

Irina ZAKARLIUKA

*Kyryvi Rih State Pedagogical University***FORMING STEM COMPETENCE IN SECONDARY EDUCATION STUDENTS USING ROBOTICS**

Abstract. The article is devoted to the issue of the forming STEM competence in secondary education students by means of robotics in the lessons of natural and mathematical disciplines. The paper describes the approaches of scientists to the interpretation of such a definition as STEM competence and its structure, as a result suggested its own model, which includes cognitive and non-cognitive components. The article notes the integrative nature of STEM competence, which requires a trans-disciplinary approach to its formation and integra-

tive learning tools natural and mathematical disciplines. The basis of the formation of STEM competence is by the author to be STEM knowledge, which students receive in the lessons of natural and mathematical disciplines. The author suggested the use of robotic sets based on the “basic-model” approach as a means of forming STEM competence when studying topics from various disciplines. The article examines examples of STEM tasks using robotic sets in mathematics, physics, geography, and other classes that contribute to the formation of STEM competence.

Key word: STEM competence, STEM competence model, robotics, natural and mathematical disciplines, integrated approach.

Отримано: 21.09.2023

УДК 378.147:53

DOI: 10.32626/2307-4507.2023-29.64-67

Ганна КАСЯНОВА

*Український державний університет імені Михайла Драгоманова**e-mail: avk9292@gmail.com; ORCID: 0000-0002-3180-260X***ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО МИСЛЕННЯ ЗАСОБАМИ STEM-ОСВІТИ МАЙБУТЬОГО ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ**

Анотація. У статті обґрунтовано значущість розвитку технічного мислення вчителя фізики в умовах його професійної підготовки. Виявлено особливості професійного мислення вчителя. Обґрунтовано необхідність розвитку педагогічного мислення, а також технічного, як спеціального для предметної галузі. Показано, що технічне мислення – це процес відображення у свідомості людини об’єктів і процесів технічної діяльності. Цей вид мислення пов’язаний із мисленнєвою діяльністю, спрямованою на оперування технічними образами в їх статичному і динамічному стані. Якісний аналіз структури і процесу технічного мислення дозволяє обґрунтувати поняття «технічного мислення». Технічне мислення – це практично-дійове мислення, спрямоване на оперування технічними образами під час виробничої та творчої діяльності людини. Воно спроможне вирішувати складні виробничі завдання у будь-якій штатній або критичній ситуації.

STEM-освіта – це спеціалізований освітній напрямок, головний акцент у якому зроблено на вивченні точних та природничих наук, із додаванням потужного інноваційного та технологічного компонентів. Цілком справедливо зазначити, що STEM – це найкраще освітнє рішення для майбутніх фахівців у галузі техніки та технологій.

Базою для STEM-освіти виступають наукові методи, математичне моделювання, інженерний дизайн та інноваційне мислення. З цього опису може здатися, що йдеться про освіту, призначену винятково для підготовки майбутніх IT-фахівців, і частково це буде правдою. Втім, STEM-освіта є ширшою, адже поєднує точні науки з креативним підходом і сприяє розвитку обох сторін в особистості майбутнього вчителя фізики.

Ключові слова: професійна підготовка вчителя фізики, професійне мислення, технічне мислення, формування технічного мислення, STEM-освіта, засоби STEM-освіти, роль STEM-освіти у формуванні технічного мислення.

У психологічні науки на сьогодні немає єдиного підходу до визначення поняття «технічне мислення». З одного боку, технічне мислення порівнюють з практичним або наочнообразним мисленням. З іншого боку, вказується, що технічне мислення підпорядковується тільки практичному мисленню, тому що практичне мислення – це процес мислення, який здійснюється під час практичної діяльності. Практичне мислення існує для розв’язання виробничих завдань і може мати складну або елементарну форму, воно завжди базується на узагальненні попереднього практичного досвіду. В свою чергу, розв’язування практичних завдань є засобом, основою формування технічного мислення, наприклад, під час розв’язування конструктивних задач, в процесі навчання тощо. Особлива увага розкриттю структури технічного мислення приділяється у працях В.О. Моляко [1]. На його думку, найважливішими компонентами технічного мислення є образне і просторо-

ве мислення. З початку формування конструкторського задуму за асоціацією виникають образи, поняття, з яких конструктор вибирає ті, що максимально відповідають вимогам.

У технічному мисленні переважають наступні операції: абстрагування, аналіз, синтез, порівняння, конкретизація. Специфічність і своєрідність технічного мислення пов’язані з особливостями технічної діяльності. У своїх витоках воно є тим самим узагальненим і опосередкованим пізнанням дійсності, як і будь-який інший вид мисленнєвої діяльності людини. Воно може бути репродуктивним і продуктивним чи поєднувати в собі елементи першого й другого.

Технічне мислення – це процес відображення у свідомості людини об’єктів і процесів технічної діяльності. Цей вид мислення пов’язаний із мисленнєвою діяльністю, спрямованою на оперування технічними образами в їх статичному і динамічному стані.

Якісний аналіз структури і процесу технічного мислення дозволяє обґрунтувати поняття «технічного мислення». Технічне мислення – це практично-дійове мислення, спрямоване на оперування технічними образами під час виробничої та творчої діяльності людини. Воно спроможне вирішувати складні виробничі завдання у будь-якій штатній або критичній ситуації.

Таким чином, у системі освіти виникла об'єктивна необхідність в розробці «моделі фахівця» різних профілів з метою приведення у відповідність до вимог змісту їх професійної підготовки. З цією метою з 60-тих років ХХ століття розпочалися дослідження з формування технічного мислення. Вони ведуться в професійному аспекті як «особливості оперативного мислення» людини, включеної в управління великими системами, як особливості «конструкторського мислення», мислення широко профільних фахівців. З іншого боку, проблема технічного мислення ставиться як теоретична проблема «технічного інтелекту» – особливого виду інтелектуальної діяльності. У дослідженнях технічного мислення з'явилися два напрями. Один – опис зовнішніх проявів технічного мислення, його особливостей, інший – пояснення механізму цих особливостей.

Щодо особливостей технічного мислення, то можна виділити такі аспекти:

1. Виділення окремих ознак (або різних їх поєднань), що характеризують виконання практичної діяльності: самостійність в складанні і розв'язанні практичних задач, велика різноманітність розв'язуваних задач, творчий характер їх розв'язання, виконання з розумінням функціональних залежностей між видимими і невидимими процесами тощо.

2. Пояснення особливостей технічного мислення запасом технічних знань і методом їх засвоєння (перш за все, наголошується значення знань з фізики, технічної механіки).

3. Зв'язок технічного мислення з деякими загальними здібностями людини в їх виразі під час розв'язування технічних задач, а саме: здатність комбінувати, міркувати, відновлювати логічні зв'язки, володіти увагою і зосередженістю, розуміти просторове перетворення об'єктів тощо. Мали місце і спроби пов'язати технічне мислення з властивостями особистості: наявністю технічних інтересів, значущістю технічного мислення для неї, віковими особливостями особистості.

Тому одним із важливих показників професійної підготовки вчителя фізики є розвиток технічного мислення, на що одностайно вказують багато дослідників. Воно може проявлятися через різні здібності (аналізувати, порівнювати, узагальнювати тощо). Одна з найважливіших здібностей, яка формується у майбутнього вчителя упродовж процесу навчання, – спроможність оволодіння різними способами розв'язання практичних завдань на теоретичному рівні, тобто здатність діяти подумки. Ця здатність – фундаментальна складова людського інтелекту, яка дає змогу майбутньому вчителю фізики діяти з предметами опосередковано, оперуючи їх образами (наочними, схематичними, знаково-символічними). Вона є психологічною передумовою будь-якої діяльності, забезпечую-

чи прогнозування, пошук способів досягнення мети й узагальнення результатів пошуку. Зокрема, майбутній учитель фізики, який здатний діяти подумки, здебільшого вільно орієнтується у навчальних завданнях, уміє аналізувати їх умову, планувати хід розв'язання, краще контролювати й оцінювати різні способи досягнення вимог, які ставляться у завданні.

Мета діяльності майбутнього вчителя фізики є практичною, а не тільки абстрактно-теоретичною. І якщо він успішно досягає її в нешаблонних умовах, то є всі підстави вести мову про технічне мислення.

Це можна здійснити за рахунок STEM-освіти.

Перш ніж розглядати методику формування технічного мислення вчителів фізики, варто звернутися до запитання, «Чому виник освітній напрям STEM?»

Розвиток науки та технологій у найближчій є головним джерелом загального прогресу людства. На сьогодні світова спільнота відчуває якісні зміни, що викликані процесами всесвітньої економічної, політичної та культурної інтеграції та уніфікації, основними наслідками яких є міжнародний поділ праці, міграція в масштабах усієї планети капіталу, людських і виробничих ресурсів, стандартизація законодавства, економічних і технічних процесів, а також зближення різних культур.

Спостережувані на сьогодні глобальні соціально-економічні процеси пов'язані зі створенням і бурхливим розвитком високоефективних нано- та біоматеріалів, нової енергетики й інформаційних мереж.

У науковій літературі їх визначають як NBICS-конвергенцію технологій.

Так, відповідно до різних джерел, основними технологіями та продуктами найближчого майбутнього, які формують інноваційні виробничі галузі та пов'язані з ними професії, є геоінженерія, інтелектуальні енергетичні системи, синтетична біологія, індивідуальна геноміка, біоінтерфейси, сонячна енергетика, ноотропні препарати, нові енергоємні батареї, стовбурові клітини, біопаливо, клонування, робототехніка, низькоорбітальні польоти, мемристори, мобільні мережі та засоби зв'язку, батареї, що заряджаються від атмосфери, розумні навігаційні системи, штучний інтелект тощо.

Пріоритетними технологічними завданнями в ХХІ столітті вважають:

- розв'язання екологічних проблем;
- оволодіння технологією термоядерного синтезу та розбудову альтернативної енергетики;
- поліпшення інфраструктури міст;
- використання нових інформаційних технологій у медицині;
- розвиток технології віртуальної реальності тощо.

Однак, соціологічні дослідження доводять існування суперечності між висхідним попитом на фахівців високотехнологічних галузей, які здатні до комплексної науково-інженерної діяльності та зниження рівня цікавості учнів до дисциплін природничо-математичного циклу. Швидко й ефективно її вирішення є критичним чинником інноваційності економік розвинених країн.

Вочевидь це потребує докорінного перегляду наявних моделей освіти, освітніх програм, методів організації навчання, відставання яких від вимог світового ринку праці інколи становить десятиліття.

Одним із лідерів у дослідженні питання щодо підготовки молоді до майбутнього працевлаштування та самореалізації є США. Так, на розв'язання цієї проблеми в контексті заохочення до впровадження нових технологій в освіту спрямована діяльність освітнього альянсу The Partnership for Century Learning.

Одним із важливих здобутків цієї спільноти – своєрідного «містка» між державою, бізнесом, освітою та промисловістю – є формулювання змісту «м'яких» навичок, зокрема готовності до розв'язання комплексних практичних проблем, критичного мислення, креативності, вміння працювати в команді, емоційного інтелекту, оцінювання проблеми та прийняття рішення, здатності до ефективної взаємодії, вміння домовлятися, когнітивної гнучкості.

STEM-освіта – це спеціалізований освітній напрямок, головний акцент у якому зроблено на вивченні точних та природничих наук, із додаванням потужного інноваційного та технологічного компонентів. Цілком справедливо казати, що STEM – це найкраще освітнє рішення для сучасних фахівців у галузі техніки та технологій.

Базою для STEM-освіти виступають наукові методи, математичне моделювання, інженерний дизайн та інноваційне мислення. З цього опису може здатися, що йдеться про освіту, призначену винятково для підготовки майбутніх IT-фахівців, і частково це буде правдою. Втім, STEM-освіта є ширшою, адже поєднує точні науки з креативним підходом і сприяє розвитку обох сторін в особистості майбутнього вчителя фізики.

Таким чином, STEM-освіта охоплює природничі науки (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics).

STEM-освіта є невіддільною частиною концепції Нової української школи, адже націлена не лише на здобуття знань, а й на одержання компетенцій.

Серед компетенцій, що перетинаються із цілями STEM-освіти є:

- розвиток фізичного та математичного мислення;
- розуміння природи та технологій із позиції точних наук;
- освіченість в інформаційно-комунікаційних технологіях, вміння їх використовувати;
- здатність креативно мислити та виражати творчі здібності.

Одним із засадничих завдань STEM-освіти є навчити здобувачів освіти системного мислення. Поєднуючи різні науки та погляди на реальність, STEM-освіта навчає особистість жити у світі, що стрімко розвивається; легко і швидко адаптуватись до новітніх технологій і трендів.

STEM-освіта розвинулася протягом останніх років і стає дедалі популярнішою у світі, адже реагує на виклики часу. Річ у тім, що у всьому світові існує дефіцит технічних фахівців. Натомість попит на них росте дуже швидко – як і на STEM-спеціалістів.

Що цікаво, у структурі НЦ «МАН» на сьогодні існує кілька хабів, які дозволяють побачити наочно STEM-сферу. Це Музей науки в Києві, лабораторний комплекс «МАНлаб», лабораторія експериментальних досліджень ExLab. Розвивати стартап-навички та робити перші кроки до реалізації власних проєктів можна у бізнес-інкубаторі Ukrainian Future.

Вчителям фізики STEM-освіта дозволяє: наочно передавати знання й навички, сприяти самостійності; використовувати неординарні підходи в навчанні; навчати більш мотивованих та зацікавлених учнів; відходити від стандартних систем оцінювання за відтворені знання, натомість – сприяти креативності [3].

Впровадити методи STEM-освіти в загальний освітній процес не важко, потрібна лише мотивація вчителя фізики, творчий підхід до пояснення навчального матеріалу та вміння пояснювати здобувачам освіти зв'язки між предметами та дисциплінами у вивчені конкретних процесів.

Досліди, що їх часто проводять у лабораторіях, з легкістю можна віднести до методів STEM-освіти. Удосконалити їх або адаптувати до дистанційного формату навчання можна, віддавши учителям фізики ініціативу та попросивши їх провести досліди самостійно [4].

Завдання вчителя фізики полягає в тому, щоб підготувати для сучасного виробництва необхідних конкурентоздатних фахівців, які вільно володіють комп'ютерними технологіями, мають широкий технічний кругозір, здатні самостійно оволодівати новою технікою й новітніми технологічними процесами, оперативно реагувати на миттєві зміни у стані керованих ними технічних засобів праці чи зміни перебігу технологічного процесу, вміти передбачати можливі наслідки цих змін, нестандартно діяти в екстремальних умовах. Тому технічне мислення є дуже важливим компонентом професійної діяльності людини, особливо в сучасних умовах.

Окремо слід розглянути особливості фахової підготовки і діяльності STEM-вчителя фізики, а саме: STEM-вчитель фізики – це, насамперед, активний розробник міждисциплінарних навчальних програм з фізики та астрономії, математики та інформатики. На основі системи наукових знань і практичних навичок він має визначати зміст, обсяг і послідовність навчання, характер і ступінь інтеграції знань із різних гностичних полів, добирати методи, методики та стратегії, які забезпечать найбільш очікуваний педагогічний результат, а також постійно підвищувати рівень і розширювати зміст власної фахової підготовки.

Вочевидь така діяльність не обмежується підготовкою до викладання власного предмета. Також важливим є вміння вчителя фізики організувати навчальний процес як педагогічну взаємодію, що спрямована на розвиток особистості учня, його підготовку до розв'язання завдань життєтворчості.

STEM-освіта потребує нових наукових досліджень, дидактичних розробок, навчених і грамотних молодих талантів, готових змінювати і змінюватися.

З огляду на це, посилену увагу слід приділити реалізації довгострокових ініціатив щодо професійного розвитку STEM-вчителя фізики. Зазначене потребує кардинальних змін у первинній і післядипломній професійній освіті вчителя, яка має стати більш персоні-

фікованою, надаючи кожному вчителю ширші можливості для оновлення, удосконалення, поглиблення своєї професійної підготовки у прийнятний для нього спосіб, зокрема на базі інноваційного дистанційного навчання.

Таким чином, процес професійної підготовки вчителів фізики потребує особливої уваги до формування у них технічного мислення, здатного забезпечити дотримання принципів педагогічної діяльності. З іншого боку, на основі компетентнісного підходу до професійної підготовки вчителя фізики слід виділили загальні і спеціальні (фахові) компетентності, необхідні для вчителя фізики, а саме:

- Здатність вчитися, вдосконалювати власне навчання і виконання, з високим рівнем автономності.
- Здатність проведення досліджень на відповідному науково-методичному рівні.
- Навички роботи в команді.
- Здатність бути критичним і самокритичним.
- Навички обдумування своїх планів й аналізу результатів своїх досліджень.
- Дотримання етичних норм, прийняття рішень на основі ціннісних світоглядних орієнтирів.
- Здатність аналізувати, синтезувати, оцінювати, щоб виявляти проблеми і виробляти рішення.
- Цінування різноманіття та мультикультурності.
- Мовні (у т. ч. іншомовні) навички.
- Навички роботи з інформацією (уміння знаходити та аналізувати інформацію з різних джерел, передусім – за допомогою цифрових технологій).
- Здатність застосовувати системний підхід до розв’язання педагогічних і психологічних проблем.
- Здатність продемонструвати практичні психолого-педагогічні вміння і навички.
- Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки педагогічної спеціалізації.
- Здатність застосовувати відповідні кількісні фізичні, математичні, наукові і технічні методи, а також комп’ютерне програмне забезпечення для розв’язання теоретичних і методичних завдань [2].

Список використаних джерел:

1. Моляко В.А. Психология решения школьниками творческих задач. Київ: Рад. школа, 1983. 94 с.
2. Поліхун Н.І., Сліпучіна І.А., Чернецький І.С. Педагогічна технологія STEM як засіб реформування освітньої системи України. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2017. № 3(58). С. 5–9.

3. Стрижак О.Є., Сліпучіна І.А., Поліхун Н.І. STEM-освіта: основні дефініції. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2017. Т. 62. № 6. С. 16–33. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1753/1276>
4. Hom E.J. What is STEM Education? *Live Science Contributor*. URL: <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

Ganna KASIANOVA

Ukrainian State Mykhailo Drahomanov University

FORMING OF TECHNICAL THINKING BY STEM EDUCATION OF THE FUTURE TEACHER OF PHYSICS

Abstract. The article substantiates the significance of the development of the technical thinking of the physics teacher in the conditions of his professional training. The peculiarities of the teacher’s professional mentality have been revealed. The need for the development of pedagogical thinking, as well as technical thinking, as a special one for the subject field, is substantiated.

It is shown that technical thinking is the process of reflecting objects and processes of technical activity in the human mind. This type of thinking is associated with mental activity aimed at operating technical images in their static and dynamic state.

Qualitative analysis of the structure and process of technical thinking allows to substantiate the concept of “technical thinking”. Technical thinking is a practical-active thinking aimed at operating technical images during the production and creative activity of a person.

It is able to solve complex production tasks in any standard or critical situation.

STEM education is a specialization directions of education, the main emphasis of which is on the education of exact and natural sciences, from the addition of continuous innovative and technological components. It is absolutely fair to say that STEM is the best solution for the future professionals in the engineering and technology.

The basis for STEM education is scientific methods, mathematical modelling, engineering design and innovative thinking. From this description, it may seem that we are talking about an education designed exclusively for the training of future IT professionals, and this will be partially true. However, STEM education is broader, because it combines sciences with a creative approach and develops of different sides in the personality of the future physics teacher.

Key words: professional training of physics teachers, professional thinking, technical thinking, forming of technical knowledge, STEM education, features of STEM education, the role of STEM education in the forming of technical thinking.

Отримано: 02.09.2023