобалізації та комп'ютеризації якого постійно зростає. Педагоги мають мобільно розв'язувати низку проблем: організовувати взаємодію в інтернеті, інформувати дітей про можливості створення власних ресурсів та способи розширення таких можливостей, дбати про власну й учнівську конфіденційність, забезпечувати захист особистих даних в онлайн-середовищі, боротися з інтернет-ризиками (наприклад, залякуваннями в інтернеті) тощо. Усі ці проблеми зумовлюють необхідність формування *цифрової компетентності людини* – упевненого, критичного, відповідального використання цифрових технологій і взаємодії з ними для навчання, роботи та участі в суспільному житті.

1.1 Європейська рамка цифрової компетентності громадян і освітян

Цифрову компетентність визнано в Європейському Союзі однією з ключових компетентностей для навчання впродовж життя. У 2013 році було

[1] ***Authors:*** *Barbashova Iryna*
Author's sheets: *1,27*

розроблено першу Європейську рамку цифрової компетентності громадян, відому під скороченою назвою DigComp (Digital Competence) – концептуальну еталонну модель, спільний підхід до визначення та опису основних сфер цифрової компетентності громадян. У 2016, 2017 та 2022 роках рамку DigComp було оновлено. Наразі запроваджено п'яту версію *рамки DigComp 3.0* (листопад 2025 року) [2], у якій уточнено й оновлено перелік цифрових компетентностей, концептуально зміщено акцент з інструментального опанування технологій на людиноцентричне, етично виважене та відповідальне їх використання, передбачено інтеграцію штучного інтелекту в усі компетентності рамки.

Рамкову систему цифрової компетентності побудовано в чотирьох вимірах: 1) сфери цифрової компетентності; 2) компоненти кожної сфери цифрової компетентності; 3) дескриптори – опис знань, умінь, навичок і ставлень, застосованих до кожного компонента цифрової компетентності; 4) рівні володіння (вправності), набуті за кожним компонентом цифрової компетентності. Рамкова система цифрової компетентності охоплює 5 основних сфер компетентності: 1) пошук, оцінка й управління інформацією; 2) комунікація та співпраця; 3) створення контенту; 4) безпека, добробут і відповідальне використання; 5) визначення та розв'язання проблем. У ці сфери згруповано 21 компетентність із дескрипторами, що описують кожну з них (таблиця 1).

Таблиця 1 – Концептуальна еталонна модель цифрової компетентності

Сфери цифрової компетентності	**Компоненти сфер цифрової компетентності**	**Дескриптори (знання, уміння, навички, ставлення) відповідно до компонентів цифрової компетентності**
Вимір 1	**Вимір 2**	**Вимір 3**
1 Пошук, оцінка й управління інформацією	1.1 Перегляд, пошук і фільтрація інформації	Формулювати інформаційні потреби, знати, як і де шукати інформацію та контент у цифровому середовищі, а також отримувати доступ до них та орієнтуватися між ними. Вибирати відповідні цифрові інструменти для створення, впровадження та оновлення пошукових запитів у цифровому середовищі та вміти розрізняти релевантну та нерелевантну інформацію та контент

Продовження таблиці 1

	1.2 Оцінювання інформації	Оцінювати та порівнювати достовірність і надійність джерел інформації та контенту в цифрових середовищах. Інтерпретувати та критично оцінювати інформацію та контент у цифрових середовищах, а також процеси, використані для їх створення
	1.3 Управління інформацією	Організовувати, зберігати та отримувати інформацію та дані в цифрових середовищах. Збирати, обробляти та аналізувати інформацію та дані в структурованих цифрових середовищах
2 Комунікація та співпраця	2.1 Взаємодія за допомогою цифрових технологій	Взаємодіяти за допомогою різноманітних цифрових технологій та використовувати відповідні цифрові засоби комунікації для певного контексту
	2.2 Обмін за допомогою цифрових технологій	Етично та відповідально ділитися інформацією та контентом з іншими за допомогою відповідних цифрових технологій
	2.3 Реалізація громадянської позиції за допомогою цифрових технологій	Брати участь у житті суспільства шляхом етичного та відповідального використання цифрових платформ і послуг. Шукати можливості для самореалізації та участі за допомогою відповідних цифрових технологій. Бути обізнаним зі своїми правами та відстоювати їх, а також здійснювати вибір у цифровому середовищі
	2.4 Співпраця за допомогою цифрових технологій	Етично та відповідально використовувати цифрові технології для спільної роботи, а також для спільного конструювання та створення інформації, ресурсів і знань
	2.5 Цифрова поведінка	Бути обізнаним з нормами поведінки та знати, як поводитися з повагою під час використання цифрових технологій і взаємодії в цифровому середовищі. Адаптувати комунікацію до конкретних контекстів, а також усвідомлювати та поважати культурне, поколінне та інше різноманіття в цифровому середовищі
	2.6 Управління цифровою ідентичністю	Керувати однією або кількома цифровими ідентифікаторами. Вживати заходів щодо захисту своєї цифрової репутації (як людину сприймають на основі її присутності в Інтернеті) та керувати своїм цифровим слідом (даними, створеними в результаті використання цифрових платформ і послуг)
3 Створення контенту	3.1 Розроблення цифрового контенту	Етично та відповідально використовувати цифрові технології для створення та редагування різноманітного контенту. Виражати себе за допомогою цифрових засобів

Продовження таблиці 1

	3.2 Інтеграція та перероблення цифрового контенту	Змінювати, удосконалювати та інтегрувати нову інформацію та контент в наявні знання та ресурси для створення нового й оригінального контенту та знань
	3.3 Авторське право та ліцензії	Розуміти, як авторське право та ліцензії, а також пов'язані з ними правові та етичні питання, можна застосовувати до цифрового контенту та як їх правильно використовувати
	3.4 Обчислювальне мислення та програмування	Розуміти та впроваджувати кроки для аналізу проблеми, розпізнавання підпроблем, а також планувати й розробляти послідовність інструкцій для обчислювальної системи щодо вирішення заданої проблеми або виконання конкретного завдання
4 Безпека, добробут і відповідальне використання	4.1 Захист пристроїв	Захищати пристрої та цифровий контент, розуміти ризики та загрози в цифрових середовищах. Знати про заходи безпеки та захисту й належним чином ураховувати питання надійності та приватності
	4.2 Захист пристроїв	Застосовувати заходи безпеки та кібербезпеки з метою захисту цифрових пристроїв і контенту. Усвідомлювати мінливий характер ризиків і загроз у цифровому середовищі та належним чином приділяти увагу безпеці цифрових пристроїв і їхнього контенту
	4.3 Підтримка добробуту	Використовувати цифрові технології таким чином, щоб сприяти добробуту та інклюзивності. Мінімізувати ризики та загрози фізичному, психічному та соціальному добробуту себе та інших під час користування цифровими технологіями. Збалансувати використання цифрових технологій з офлайн-діяльністю для підтримки добробуту. Вживати заходів для захисту себе та інших від можливих небезпек у цифровому середовищі (наприклад, кібербулінг, шкідливий контент) і знати, як реагувати на такі небезпеки
	4.4 Вплив цифрових технологій на довкілля	Бути обізнаним щодо впливу цифрових технологій на довкілля, зокрема на етапах виробництва, експлуатації, ремонту, перероблення, утилізації пристроїв, а також у контексті інфраструктури зберігання даних, енергоспоживання та використання інструментів і додатків. Вживати заходів для зменшення такого впливу та використовувати цифрові технології для сприяння сталому розвитку
5 Визначення та розв'язання проблеми	5.1 Виявлення та розв'язання технічних проблем	Виявляти технічні проблеми під час роботи з цифровими пристроями та в цифровому середовищі, а також розв'язувати їх різними способами

Кінець таблиці 1

	5.2 Визначення потреб і технологічних рішень	Оцінювати власні потреби та потреби інших, а також аналізувати, обирати, використовувати та адаптувати цифрові технології для задоволення цих потреб. Налаштовувати та персоналізувати цифрові середовища відповідно до умов, цілей та потреб (наприклад, доступності) себе та інших
	5.3 Пошук креативних рішень із використанням цифрових технологій	Використовувати цифрові технології для вдосконалення наявних процесів та продуктів або для розробки нових рішень для них на засадах людиноцентричного підходу. Залучати індивідуально та колективно до критичного мислення, а також до творчого та цілеспрямованого використання цифрових технологій для розуміння та розв'язання концептуальних проблем і проблемних ситуацій
	5.4 Визначення та задоволення потреб у цифрових компетентностях	Визначити, у яких сферах власних цифрових компетентностей необхідно вдосконалити або оновити знання. Вирішувати потреби в цифровій компетентності в рамках ширшого процесу навчання протягом усього життя, розбудови потенціалу та автономії. Підтримувати інших у розвитку їхньої цифрової компетентності. Бути в курсі розвитку цифрових технологій та їхнього впливу на особисте, професійне та суспільне життя

Джерело: сформовано автором на основі [2, с. 17]

Рамковою системою передбачено можливість вимірювати 4 рівні опанування кожного компонента цифрової компетентності (базовий, середній, просунутий, високопросунутий) по два різновиди в кожному (це в сумі складає 8 рівнів і 168 дескрипторів), визначених у формі результатів навчання з використанням дієслів дії за таксономією Бенджаміна Блума (таблиця 2).

Таблиця 2 – Характеристика рівнів опанування цифрової компетентності

Рівні цифрової компетентності		**Складність завдань**	**Автономність особи**	**Провідна когнітивна операція**
Базовий (А)	Рівень А1	Прості завдання	За допомогою керівника	Запам'ятовування
	Рівень А2	Прості завдання	Самостійно, за допомогою керівника в разі потреби	Запам'ятовування

Кінець таблиці 2

Середній (B)	Рівень B1	Чітко визначені, шаблонні завдання, прості проблеми	Самостійно	Розуміння
	Рівень B2	Завдання та чітко визначені й нешаблонні проблеми	Самостійно та відповідно до власних потреб	Розуміння
Просунутий (C)	Рівень C1	Завдання та проблеми різного ступеня складності	Допомога іншим користувачам	Застосування
	Рівень C2	Завдання з отримання найбільш відповідних даних, інформації та контенту в цифрових середовищах	Відповідно до власних потреб і потреб інших, у складних контекстах	Оцінювання
Високопросунутий (D)	Рівень D1	Розв'язання складних проблем з обмеженим колом можливих рішень	Інтеграція знань для внеску в професійну практику та допомоги іншим	Творчість
	Рівень D2	Розв'язання складних проблем з багатьма взаємозалежними факторами	Пропонування нових ідей і процесів для сфери	Творчість

Джерело: сформовано автором на основі [2, с. 21]

Реальний рівень володіння певними цифровими компетентностями визначають шляхом тестування громадян за відповідними змістовними навчальними модулями. Громадяни можуть використовувати тести для самооцінювання рівня володіння цифровими компетентностями з метою добору навчальних модулів, потрібних для підвищення рівня власної кваліфікації. Підтвердженням кваліфікаційного рівня є сертифікація особи за вибраним набором цифрових компетентностей і рівнями володіння ними.

Отже, Європейська рамка цифрової компетентності громадян надає цілісне

уявлення про те, що необхідно в контексті компетентностей для подолання викликів, які виникають унаслідок цифровізації майже всіх аспектів сучасного життя. Провідними напрямами застосування рамкової системи цифрової компетентності визнані такі: формування та підтримка політики; планування навчання у сфері освіти, підготовки кадрів і зайнятості; оцінка й атестація.

На основі Європейської рамки цифрової компетентності створено та впроваджено національні рамки в багатьох країнах світу, зокрема в Україні [3]. Рамкову систему цифрової компетентності адаптовано для специфічних професійних груп: для держслужбовців, освітян, підприємців, IT-фахівців, працівників охорони здоров'я тощо.

Так, європейська рамка цифрової компетентності освітян (DigCompEdu, 2017 [4]) визначає 6 різних сфер, що охоплюють 22 компетенції, які вчителі мають опанувати, щоб просувати ефективні, інклюзивні та інноваційні стратегії навчання за допомогою цифрових інструментів (рис. 1).



Рисунок 1 – Сфери цифрової компетентності вчителя

Джерело: [4, с. 15]

До цих сфер належать: 1) професійна залученість – використання цифрових технологій для комунікації, професійного розвитку та рефлексії педагогічної діяльності; 2) цифрові ресурси – пошук, створення й розповсюдження цифрових

матеріалів; 3) викладання та навчання – знання того, як проєктувати, планувати та впроваджувати цифрові технології та інструменти на певних етапах освітнього процесу; 4) оцінювання – застосування цифрових інструментів і стратегій для оцінювання та вдосконалення процесів викладання та навчання; 5) розширення можливостей учнів шляхом застосування цифрових технологій у забезпеченні інклюзії, персоналізації навчання, активному залученні учнів до навчання; 6) сприяння опануванню учнями цифрових компетентностей – навчання безпечного, критичного та творчого використання цифрових технологій. Усі цифрові компетентності освітян можуть бути сформовані за такими рівнями: A1 (новачок), A2 (дослідник), B1 (інтегратор), B2 (експерт), C1 (лідер), C2 (піонер) (рис. 2).



Рисунок 2 – Рівні опанування вчителем цифрових компетентностей

Джерело: [4, с. 16]

Щоб педагоги могли визначити свої сильні сторони та освітні потреби, розроблено онлайн-інструмент цифрового самооцінювання, відкритий для

тестування всіх вчителів у світі (URL: https://selfie-in-education.ec.europa.eu/educators/dce/dashboard).

1.2 Поняття про робототехніку: сутність, історія розвитку, сфери застосування

У науковому дискурсі робототехніку (від *робот* і *техніка*; англ. – *robotics*) трактують як прикладну науку, що досліджує проєктування, розроблення, конструювання, експлуатацію та використання роботів, а також комп'ютерних систем для керування ними. Робототехніка орієнтована на створення робототехнічних систем, призначених для автоматизації складних технологічних процесів і операцій, заміни людини при виконанні важких, монотонних і небезпечних робіт (при високій температурі, радіації, вібрації, шумі, дії хімічних токсичних речовин тощо), а також для підвищення продуктивності праці та якості продукції.

Ідея створення автоматичних машин виникла ще в *стародавню епоху* та пов'язана з прагненням людей полегшити фізичну працю та вразити публіку технічними пристроями [5, с. 7–18]. Відомим винахідником таких механізмів був *Герон Александрійський* (I ст. н. е.), який створював пристрої, що працювали на парі, воді або вазі, зокрема автоматичні двері, фонтан і театральні механізми. Його роботи визнано першими прикладами використання інженерних знань для створення саморухомих систем. В античній Греції автоматичні пристрої використовували задля виконання простих дій. *Архімеду* належить ідея створення прототипу бойового робота під назвою «Кіготь». Установлений на кріпосній стіні, він підіймав у повітря римські кораблі та перевертав їх догори дном.

У *Середньовіччі* арабські вчені зробили значний внесок у розвиток механіки та техніки в галузі автоматичних пристроїв. *Аль-Джазарі* у своїй праці «Книга знань про хитромудрі механічні пристрої» описав десятки складних механізмів, зокрема водяні годинники з фігурами, що рухалися, били в барабани чи

вказували час. Такі фігури не лише виконували практичні функції, а й мали декоративне та розважальне значення, вражали глядачів своєю складністю.

В епоху пізнього Середньовіччя, або *Відродження* (XV–XVI ст.), видатний італійський художник і винахідник *Леонардо да Вінчі* активно займався інженерією. Його унікальним проєктом став механічний лицар – пристрій, що мав вигляд людини в броні та міг виконувати прості рухи: сідати, рухати руками, повертати голову та відкривати щелепу. Він працював завдяки системі шестерень, тросів і шківів – технічно складній конструкції для того часу. Хоча реальні зразки не збереглися, пізніші реконструкції довели, що цей проєкт був цілком здійсненним і став передвісником сучасних людиноподібних роботів.

З переходом суспільства до епохи *Нового часу* та *Просвітництва* (XVII–XVIII ст.) у Європі стрімкого розвитку набули годинникові механізми, що вимагали високої точності та майстерності. Технічний прогрес дозволив майстрам створювати *автоматони* – складні механічні пристрої, що могли імітувати рухи людини чи тварин. Деякі з них писали, малювали, грали на музичних інструментах або виконували ритуальні дії. Автоматони використовували здебільшого як розваги для аристократії, а також з метою демонстрації наукових досягнень. Ці винаходи були важливим кроком до створення роботизованих систем, оскільки поєднували *інженерію*, *мистецтво* та *ідею штучного руху*.

На початку епохи *Новітнього часу*, а саме в 1920 році, чеський письменник *Карел Чапек* ввів у літературу нове слово «*робот*», яке вперше застосував у своїй науково-фантастичній п'єсі «R.U.R.» – Rossum's Universal Robots (термін «робот» запропонував брат письменника, художник Йозеф Чапек, від чеського слова robota, що означає «примусова праця», «панщина»). У п'єсі «роботи» були штучно створеними істотами, призначеними для виконання важкої праці замість людей. Згодом ці істоти повстали проти своїх творців, що стало однією з перших літературних алегорій про небезпеку безконтрольного технічного прогресу. Саме з цієї п'єси поняття «робот» поширилося світом і стало активною одиницею наукової та технічної лексики.

У 1940-х роках американський учений-математик *Норберт Вінер* на основі спостережень за тим, як живі організми реагують на зовнішні сигнали, розробив нову наукову дисципліну – кібернетику, що вивчає процеси управління й обміну інформацією в технічних і біологічних системах. Кібернетика стала фундаментом для створення «розумних» систем, здатних до зворотного зв'язку, саморегуляції та адаптації. Ці принципи пізніше були використані у створенні роботів, які можуть не лише виконувати завдання, а й реагувати на зміни в навколишньому середовищі. Отже, завдяки Н. Вінеру наука отримала новий напрям, який об'єднав *математику*, *інженерію*, *біологію* та *інформатику*.

У 1954 році американський винахідник *Джордж Девол* запатентував перший у світі програмований промисловий робот, який отримав назву *Unimate*. Цей пристрій був здатний виконувати повторювані дії з високою точністю, що робило його ідеальним для *автоматизації виробництва*. Пізніше Девол разом з інженером *Джозефом Енгельбергером* заснували компанію із серійного виробництва роботів, що стало проривом у промисловій автоматизації внаслідок суттєвого зменшення витрат на ручну працю та сприяло підвищенню продуктивності. Цей винахід поклав початок *застосуванню робототехніки в промисловості*. Зокрема, у 1961 році компанія General Motors стала першою у світі, яка впровадила робота Unimate на *виробничому конвеєрі*. Робот виконував завдання з переміщення важких металевих деталей і зварювання, що значно зменшило ризик для здоров'я працівників. Його використання дозволило підвищити ефективність виробництва та забезпечити точність повторюваних операцій. Цей крок ознаменував початок ери автоматизації в *автомобільній промисловості*.

Із 1970-х років у промисловість почали впроваджувати перші мобільні автономні роботи, здатні пересуватися самостійно в просторі *без постійного керування людиною*. Ці роботи використовували датчики та комп'ютерні алгоритми для орієнтації в навколишньому середовищі. Вони могли уникати перешкод, планувати маршрути та виконувати прості завдання, що робило їх більш гнучкими, ніж стаціонарні роботи. Цей досвід уможливив створення

роботів для досліджень, логістики та інших сфер, у яких потрібна мобільність. Завдяки таким машинам почалася нова ера в робототехніці, орієнтована на *автономність і адаптивність*.

У 1980-х роках Японія стала світовим лідером у розробленні людиноподібних роботів. Компанія Honda розпочала роботу над проєктом, що згодом став відомим як ASIMO – робот, здатний ходити, бігати та виконувати різноманітні дії подібно до людини. Цей проєкт є символом технологічного прогресу Японії, демонструє високий рівень інженерної думки у сфері розвитку *сенсорних систем*, *штучного інтелекту* та *мехатроніки*, а також є прикладом створення роботів для допомоги людині в побуті та промисловості.

З появою *мікроелектроніки*, яка дозволила створювати компактні та потужні компоненти для управління роботами, розвиток робототехніки помітно прискорився. Завдяки мікропроцесорам роботи отримали можливість виконувати складні обчислення, що зробило їх автономнішими та гнучкішими. Обчислювальна техніка надала можливість розробляти програмне забезпечення, яке керує рухами, аналізує дані із сенсорів і приймає рішення, відтак – сприяє виготовленню роботів, здатних адаптуватися до різних умов і виконувати складні завдання.

У результаті робототехніка стала *міждисциплінарною наукою*, що поєднує інженерію, комп'ютерні технології, математику, біологію та штучний інтелект. Вона швидко розвивається й ефективно сприяє впровадженню інновацій в інші галузі суспільного життя.

Сферами застосування сучасної робототехніки є такі:

– промисловість (роботи для фарбування, зварювальних робіт, вирізання з металу);

– екологія (роботи для моніторингу довкілля, очищення водних ресурсів, сортування та перероблення відходів, моніторингу екосистем);

– медицина (роботизовані системи Da Vinci, CorPath GRX, що дозволяють проводити високоточні малоінвазивні операції, екзоскелети та роботизовані тренажери для допомоги пацієнтам у відновленні рухових функцій;

автоматизовані системи для швидкого аналізу зразків; роботи-кур'єри в лікарнях, дезінфекційні роботи, роботи-фармацевти);

– освіта (робототехніка в організації STEM-освіти);

– транспорт (безпілотні транспортні засоби, роботизація складської логістики);

– авіація (безпілотні роботи-літаки);

– військова сфера (наземні роботи, бойові роботи, роботи-розвідники, дрони для розмінування, роботи для дистанційного керування бомбами, летальні автоматизовані роботосистеми, «інтелектуальні» роботи, обладнані системами управління з елементами штучного інтелекту, що не потребують втручання оператора);

– атомна енергетика (роботи для монтажу й демонтажу ядерних реакторів, ліквідації наслідків аварій на АЕС, здійснення дезактивації);

– дослідження високих температур і тисків, морських глибин і підземних надр (стійкі до екстремальних умов спеціалізовані апарати, роботизовані системи та датчики);

– космічна галузь (роботи-гуманоїди, які допомагають астронавтам у виконанні технічних завдань, самохідні апарати на базі роботизованих систем, маніпулятори для збору уламків супутників на орбіті Землі);

– сфера обслуговування (роботи для допомоги людям з особливими потребами, для очищення приміщень від пилу та бруду завдяки вбудованим датчикам і навігаторам; мобільні роботи, оснащені засобами зворотного зв'язку, розпізнавання мови для допомоги людям в залах реєстрації, подорожах, ресторанах);

– повсякденне життя (роботи-прибиральники, автономні газонокосарки, роботи-шефи, які здатні з високою точністю готувати страви за рецептами, роботи-охоронці, що можуть патрулювати території, виявляти підозрілі дії та повідомляти власників про можливі загрози).

У 1987 р. засновано Міжнародну федерацію робототехніки (International Federation of Robotics) – професійну некомерційну організацію, яка опікується

питаннями просування, зміцнення та захисту індустрії робототехніки в усьому світі. За даними цієї організації, частка роботизації виробничих операцій є найбільшою в Південній Кореї, Сінгапурі, Німеччині, Японії, Китаї, Швеції та Гонконгу. Найбільшим у світі ринком робототехніки на сьогодні є Китай; велику кількість нових роботів закуповують також у Японії, США, Південній Кореї та Німеччині.

Отже, роботи стають розумнішими, автономнішими та здатними взаємодіяти з людьми, що відкриває нові можливості для покращення якості життя. Ця галузь допомагає розв'язувати складні проблеми майже в усіх сферах суспільного життя. Завдяки стрімкому розвитку робототехніки майбутнє людства стає більш технологічним, ефективним і взаємопов'язаним.

1.3 Освітня робототехніка як напрям STEM-освіти в початковій школі. Переваги та виклики освітньої робототехніки

У контексті застосування робототехніки в організації освітнього процесу її розуміють як *освітню робототехніку* (educational robotics) – міжпредметний напрям навчання, що передбачає інтеграцію знань зі STEM-предметів, а саме природничих наук (Science), технологій (Technology), інженерії, проєктування, дизайну (Engineering), математики (Mathematics), а також кібернетики, мехатроніки, інформатики. Це напрям, спрямований на впровадження в навчальний процес елементів технічної творчості шляхом об'єднання конструювання і програмування в одному курсі. Робототехніка як потужний інструмент реалізації STEM-освіти дозволяє зробити освітній процес інтерактивним, цікавим і ефективним, сприяє розвитку сучасного освітнього середовища початкової школи, закладає в молодших учнів міцні основи системного мислення. Навчання освітньої робототехніки відповідає ідеям *випереджального навчання* (навчання технологій, які будуть потрібні в майбутньому) і дозволяє залучити учнів до процесу інноваційної та науково-технічної творчості [6].

Завданнями впровадження робототехніки в освітній процес початкової школи є формування та розвиток в учнів:

– інтересу до природничих і точних наук, науково-технічної творчості, що відповідає ідеям STEM-освіти;

– навичок роботи з технічними пристроями та вмінь практичного розв'язання актуальних інженерно-технічних проблем;

– якостей особистості, яка здатна самостійно визначати цілі, проєктувати шляхи їх реалізації, контролювати й оцінювати свої досягнення;

– умінь працювати з різними джерелами інформації, оцінювати їх і формулювати на цій основі власну думку, судження, оцінку; ініціювати та створювати власні розробки;

– наукового світогляду як невіддільного складника загальної культури людини, необхідної умови повноцінного життя в сучасному суспільстві;

– стійкої мотивації до навчання;

– інтелектуальної сфери дитячої особистості, зокрема логічного, алгоритмічного та креативного мислення, пам'яті, уваги, наукової інтуїції в розв'язанні прикладних завдань;

– міжгалузевих компетентностей (інтегрованих знань на стику різних предметів, галузей, умінь та навичок їх застосовувати в реальних практичних ситуаціях);

– інформаційної культури.

Вагомою *передумовою* впровадження робототехніки в освітній процес школи першого ступеня є *оновлення Державного стандарту початкової освіти* [7], чітке визначення в ньому змісту ключових компетентностей, які спрямовують на організацію опанування молодшими учнями основ робототехніки. Передусім це математична компетентність, компетентності в галузі природничих наук, техніки та технологій, інноваційність, інформаційно-комунікаційна або інформаційно-цифрова компетентність, навчання протягом життя.

Важливим підґрунтям для засвоєння здобувачами початкової освіти основ

робототехніки є необхідність опанування й інших ключових компетентностей – вільного володіння державною мовою, здатності спілкуватися рідною та іноземними мовами, екологічної компетентності, громадянських і демократичних компетентностей, культурної компетентності, підприємливості та фінансової грамотності, – адже під час проєктування, розроблення, конструювання, експлуатації та використання роботів дітям доведеться аргументовано висловлювати свої думки, ощадливо використовувати природні ресурси, ураховувати рівність і права учасників освітньої взаємодії, брати участь у культурному житті класу та школи, усвідомлювати відповідальність за прийняті рішення тощо.

Не менш значущим фактором упровадження в освітню площину робототехніки є її інтенсивне застосування в позаурочній і позашкільній роботі – функціонують численні факультативи та гуртки, що переважно працюють за авторськими програмами; молодші учні мають можливість брати участь у конкурсах із практичної реалізації роботів будь-якого типу та будь-якого призначення, LEGO-заходах і конкурсах із технічного моделювання, STEM-фестивалях і турнірах, у національних та міжнародних олімпіадах і змаганнях з робототехніки.

Впливовим чинником упровадження роботів у практику початкової школи є також створення *спільноти освітян*, які або вже навчають, або бажають навчати молодших школярів робототехніки. На сучасному етапі основним ресурсом опанування вчителями методики навчання учнів робототехніки є відповідні курси, семінари, тренінги та майстер-класи. Однак усе більшої актуальності набуває проблема професійної підготовки майбутніх учителів у закладах вищої освіти, визначення змісту й обсягу такої підготовки. Учитель обов'язково має знати принципи роботи з робототехнічним обладнанням, уміти програмувати базові алгоритми для керування роботами, методично правильно інтегрувати робототехніку в освітній процес з урахуванням мети та завдань уроку, вікових і індивідуальних особливостей учнів, доступності для них необхідного обладнання. Відповіддю на цей виклик є розроблення курсу «Робототехніка та

цифрові компетентності в початковій освіті» у межах міжнародного проєкту «Developing Future Educators' Digital Competence Through Introducing Robotics into Curriculum» («Розвиток цифрової компетентності майбутніх освітян шляхом впровадження робототехніки в навчальну програму»), зокрема за участі викладачів кафедри початкової і спеціальної освіти Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького.

Поширеною *формою навчання робототехніки* в початковій школі науковці та вчителі визнають *уроки* або *елементи уроків* з навчальних курсів «Математика», «Я досліджую світ», «Інформатика», «Дизайн і технології» тощо. Так, під час уроків інформатики, цілком присвячених вивченню робототехніки, учні можуть максимально зосередитися на безпосередньому конструюванні, програмуванні реальних роботів і керуванні ними, на тестуванні та аналізі отриманих результатів. Елементом уроку математики може бути застосування роботів у вивченні геометричних фігур, вимірюванні довжини та відстані в завданнях на переміщення за заданим маршрутом. Прикладом фрагменту уроку «Я досліджую світ» є використання роботів у створенні автоматичних систем поливу рослин та їхнього освітлення, а елементом уроку з дизайну та технологій – створення елементарної схеми живлення для невеликого робота, підключення датчика температури та виведення показників на дисплей тощо.

Окрім уроку, у навчанні робототехніки варто використовувати різні *позаурочні форми*. Наприклад, *виробничі навчальні екскурсії*, спрямовані на організацію безпосереднього сприймання учнями особливостей функціонування автоматизованих приладів і промислових роботів; *заняття з предметних гуртків* – науково-освітніх об'єднань школярів із метою розширення та поглиблення їхніх знань із робототехніки, розвитку інтересів і здібностей щодо конструювання, програмування роботів і керування ними; *домашню навчальну роботу* – самостійне виконання учнями навчальних завдань із технічної творчості в позаурочний час; *консультації* – надання допомоги окремим учням у поглибленому вивченні робототехніки.

Найефективнішими *методами навчання* молодших учнів робототехніки є

демонстраційно-пошуковий, проєктний, ігровий методи та метод візуального програмування. *Демонстраційно-пошуковий метод* інтегрує наочну демонстрацію вчителем принципів роботи роботів із самостійним пошуком учнями рішень технічних задач: учитель на основі показу наперед підготовленого робота знайомить учнів із його зовнішнім виглядом і внутрішньою будовою, пояснює процес керування ним; діти експериментують із конструкцією робота, змінюють її, аналізують наслідки таких змін. *Проєктний метод* передбачає створення школярами реального продукту, на кшталт різних автоматизованих моделей (роботів) для розв'язання конкретних практичних завдань – будівництво мостів, млинів, «розумного дому», створення машин, роботів-прибиральників тощо. *Ігровий метод* дозволяє дитині навчатися робототехніки з цікавістю, є ефективним засобом її стимулювання до навчальної діяльності, сприяє розвитку соціального інтелекту, комунікативних навичок і навичок командної роботи, уможливлює використання роботів у сюжетних іграх як дійових осіб, які мають виконувати різноманітні завдання. *Метод візуального програмування* націлений на створення учнями програм за допомогою наочних засобів (блоків, вузлів), тобто шляхом оперування графічними об'єктами, а не написання програмного коду в текстовому вигляді. Значна частина мов візуального програмування базується на ідеї «фігур і ліній»: фігури є суб'єктами, їх з'єднують лініями, які визначають відносини між суб'єктами. Це дозволяє з'єднувати блоки в логічну послідовність, формувати структуру програми, що полегшує та прискорює вивчення дітьми принципів алгоритмізації.

Засоби навчання робототехніки – це комплекс матеріальних (технічних) та ідеальних (програмних, методичних) об'єктів, що є носіями інформації та інструментами для вивчення основ проєктування, конструювання та програмування роботів. Види засобів навчання молодших школярів досить різноманітні, їхній склад залежить від рівня розвитку науки, техніки та інформаційних технологій. Це *друковані методичні засоби*: навчальні посібники, картки-завдання, навчальні інструкції, навчальні алгоритми; *наочне приладдя*: натуральне – обладнання, прилади, інструменти, зразки тощо; образне

(зображувальне) – фотографії, плакати; знаково-символічне – знакові моделі, графіки, схеми; *технічні засоби*: інформаційні – відеоапаратура (комп'ютери, мультимедійні технології, кінопроєктори, проєкційні екрани; оверхед-проєктори (оптичні пристрої для проєктування на екран зображень, нанесених на прозору плівку); слайд-проєктори; копі-дошки, інтерактивні дошки, документ-камери, відеоконференційні системи, маркерні та текстильні дошки, проєкційні столики тощо); *контролювальні* – тренажери, прилади для діагностики процесів.

Найчастіше вчителі початкової школи використовують у навчанні робототехніки *конструктори серії LEGO.* До складу базового набору *LEGO Education WeDo* входять стандартні деталі LEGO, а також набір датчиків і приводів, що підключаються через USB. До цього конструктора додано програмне забезпечення, що містить просте та зрозуміле середовище програмування. Разом із набором розробники постачають ще комплект завдань – 12 окремих проєктів із докладним покроковим описом їх виконання. Це дозволяє учневі самостійно збирати та програмувати функціональні моделі, а потім використовувати їх для виконання практичних завдань.

Заслуговує на увагу та застосування робототехніка компанії *VEX GO*. Цей набір містить деталі, мотори та електроніку, необхідні для яскравих, насичених і пізнавальних уроків. Конструктор VEX GO має у своєму складі такі електронні компоненти: мікропроцесорний блок Brain GO, акумулятор, перемикач, три мотори, датчик кольору «око» (визначає наявність перешкод і їхній колір, реєструє інтенсивність світла довкілля), LED-бамперний перемикач (реагує на натискання та відпускання), електромагніт. Ця система конструювання дозволяє вчителю здійснювати навчання робототехніки в ігровій розважальній формі, забезпечувати розвиток співпраці та креативності, відпрацьовувати практичні навички учнів.

Середовищем, за допомогою якого дітей навчають конструювати роботів, писати для них програми, розвивають їхню креативність, є *Robo Kids* – навчальні набори (конструктори) з робототехніки, призначені для дітей віком від 5 до 16 років, спрямовані на ознайомлення з основами інженерії та програмування.

Такі набори містять пластикові елементи, балки, цеглинки для створення простих механічних моделей.

Цікавим робототехнічним інструментом є програмований *робот Edison*, розроблений для навчання робототехніки дітей віком від 4 до 16 років. До його переваг належать такі: одразу готовий до використання, можна програмувати, не містить дрібних деталей, компактний. Edison реагує на плескання, слідує лінією, уникає перешкод, може влаштовувати «битви» з іншими роботами. Особливою цінністю цього робота є його сумісність із деталями LEGO. Залежно від вікових і особистісних можливостей дітей Edison можна програмувати. Найпростішим для молодших школярів способом є безекранне програмування за допомогою штрих-кодів, що активують заздалегідь установлені програми.

Програмований *мініробот Bee-Bot* («Розумна бджілка») – освітній робот, спеціально створений для раннього навчання та розвитку дітей. Його активно використовують в освітніх програмах США з 2005 року. Робот Bee-Bot цікавий учням завдяки простому управлінню та «доброзичливому» дизайну. Він має міцну конструкцію, виготовлений із матеріалів, що не викликають алергії, та є абсолютно безпечним у використанні. Елементами управління роботом є кнопки «вперед», «назад», «поворот ліворуч» і «поворот праворуч», «запустити програму», «очистити пам'ять». За допомогою такого управління учні можуть задавати «бджілці» маршрут руху [8].

Ефективними засобами навчання робототехніки в початковій школі є й інші типи конструкторів, зокрема дерев'яні конструктори, магнітні блоки, конструктори-Bristle (іграшки з м'якими деталями-щіточками, які можна легко з'єднувати між собою під будь-яким кутом), конструктори з шестернями, різноманітні моделі для складання з елементами кріплення, що імітують реальні технічні механізми. Такі конструкційні матеріали дозволяють учням не лише візуалізувати й моделювати об'єкти довкілля, а й експериментувати з механічними та просторовими структурами.

Маємо всі підстави стверджувати, що робота з конструкторами різних видів сприяє кращому засвоєнню інформації, розвитку дрібної моторики рук, уваги,

пам'яті, критичного мислення, комунікативних навичок, підвищує мотивацію до навчання, сприяє формуванню в дітей просторових уявлень, уміння працювати в команді (групі), у парах; забезпечує багатогранний розвиток молодших учнів і є ефективним засобом інтенсифікації їхніх пізнавальних процесів.

Оскільки робототехніка набуває стрімкого розвитку та стає все більш популярною, учителю варто чітко усвідомлювати переваги впровадження цього освітнього напряму та виклики, що перед ним постають на сучасному етапі.

До переваг освітньої робототехніки в початковій школі вчені відносять такі:

– *розвиток навичок XXI століття*: робота з роботами стимулює розвиток навичок алгоритмічного мислення, критичного аналізу, творчості, розв'язання проблем, а також навичок командної роботи;

– *удосконалення дрібної моторики*: маніпулювання невеликими деталями конструкторів (осі, шестерні) покращує моторику рук, точність і координацію рухів, що особливо важливо для молодших школярів;

– *заохочення інтересу до STEM-наук*: захопливі проєкти з робототехніки, візуалізація складних абстрактних понять мотивують учнів до вивчення природничих наук, технологій, інженерії, проєктування, дизайну, математики, інформатики;

– *практико-орієнтований підхід до організації навчання*: на відміну від теоретичних уроків, робототехніка дозволяє дітям власноруч будувати та програмувати роботів, бачити реальний результат своїх зусиль;

– *профорієнтація та підготовка до майбутнього*: робототехніка готує учнів до професій майбутнього, пов'язаних з автоматизацією та цифровими технологіями, інженерією, що є інвестицією в майбутню кар'єру;

– *посилення мотивації до навчання*: інтерактивні та ігрові заняття з робототехнікою роблять навчання цікавішим і захопливішим, відтак – суттєво посилюють мотивацію до навчання.

Проте перед впровадженням робототехніки в освітній процес постають і певні виклики та бар'єри, зумовлені швидким технологічним прогресом, цифровою трансформацією та суспільними змінами. До них належать такі:

– *недостатнє технічне забезпечення та фінансування*: висока вартість сучасних робототехнічних наборів, брак відповідного обладнання та навчальних матеріалів створюють нерівні умови доступу до технологій, особливо в сільських чи менш забезпечених школах;

– *недостатня підготовка педагогічних кадрів*: необхідність швидкого опанування вчителями навичок роботи з новими технологіями, основ програмування та методики інтеграції робототехніки в освітній процес;

– *відсутність стандартів навчання робототехніки*: незначна кількість розроблених програм і адаптованих методик навчання молодших школярів робототехніки;

– *необхідність інтеграції в типові освітні програми*: внесення змін у чинні навчальні плани в контексті посилення проєктної діяльності, щоб робототехніка не була лише розвагою, а стала частиною вивчення STEM-дисциплін;

– *забезпечення цифрової трансформації та безпеки*: розширення використання ШІ та роботів потребує розроблення нових підходів до кібербезпеки та навчання цифрової грамотності;

– *брак потужної інфраструктури*: не всі школи мають необхідні приміщення та інфраструктуру для проведення занять з робототехніки.

Ці виклики вимагають системного підходу щодо їх чіткого визначення, оновлення чинних методик навчання та забезпечення закладів освіти сучасними освітніми ресурсами.

1.4 Ергономіка STEM-лабораторій у початковій школі. Техніка безпечної роботи з роботами

Важливими осередками сучасного освітнього простору, які забезпечують реалізацію STEM-освіти, а відтак і навчання здобувачів початкової робототехніки, є STEM-лабораторії.

STEM-лабораторія – це навчальний кабінет або приміщення закладу освіти, оснащене сучасними засобами навчання й обладнанням для залучення здобувачів освіти до навчально-дослідницької, дослідницько-

експериментальної, конструкторської, винахідницької та пошукової діяльності відповідно до стандартів освіти, освітніх та навчальних програм з використанням проєктних технологій в освітньому процесі [9].

Робототехніка є одним з основних напрямів діяльності STEM-лабораторій. Іншими напрямами діяльності таких лабораторій є програмування, інженерія, тривимірне моделювання, комп'ютерне моделювання, конструювання, фрезерні та лазерні технології, мехатроніка, мейкерство тощо.

Для проведення занять із робототехніки потрібен базовий набір техніки та навчальних матеріалів загального призначення, а також специфічне обладнання.

Базовий набір техніки та навчальних матеріалів загального призначення для навчання робототехніки включає:

– ноутбуки або комп'ютери;

– планшети;

– інтерактивну панель або проєктор;

– програмне забезпечення для моделювання;

– мережеве обладнання;

– мультимедійні засоби;

– матеріали для створення робочого простору (тренувальні столи та поля для навчальних занять з робототехніки, стільці, органайзери для деталей).

Специфічне обладнання для навчання робототехніки містить:

– навчальні набори з робототехніки для різних вікових груп (учнів 1–2 класів, учнів 3–4 класів), зазвичай це LEGO Education, VEX GO, Robo Kids;

– доповнення до базових навчальних наборів;

– контролери та мікропроцесори;

– датчики та сенсори;

– цифрові вимірювальні комплекси;

– навчальні верстати;

– сучасні мехатронні системи для практичного вивчення автоматизації та інженерії (технічні пристрої або модулі, структурними одиницями яких є механічні компоненти – структури, передачі, приводи; електронні компоненти –

сенсори (датчики); комп'ютерне керування – вбудоване програмне забезпечення, а саме алгоритми).

Необхідність роботи з таким сучасним обладнанням вимагає від учителя знань основ *педагогічної ергономіки* – науки, що комплексно досліджує та проєктує діяльність учителя й учнів задля створення безпечного, ефективного та комфортного освітнього середовища.

Стосовно *безпечності* робототехнічного обладнання STEM-лабораторій найпершими очевидними вимогами є висока якість, нетоксичність (нешкідливість) і екологічність матеріалів, із яких виготовлені всі прилади робототехніки, а також відповідність вимогам санітарного законодавства, правилам пожежної та електробезпеки, вимогам охорони здоров'я здобувачів освіти та охорони праці працівників закладів загальної середньої освіти. Важливою вимогою є також міцність і стійкість обладнання до пошкоджень під час активної експлуатації. Додатковою перевагою в цьому аспекті є гарантія якості від виробника навчальної продукції.

Щодо забезпечення *ефективності навчання робототехніки*, то таке обладнання має відповідати:

– Державному стандарту початкової освіти та сприяти опануванню учнями її змісту;

– Закону України «Про освіту» щодо мови освітнього процесу, якою є державна мова (це стосується і дидактичних матеріалів, і програмного забезпечення, і методичних посібників тощо);

– принципу універсальності, адже робототехнічні прилади STEM-лабораторій за потреби можна використовувати в інших приміщеннях – класних кімнатах, комп'ютерних класах, кімнатах для занять гуртків тощо;

– принципу комплексності використання, зокрема можливості застосування на уроках з опанування багатьох освітніх галузей, принаймні математичної, природничої, технологічної, інформатичної, мистецької;

– принципу узгодженості та придатності до спільного використання (в групах або всіма учнями класу).

Комфортність обладнання для навчальних занять з робототехніки забезпечує поєднання ергономічних меблів та їхнє зручне розміщення в просторі приміщення. До ергономічних меблів належать *модульні столи*, що дозволяють легко змінювати конфігурацію для індивідуальної або групової роботи, а також *мобільні шафи та стелажі* для зручного зберігання конструкторів.

Доцільним є також використання *тренувальних столів* із захисним бортиком по периметру, що запобігає падінню деталей зі столу. Під стільницею передбачені ребра жорсткості, які перешкоджають її прогину при тривалому навантаженні. Стіл укомплектований пластиковими лотками з пластиковими напрямними в кількості 12 штук на кожну сторону. *Тренувальні поля* для робототехніки – це спеціальні матові поверхні (вінілові або банерні) розміром приблизно 2×1,5 м, призначені для відпрацювання навичок програмування роботів, наприклад навичок руху за лінією, сортування об'єктів та інших STEM-завдань. Популярними типами є такі поля: «Стандарт», «Траєкторія», «Крива», «Гантеля», «Лабіринт», «Сортувальник», які підходять для занять на підлозі або на столі.

Під час проєктування, конструювання та використання роботів учні мають усвідомити чіткі *правила безпечної роботи з ними*. Загальними вимогами щодо безпеки в роботі з роботами є такі: робота лише зі справними інструментами, суворе дотримання молодшими школярами вказівок учителя, використання захисного одягу, підтримання охайності на робочому місці, заборона торкатися рухомих частин роботів під час їх роботи. Також необхідно уникати роботи з електроприладами мокрими руками та не намагатися самостійно ремонтувати обладнання.

Правила безпечної поведінки здобувачів початкової освіти з роботами конкретизовано відповідно до етапів роботи з ними та подано в таблиці 3.

Схарактеризовані правила спрямовані на те, щоб вказати на деякі найбільш поширені проблеми безпеки. Здоровий глузд, попередній інструктаж і відповідальне ставлення є запорукою та найкращими гарантіями збереження здоров'я молодших учнів і працездатності вчителя під час роботи з роботами.

Таблиця 3 – Правила безпеки з робототехнікою для учнів початкової школи

Етапи роботи з роботами	Правила безпечної роботи з роботами
Підготовка до роботи з роботами	Розпочинайте роботу лише з дозволу вчителя. Переконайтеся, що робоче місце чисте, а інструменти справні
Основна навчальна робота з роботами	*Дотримання вимог електробезпеки* Не торкайтеся дротів, роз'ємів і розеток. Не працюйте з обладнанням у вологому одязі. Збирайте роботів тільки на спеціальних робочих місцях. *Дотримання вимог механічної безпеки* Під час роботи робота не торкайтеся його рухомих частин (шестерень, маніпуляторів). Тримайте пальці подалі від рухомих частин робота. Зав'яжіть довге волосся. Надягайте засоби захисту очей, якщо є уламки від різання або стискання матеріалів. Носіть закрите взуття для захисту від робота, що з'їхав зі столу, чи інструменту, що впав. Використовуйте інструменти лише за їхнім призначенням. *Дотримання загальних правил поведінки* Не відволікайтеся на розмови та сторонні дії. Будьте зосередженими під час роботи з роботами
Завершальний етап роботи з роботами	Поверніть інструменти та додаткові деталі на місце зберігання, як тільки вони більше не потрібні. Після завершення роботи приберіть робоче місце та вимкніть живлення

Висновки

Схарактеризовано робототехніку як актуальний напрям розвитку початкової освіти, що відповідає трансформаційному переходу до парадигми «Освіта 4.0» в умовах вимог Четвертої промислової революції.

Розкрито сутність інформаційної компетентності як ключової для навчання впродовж життя, структуру Європейських рамок цифрової компетентності громадян і освітян – концептуальних еталонних моделей щодо опису основних сфер їхньої цифрової компетентності.

Визначено поняття робототехніки, історію її розвитку та сфери застосування на сучасному етапі розвитку суспільства.

Обґрунтовано доцільність застосування освітньої робототехніки в

початковій школі, означено провідні завдання, передумови, форми, методи та засоби навчання молодших учнів робототехніки, переваги та виклики, що постають перед її впровадженням в освітній процес.

Висвітлено обладнання для навчання учнів початкових класів робототехніки, сформульовано правила безпечної роботи дітей у STEM-лабораторіях закладів освіти.