

УДК378.018.8:373.5.011.3-051:62]:004.896-048.22]:[378:001.895+004.5/.9](045)

ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ РОБОТОТЕХНІКИ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС ЗАКЛАДІВ ЗАГАЛЬНОЇ СЕРЕДНЬОЇ ОСВІТИ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЙ В КОНТЕКСТІ STEM-ОСВІТИ

Талят Азізов, професор кафедри техніко-технологічних дисциплін, охорони праці та безпеки життєдіяльності Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0001-9621-9805

E-mail: taljat999@gmail.com

Вячеслав Люльченко, доцент кафедри техніко-технологічних дисциплін, охорони праці та безпеки життєдіяльності Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0002-6728-4744

E-mail: slulchenko@ukr.net

Ольга Орлова, доцент кафедри техніко-технологічних дисциплін, охорони праці та безпеки життєдіяльності Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0003-4108-950X

E-mail: oolga2475@gmail.com

Стаття присвячена аналізу ефективності інтеграції робототехніки в освітній процес закладів загальної середньої освіти на уроках технологій з метою формування технічних та інженерних навичок учнів. Зокрема розглядається можливість використання робототехніки на уроках технологій у контексті формування не тільки технічних, але й аналітичних, критичних та креативних навичок учнів із можливістю реалізації STEM-освіти. У статті обговорюються переваги робототехніки для зацікавлення STEM-діяльністю і підвищення мотивації учнів до STEM-освіти, а також реалізація потенційних викликів та стратегій їх подолання.

***Ключові слова:** вчитель технологій; STEM-освіта; освітній процес; заклад вищої освіти; Нова українська школа; робототехніка; заклад загальної середньої освіти; проектна діяльність; модельна навчальна програма.*

ON THE INTRODUCTION OF ROBOTICS IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF GENERAL SECONDARY EDUCATION INSTITUTIONS IN TECHNOLOGY LESSONS IN THE CONTEXT OF STEM EDUCATION

Taliat Azizov, professor of the Department of Technical and Technological Disciplines, Labor Protection and Life Safety Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0001-9621-9805.

E-mail: taljat999@gmail.com

Vyacheslav Lyulchenko, senior lecturer of the department of technical and technological disciplines, labor protection and life safety Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-6728-4744

E-mail: slulchenko@ukr.net

Olga Orlova, senior lecturer of the department of technical and technological disciplines, labor protection and life safety Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0003-4108-950X

E-mail: oolga2475@gmail.com

The article analyzes the effectiveness of integrating educational robotics into the educational process of general secondary education institutions in technology lessons in order to develop technical and engineering skills among students. In particular, the article considers the possibility of using robotics in technology lessons in the context of developing not only technical but also analytical, critical and creative skills of students with the possibility of implementing STEM education. The article discusses the benefits of robotics for increasing interest in STEM activities and motivation of students for STEM education, as well as potential challenges and strategies for overcoming them.

The distinction between “physicists and lyricists” is becoming purely academic and does not effectively counter the multidirectional inclinations of students, especially in light of the development of communication tools, the Internet, and the use of modern information technologies in a wide range of cinematic, theatrical, television, sports, and other fields of activity.

Following a theoretical review of scientific and methodological literature, we came to the conclusion that robotics is one of the most promising fields in the modern world, where technological advancements are drastically altering business and daily life. The introduction of robotics in general secondary education technology classes is an effective tool for project and technological activities using virtual opportunities to develop analogues of working robot models, prototyping, and modeling. This broadens their prospects for future professional growth by enabling students to gain practical skills that will be helpful in future STEAM activities in addition to improving their understanding of scientific and technological concepts.

Keywords: *technology teacher; STEM education; educational process; higher education institution; New Ukrainian School; robotics; general secondary education institution; project activity; model curriculum.*

Біотехнології, нанотехнології та інформаційні технології вважаються одними з найважливіших секторів розвитку країни, які гарантують їй безпеку та економічну могутність. Якщо для допомоги цим галузям достатньо ефективно координувати зусилля відповідних фахівців, то майбутній суспільний прогрес і розширення потенціалу мають ґрунтуватися на освітній системі, яка вмiло поєднує технічні та гуманітарні елементи при виборі потенційних парадигм розвитку.

Слід також мати на увазі, що розмежування на «фізиків і ліриків» стає суто академічним і не має реального протистояння різноспрямованим нахилам здобувачів освіти внаслідок розвитку засобів комунікації, Інтернету та використання сучасних інформаційних технологій у широкому спектрі кінематографічної, театральної, телевізійної, спортивної та інших сфер діяльності [6, с. 90].

Актуальність провадження робототехніки в сучасне суспільство тільки зростає. Роботи можуть спростити широкий спектр завдань і зменшити потребу людей у виконанні ризикованих і складних завдань у різних галузях промисловості. Все більше техніки-роботів з’являється у нашому повсякденному житті та в побуті,

як смарт-будинки, роботи-пилососи, автопілоти тощо. Актуальним є використання екзоскелетів та роботизованих рук для людей з обмеженими можливостями. Прогрес робототехніки залежить від того, який рівень освіти отримають майбутні фахівці. У цьому сенсі робототехнічна освіта для молоді стає все більш значущою та актуальною [4, с. 193].

Стрімкий розвиток науки, техніки та технологій призвів до суттєвого оновлення змісту освіти закладів загальної середньої освіти з інформатики та інформаційних технологій й розвитку робототехніки. Використання найновіших досягнень освітніх технологій, а також перевірених міжнародних підходів та розробка власних стало можливим завдяки реалізації освітньої реформи в Україні. Проектна та діяльнісна стратегії освіти – це дві нові освітні філософії, які спрямовані на розвиток практичних навичок [3, с. 69].

Останнім часом увага до робототехніки збільшується: розробляються нові освітні програми, пов'язані з робототехнікою та підготовкою учителів до навчання здобувачів закладів загальної середньої освіти робототехніки, започатковуються нові шкільні гуртки, навчальні курси у закладах позашкільної освіти, створюються науково-методичні лабораторії при навчальних закладах вищої освіти тощо. Крім того, навчання робототехніки все частіше розпочинається з початкової школи, що дає змогу здобувачам створювати нові проекти, реалізовувати власні ідеї невимушено, у формі гри [11, с. 206].

Зазначимо, що розвиток робототехніки в закладах загальної середньої освіти супроводжується й швидким розвитком технічного забезпечення комплектами наборів LEGO Mindstorms Education, наборів елементів Arduino, наборів BrainPad, інших плат і складових, які можуть бути використані для навчання здобувачів різного віку.

Залишаються невирішеними на сьогодні декілька освітніх проблем. Зокрема чітко не визначено, хто саме з учителів повинен навчати учнів робототехніки і в якому освітньому форматі має відбуватися навчання в закладах загальної середньої освіти. Можливо, дану роль доручити саме майбутньому вчителю технології, який у процесі здобуття освіти опановує комплекс педагогічних та технічних знань, що так необхідні для реалізації робототехнічної освіти. Тому потрібно теоретично перевірити гіпотезу щодо підготовки здобувачів освіти освітньо-професійної програми «Середня освіта (Технології. Інформатика)» для впровадження робототехніки в закладах загальної середньої освіти.

Фундаментальні основи оновлення освітньої системи в закладах вищої освіти на теоретичних та методичних засадах висвітлюються в працях І. Зязюна, В. Кременя, В. Майбороди. Слід врахувати аналіз наукових джерел, адже сучасна система підготовки майбутніх педагогів використовує традиційні підходи. Сучасні та майбутні виклики вимагають переосмислення та впровадження нових технологій підготовки, зокрема залучення здобувачів до STEM-освіти із врахуванням потреб майбутніх закладів загальної середньої освіти. Над впровадженням STEM-освіти у заклади загальної середньої освіти працюють О. Барна, Н. Балик, Н. Іваник, Л. Колток, Є. Кузьменко, С. Кузьменко, О. Хомутовський. Науковці О. Кривонос, О. Струтинська, М. Умрик працюють над вирішенням проблеми навчання робототехніки як одного з компонентів STEM-освіти. Над вивченням особливостей

робототехніки працюють О. Кривonos, М. Кривonos, М. Садовий, О. Трифонова. Пошук ефективних технологій вивчення робототехніки у сучасних закладах освіти здійснюють Л. Колготіна, Б. Комаровський, М. Садовий, Д. Соменко, О. Трифонова.

На основі аналізу наукових праць із проблеми впровадження робототехніки в освітній процес закладів освіти встановлено, що є проблема у забезпеченні фахівцями, які зможуть повноцінно використовувати STEM-технології в закладах загальної середньої освіти, навчати учнів робототехніки та готувати майбутніх спеціалістів у галузі ІТ.

Метою статті є обґрунтування необхідності впровадження робототехніки в освітній процес закладів загальної середньої освіти на уроках технологій як складової STEM-освіти.

Розвиток новітніх технологій та підготовка висококваліфікованих кадрів для галузей майбутнього підкреслюється в Національній економічній стратегії на період до 2030 року [2]. Одним із головних завдань цієї стратегії є забезпечення зростання промислового потенціалу та підвищення обороноздатності країни. У контексті створення нових промислових потужностей робототехніка відіграє ключову роль, особливо у підвищенні продуктивності виробництва, автоматизації процесів та зменшенні залежності від людського фактору [12].

Згідно з Концепцією цифрової трансформації освіти і науки Міністерства освіти і науки України головним завданням є забезпечення цифрової грамотності всіх учасників освітнього процесу, інтеграція сучасних цифрових технологій у викладання, а також перехід до нових підходів у підготовці фахівців для економіки майбутнього [12]. Аналіз праць експертів з інформаційно-комунікаційних технологій вказує на актуальність реалізації галузі ІТ.

Враховуючи положення концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти), (схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 05.08.2020 р. № 960-р) та плану заходів щодо реалізації Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) до 2027 року (затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України від 13.01.2021 р. № 131-р) упровадження STEM-освіти націлене на підвищення якості освіти завдяки формуванню і розвитку STEM-компетентностей у молоді на всіх складниках та рівнях освіти з мотивацією до проектної діяльності. Зростаючий попит на фахівців у галузі STEM робить навчання робототехніки ефективним засобом підготовки здобувачів освіти до майбутнього життя. Тому все більш популярним і важливим аспектом сучасної освіти є інтеграція робототехніки у стандартні програми закладів загальної середньої освіти. Реалізація освітніх програм з робототехніки в Україні передбачає надати здобувачам загальної середньої освіти практичний досвід у створенні, конструюванні та програмуванні роботів.

О. Масюк стверджує «Що сьогодні в Україні робототехніка як напрям STEM-освіти впроваджений в основному в позашкільних навчальних закладах: створено багато STEM-центрів, STEM-шкіл, STEM-гуртків, STEM-лабораторій тощо». Крім того, значна відповідальність української освітньої спільноти полягає в тому, щоб гарантувати включення STEM-напрямів в освітній процес закладів загальної середньої освіти [7].

Упровадження освітньої робототехніки у закладах освіти виступає

унікальним викликом для сучасної Української освітньої галузі. Хоча, робототехніка і сприяє набуттю необхідних інформаційному суспільству STEM-навичок, висока вартість та труднощі щодо впровадження програм з освітньої робототехніки можуть стати непереборними для переважної більшості закладів освіти [1, с. 57].

По-перше, впровадження освітньої робототехніки потребує спеціалізованого обладнання та матеріалів, які часто недоступні для більшості закладів освіти. По-друге, дефіцит педагогів в галузі робототехніки становить серйозну перешкоду для успішного впровадження програм. По-третє, вивчення робототехніки може викликати етичні питання, оскільки роботи стають все більш значущою частиною нашого повсякденного життя [9].

Саме тому важливо розробити стратегічні програми, які стануть допоміжним інструментом упровадження робототехніки в освіту. Це, в першу чергу, передбачає розгляд питання закупівлі обладнання та популяризації програм з робототехніки, перепідготовку вчителів-предметників, а також включення в навчальні плани закладів освіти освітньої робототехніки.

Не дивно, що останнім часом вивчення робототехніки у закладах загальної середньої освіти стає все більш популярним. Робототехніка – це синтез науки, технологій, інженерії та математики (STEM) з творчим мисленням, співпрацею та критичним аналізом. Вона дає здобувачу освіти можливість отримати практичний досвід, що сприяє розвитку навичок, суттєвих у сучасному технологічному світі. Крім того, вивчення робототехніки може викликати інтерес до STEM-галузей та сприяти профорієнтації в галузі ІТ, робототехніки, інженерії та інших .

Упровадження навчання робототехніки стало предметом обговорення в освітній галузі на різних рівнях. Ця освіта може бути впроваджена на різних етапах навчального процесу, від початкової школи до старших класів. Завдяки останнім технологічним досягненням робототехніка стала доступною для включення в навчальні програми на всіх рівнях освіти. Переваги введення робототехніки в програму закладів загальної середньої освіти виходять за межі технічних навичок і знаходяться в ключових навичках, необхідних у 21-му столітті. Вона сприяє розвитку командної роботи, комунікації, лідерства та наполегливості. А також дозволяє дітям здійснювати проектування та конструювання власних роботів, що є результатом розвитку творчості та винахідливості [12].

На думку дослідника О. Матвієнко «Освітня робототехніка – це широке поняття, яке належить до сукупності заходів, навчальних програм, фізичних платформ, освітніх ресурсів та педагогічної філософії» [8, с. 338]. Основна мета освітньої робототехніки – надання здобувачам освіти набір дослідів для аналізу, розвитку знань, навичок і ставлення до проектування, експлуатації та застосування робототехніки [8, с. 339]. Основні з них стосуються використання освітньої робототехніки та її навчально-методичного забезпечення для науково-методичного супроводу освітнього процесу в дошкільних та закладах загальної середньої освіти.

«Робототехніка – це прикладна наука, що займається розробленням автоматизованих технічних систем» [9]. Вона сприяє розвитку конструкторських, інженерних та загальнонаукових навичок у здобувачів освіти, передбачає змінити кут зору на проблеми, які можуть виникати у процесі опанування природничих

наук, інформаційних технологій, які спонукають до науково-технічно-проектної діяльності.

Робототехніка в більшості випадків мала форму позанавчальної гурткової роботи, але є потреба в упровадженні робототехніки саме в освітній процес. Дана діяльність має багатогранну можливість, а для успішної реалізації вимагає інтеграції кількох дисциплін. Так поєднання кількох предметів під час освітнього процесу закладів загальної середньої освіти з метою підготовки здобувачів освіти до діяльності в середовищі робототехніки через опанування інформатики, буде реалізовуватися принцип програмування, розвиток алгоритмічного мислення, створення та налагодження складних програм із керування моделями. Фізики – для підтвердження наукових гіпотез шляхом проведення дослідів, аналізуючи отримані дані, включаючи аналіз прогнозованих даних, вивчення концептів механіки, оптики, термодинаміки, магнітних явищ, принципів радіозв'язку. Математики – для вимірювання часу, швидкості, прискорення і відстаней, роботі із змінними, випадковими і граничними величинами при вивченні геометричних, тригонометричних концепцій.

Для 5–9 класів Нової української школи ще з 2022 року відбулося впровадження міжгалузевих інтегрованих курсів, як модельні навчальні програми. На думку дослідників І. Сокол та О. Ченцова «Одним із таких міжгалузевих курсів є «Робототехніка», яка покликана реалізувати мету природничої, інформатичної, математичної та технологічної галузей, підсилити практичне спрямування зазначених галузей та підвищити мотивацію здобувачів освіти» [10]. Реалізація завдань курсу полягає у набутті досвіду у винахідницькій діяльності із використанням датчиків, мікроелектроніки, розумних пристроїв тощо.

Концепції НУШ вимагає від сучасної освіти бути спрямованою на перегляд змісту освіти, що ґрунтується на формуванні компетентностей, які стануть у пригоді для успішної соціалізації майбутнього фахівця. Важливим підтвердженням нашої теорії є те, що сучасний освітній процес закладів загальної середньої освіти діє відповідно до закону «Про освіту», де передбачено формування компетентностей у галузі природничих наук, техніки і технологій, з урахуванням «Рекомендацій Європейського Парламенту та Ради Європи щодо формування ключових компетентностей освіти впродовж життя». Формування даної компетентності відбувається саме на уроках технологій у процесі здійснення проектно-технологічної діяльності.

На думку науковців В. Бербеця, О. Коберника, А. Терещука, С. Ткачука, С. Яшука, саме вчитель технології зможе навчити здобувачів освіти проектно-технологічної діяльності. Тому підсумовуючим фактором стане саме урок технологій, де можна буде набуті знання та сформовані уміння перевірити під час здійснення дослідження з використанням новітніх технологічних рішень і технологій. А також з використанням програмного забезпечення, онлайн платформ та онлайн лабораторій можна реалізувати віртуально проектно-технічну діяльність щодо вивчення ключових принципів проектування [5], а саме створення аналогів робочих моделей роботів, прототипування і моделювання.

Наступним етапом нашого дослідження стало підтвердження, що саме вчитель технології повинен бути готовим до впровадження освітньої робототехніки

в освітній процес закладів загальної середньої освіти, адже в навчальних програмах для закладів загальної середньої освіти передбачається діяльність із використанням «робототехніки». Зокрема в «Модельній навчальній програмі «Технології. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти» (Д. Кільдеров та інші), кожний блок включає можливість вибору конкретного модуля, з врахуванням потреби, матеріально-технічного забезпечення та кадрового потенціалу. А в орієнтовному переліку технологій для додаткового вибору включенні ряд сучасних технологій і зокрема робототехніка. Навчальною програмою «Технології. 7–9 клас» (В. Туташинський) передбачається опанування окремих модулів, розділів, тем тощо, які самостійно обрав учитель, для виконання обраних проєктів з постійним ускладнюванням, розширенням досвіду проєктно-технологічної діяльності, зокрема в лабораторіях робототехніки, STEM-лабораторії при реалізації STEM-проєктів, як «Модель робота-маніпулятора для розмінування».

Навчальна програма «Технології. 7–9 клас» (С. Мачача) є передбачає перелік можливих технологій та об'єктів для проєктно-технологічної діяльності з використанням дизайну, що спонукає до реалізації задуму в готовий продукт із використанням 3D-технологій та робототехніки. У модельній навчальній програмі «Технології 10–11 класи (Рівень стандарту)» (А. Терещук та інші) розміщено обов'язково-вибірковий навчальний модуль «Основи автоматизації та робототехніки». Також у навчальній програмі курсу «Технології сучасного виробництва» за вибором для 10 (11) класів закладів загальної середньої освіти (В. Туташинський) передбачається опанування розділу III «Автоматизація виробництва і робототехніка».

Особливу актуальність має модельна навчальна програма «Робототехніка. 5–6 класи» та «Робототехніка. 7–9 класи (міжгалузевий інтегрований курс)» для закладів загальної середньої освіти (І. Сокол, О. Ченцов), яка стане запорукою реалізації загальної природничої, інформаційної, математичної та технологічної галузей, а результат матиме практичне спрямування для підвищення рівня зацікавлення здобувачів освіти до даної діяльності.

Реалізація робототехнічної освіти для здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти передбачає опанування наукових та технічних понять, розуміння властивостей про конструкційні матеріали, що можна застосувати під час технічного конструювання, вироблення практичних умінь із електротехніки, програмування, покращення координації і розвиток дрібної моторики, уваги, мислення, уваги, пам'яті, а також емоційних проявів та творчих здібностей, дизайну, роботи в групах тощо. А на практиці – це готовність до діяльності в області механіки, електротехніки, електроніки, вміння виготовляти і поєднувати механічні, електронні та електричні частини, враховуючи їх функції та технічні характеристики.

Отже, враховуючи вище викладений аналіз наукової та методичної літератури щодо вивчення робототехніки в закладах загальної середньої освіти, можемо зробити висновок: урок технології є сприятливим середовищем для вивчення робототехніки через проєктно-технологічну діяльність, що передбачає розвиток STEM-навичок, формування креативної особистості з критичним мисленням, вмінням аналізувати проблемні ситуації, застосовувати теоретичні знання на практиці, спільній роботі у команді для досягнення поставленої мети.

Тому саме здобувач освіти освітньо-професійної програми «Середня освіта (Технології. Інформатика)» повинен забезпечити викладання робототехніки в закладах загальної середньої освіти. Адже в процесі підготовки опановує знання з математики, фізики, інформатики, графічного практикуму, механіки виробничих систем, основ виробництва, матеріалознавства, програмування, електротехніки, теоретичної та прикладної механіки тощо. Також майбутній учитель технології повинен бути готовим до визначення технічного забезпечення, що буде використовуватися на уроках технологій у закладах загальної середньої освіти, враховуючи головну мету, основні завдання та фінансові можливості закладів освіти.

Отже, вище викладене дозволяє зрозуміти, що впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти робототехніки – одне з головних завдань майбутнього вчителя технології та одна із можливостей реалізації STEM-освіти.

Провівши теоретичний аналіз наукової та методичної літератури, ми усвідомили, що в сучасному світі, де технологічний прогрес стрімко змінює обличчя промисловості та повсякденного життя, робототехніка розвивається динамічно і виступає як один із найбільш перспективних напрямів. Упровадження робототехніки на уроках технологій закладів загальної середньої освіти є ефективним засобом для проектно-технологічної діяльності з використанням віртуальних можливостей, для розробки аналогів робочих моделей роботів, прототипування і моделювання. Це дозволяє не тільки краще зрозуміти наукові та технічні принципи, але й набути практичних навичок, які будуть корисними у STEAM-діяльності, розширює можливості майбутнього професійного становлення.

Перспективи наукових досліджень полягають в особливостях підготовки майбутніх вчителів технологій до впровадження робототехніки на уроках технологій в закладах загальної середньої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Азізов Т., Люльченко В., Орлова О. Теоретичний аналіз використання stem-проекту для формування інженерної компетентності в майбутнього вчителя трудового навчання та технологій. Проблеми підготовки сучасного вчителя. 2023. №2 (28). С. 55–61.
2. Євченко Т. Робототехніка як один із напрямів впровадження STEM-освіти / Т. Євченко // Актуальні проблеми навчання і виховання молодших школярів : матеріали наук. конф. студ. ф-ту початк. навч. : зб. тез наук. доп. / за заг. ред. Л. П. Ткаченко. – Харків, 2022. – Вип. 12. – С. 44.
3. Коберник О. М. Проектна діяльність – основа розвитку творчого потенціалу майбутніх учителів трудового навчання. Проблеми трудової та професійної підготовки. 2007. №1. С. 68–78.
4. Колгатіна Л. С. Технологія вивчення робототехніки у сучасній школі. Наумовські читання: матеріали XIX наук.-метод. конф. здобувачів вищ. освіти та молодих уч., присвяч. року мат. освіти в Україні, м. Харків, 23–24 листоп. 2021 р. Харків, 2021. С. 192–194.
5. Компетентнісний підхід у професійній підготовці майбутніх учителів К63 технологій : колективна моногр. / авт. кол.: А. М. Гедзик, О. М. Коберник, С. І. Ткачук, С. М. Ящук [та ін.]. Умань : Видавець «Сочінський М. М.», 2017. 280 с.
6. Кривонос О. М. Робототехніка в школі. Теорія і практика використання інформаційних технологій в навчальному процесі. 2017. С. 90–91.
7. Кузьменко Є., Кузьменко С., Хомутовський О. Робототехніка в школі. Збірник матеріалів : V Всеукр. науково-практ. конф. молодих уч. «Наук. молодь-2017», м. Київ, 14 груд. 2017 р. Київ, 2017. URL: <http://eprints.zu.edu.ua/26762/1/Кузьменко%20Є.В..pdf> (дата звернення:

- 10.11.2024).
8. Матвієнко Ю. Досвід впровадження освітньої робототехніки на платформі ARDUINO. Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії: зб. матер. II Всеукр. відкр. наук.-практ. онлайн-форуму, м. Київ. Київ, 2020. С. 337–339.
 9. Матвієнко Ю. Застосування інженерного проектування в освітній робототехніці. «Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: II Міжнар. науково-практ. інтернет-конф., м. Полтава, 22–23 листоп. 2022 р. Полтава, 2022. URL: http://www.culture.puet.edu.ua/files/zb_conf230222.pdf (дата звернення: 18.10.2024).
 10. Модельна навчальна програма «Робототехніка. 5–6 класи» для закладів загальної середньої освіти (авт. Сокол І. М., Ченцов О. М.). URL: https://drive.google.com/file/d/1bJkI1tn8Z5VHIQDi758Bazyg6HLVS8g_/view?usp=sharing (дата звернення: 23.12.2024).
 11. Петрига А., Олефіренко Н. Специфіка навчання основ робототехніки учнів базової школи. Наумовські читання : зб. тез доп. учасників XX Всеукр. наук.-метод. конф. здобувачів вищ. освіти та молодих вчен., присвяч. 300-річчю з дня народж. Г. С. Сковороди, м. Харків, 3–4 листоп. 2022 р. Харків, 2022. С. 206–208.
 12. Про затвердження Національної економічної стратегії на період до 2030 року : Постанова від 03.03.2021 № 179. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP210179?an=937> (дата звернення: 03.11.2024).

REFERENCES

1. Azizov, T., Liulchenko, V., Orlova, O. (2023) Teoretychnyi analiz vykorystannia stem-proiektu dlia formuvannia inzhenernoi kompetentnosti v maibutnoho vchytelia trudovoho navchannia ta tekhnolohii. Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia. № 2(28). S. 5561 [in Ukrainian].
2. Yevchenko, T. (2022) Robototekhnika yak odyn iz napriamiv vprovadzhenia STEM-osvity / T. Yevchenko // Aktualni problemy navchannia i vykhovannia molodshykh shkoliariv : materialy nauk. konf. stud. f-tu pochatk. navch. : zb. tez nauk. dop. / za zah. red. L. P. Tkachenko. – Kharkiv,. – Vyp. 12. – S. 44. [in Ukrainian].
3. Kobernyk, O. M. (2007). Proektna diialnist – osnova rozvytku tvorchoho potentsialu maibutnikh uchyteliv trudovoho navchannia. Problemy trudovoi ta profesiinoi pidhotovky. № 1. S. 68–78. [in Ukrainian].
4. Kolhatina, L. S. (2021). Tekhnolohiia vyvchennia robototekhniky u suchasni shkoli. Naumovski chytannia : materialy KhIKh nauk.-metod. konf. zdobuvachiv vyshch. osvity ta molodykh uch., prysviach. roku mat. osvity v Ukraini, m. Kharkiv, 23–24 lystop. 2021 r. Kharkiv. S. 192–194. [in Ukrainian].
5. Kompetentnisnyi pidkhid u profesiinii pidhotovtsi maibutnikh uchyteliv tekhnolohii : kolektyvna monohr. / avt. kol.: A. M. Hedzyk, O. M. Kobernyk, S. I. Tkachuk, S. M. Yashchuk [ta in.]. Uman : Vydavets “Sochynskiy M. M.”, (2017). 280 s. [in Ukrainian]
6. Kryvonos, O. M. (2017). Robototekhnika v shkoli. Teoriia i praktyka vykorystannia informatsiinykh tekhnolohii v navchalnomu protsesi. S. 90–91. [in Ukrainian].
7. Kuzmenko, Ye., Kuzmenko, S., Khomutovskyi ,O. (2017). Robototekhnika v shkoli. Zbirnyk materialiv : V Vseukr. nauko-vo-prakt. konf. molodykh uch. “Nauk. molod-2017”, m. Kyiv, 14 hrud. Kyiv, 2017. [in Ukrainian].
8. Proekt kontseptsii STEM-osvity v Ukraini URL: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf (data zvernennia: 12.09.2023) [in Ukrainian]
9. Matviienko, Yu. (2020). Dosvid vprovadzhenia osvitnoi robototekhniky na platformi ARDUINO. Innovatsiini transformatsii v suchasni osviti: vyklyky, realii, stratehii : zb. mater. II Vseukr. vidkr. nauk.-prakt. onlain-forumu, m. Kyiv. Kyiv. S. 337–339. [in Ukrainian].
10. Modelna navchalna prohrama “Robototekhnika. 5–6 klasy” dlia zakladiv zahalnoi srednoi osvity (avt. Sokol I. M., Chentsov O. M.). [in Ukrainian].
11. Petryha, A., Olefirenko, N. (2022). Spetsyfika navchannia osnov robototekhniky uchniv bazovoi shkoly. Naumovski chytannia : zb. tez dop. uchastnykiv XX Vseukr. nauk.-metod. konf. zdobuvachiv vyshch. osvity ta molodykh vchen., prysviach. 300-ricchiu z dnia narodzh. H. S. Skovorody, m. Kharkiv, 3–4 lystop. 2022 r. Kharkiv. S. 206–208. [in Ukrainian].
12. Pro zatverdzhennia Natsionalnoi ekonomichnoi stratehii na period do 2030 roku : Postanova vid 03.03.2021 № 179. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/KP210179?an=937>