

УДК 378.016:004:5

Валько Н. В.

Херсонський державний університет, Херсон, Україна

**РОБОТОТЕХНІКА ЯК ЗАСІБ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ
ПРИРОДНИЧО-МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН**

DOI: 10.14308/ite000701

У статті розглядаються питання використання робототехніки як засобу підготовки майбутніх вчителів до використання STEM-технологій у професійній діяльності. Впровадження інтегративних курсів вивчення біології, фізики та хімії потребує підготовки вчителів природничо-математичних дисциплін для формування у них відповідних компетентностей. Освітня робототехніка, на наш погляд, у поєднанні з вивченням базових дисциплін, є інноваційним засобом для розуміння інтегративності предметів. У більш широкому розумінні, робототехніка є основою для сприйняття і підтримки соціального потенціалу технологій, а отже, і підняття престижу науково-технологічного напрямку розвитку у суспільстві. В дослідженні розглянуто навчальні плани для загальноосвітніх навчальних закладів зі шкільних курсів хімії (7-9 класи), фізики (7-9 класи), біології (6-9 класи). Зміст навчальних матеріалів з цих предметів містить години для здійснення проєктної діяльності, в основі якої покладено формування цілісних уявлень про закономірності розвитку науки і технологій. У роботі ми визначили теми з кожного предмету, які можуть бути реалізовані з використанням робототехніки, навели приклади таких проєктів, а також вказали етапи їх створення. На противагу встановленій думці про робототехнічний проєкт, як проєкт суто з інформаційних технологій чи фізики, наведено приклад трансферу знань з фізики, хімії та біології на різних етапах створення таких систем. Визначено компетентності, що формуються внаслідок реалізації STEM-проєктів з робототехніки, а також види діяльності, які впливають на їх формування. Наведено приклад взаємозв'язків між різними видами діяльності у STEM-проєктах з робототехніки. У процесі підготовки майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін. Цей матеріал допоможе майбутнім а також практикуючим учителям у плануванні своєї і учнівської діяльності по створенню робототехнічних систем.

Ключові слова: STEM-освіта, робототехніка, майбутні вчителі, природничо-математичні дисципліни, дослідницький проєкт.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Сучасний етап розвитку суспільства характеризується підвищенням інтересу до науково-технічних рішень глобальних проблем, таких як екологія навколишнього середовища, допомога при стихіях, збереження різновидів флори і фауни, створення сприятливих умов для людства у позаземних умовах, еко-енергетика тощо. Пошук шляхів для таких рішень пов'язаний з технологіями створення і розвитку штучного інтелекту, обробкою великих даних, нанотехнологіями та біоінженерії, інтернетом речей. Відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» [1] стратегічними пріоритетними напрями інноваційної діяльності на 2011-2021 роки визначено:

- освоєння нових технологій транспортування енергії, впровадження енергоефективних, ресурсозберігаючих технологій, освоєння альтернативних джерел енергії;



Валько Н. В.

- освоєння нових технологій високотехнологічного розвитку транспортної системи, ракетно-космічної галузі, авіа- і суднобудування, озброєння та військової техніки;
- освоєння нових технологій виробництва матеріалів, їх оброблення і з'єднання, створення індустрії наноматеріалів та нанотехнологій;
- технологічне оновлення та розвиток агропромислового комплексу;
- впровадження нових технологій та обладнання для якісного медичного обслуговування, лікування, фармацевтики;
- широке застосування технологій більш чистого виробництва та охорони навколишнього природного середовища;
- розвиток сучасних інформаційних, комунікаційних технологій, робототехніки.

Отже, існує потреба у підготовці вчителів, готових до навчання дітей у відповідності до стратегічних напрямів інноваційної діяльності та до вирішення наукових проблем інноваційними методами.

Ефективними засобами фахової підготовки майбутніх вчителів в умовах технологізації суспільства є робототехнічні системи. Актуальність використання робототехніки у фаховій підготовці майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін обумовлено підтримкою суспільством інновацій в освітній діяльності і пов'язане з рівнем науково-технічних досягнень [2].

Аналіз основних досліджень і публікацій. Робототехніка є одним з перспективних напрямів сучасної STEM-освіти. Донедавна робототехнічні системи розглядалися тільки як засоби навчання фаховій діяльності студентів технічних спеціальностей [3, 4]. Для порівняння, публікації з робототехніки для освіти школярів у зарубіжних виданнях зустрічаються від початку двотисячних років [6, 7]. В Україні навчальні програми з робототехніки для школярів створювалися в більшості у технічних гуртках позашкільної освіти або як курси за вибором в окремих школах. Наприклад, на сайті Міністерства освіти та науки України було опубліковано такі навчальні програми, які отримали гриф «Рекомендовано»:

- навчальна програма курсу за вибором «Основи робототехніки» 5-8 класи (автор Д.І.Кожем'яка, 2009);
- програми гуртка «Технічне конструювання» Українського державного центру позашкільної освіти (2009 р., 2012 р., 2014 р.);
- програма курсів за вибором з трудового навчання та технічної творчості для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів «Технологія створення електронних приладів» (С.М.Дзюба, І.В. Кіт та ін., 2013 р.);
- програма курсів за вибором з трудового навчання та технічної творчості для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів «Технологія керування робототехнічними системами» (С.М.Дзюба, І.В. Кіт та ін., 2013 р.);
- програма курсу за вибором «Основи робототехніки» (автори Т.І. Лисенко, Б.О. Шевель, 2014 р.).

Одними з перших публікацій, які стосуються використання робототехніки, як засобу навчання майбутніх вчителів та школярів у системі формальної освіти стали роботи Мартинюка О.С. [4, 5]. Ним була представлена програма підготовки майбутніх учителів фізики до використання засобів робототехніки в освітньому процесі. Також питання розвитку STEM-освіти в школі через вивчення робототехніки вивчалися в роботі [8].

Акцент на розвиток STEM-освіти в нашій державі спонукав дослідників приділити більше уваги робототехніці як навчальному засобу. В роботі [9] стверджується, що робототехніка є сучасною формою міждисциплінарної освіти і формує такі ключові компетентності, як: математична компетентність, компетентність у науці та техніці, цифрова компетентність та соціальна. Також у цій роботі зроблено огляд освітніх робототехнічних систем. У роботі [10] розглянуті моделі реалізації робототехнічної освіти в навчальних закладах. Запропоновано багаторівневу модель організації STEM-навчання та описані етапи її впровадження. У 2016 році Інститутом модернізації змісту освіти спільно з Інститутом

інформаційних технологій і засобів навчання розпочато новий дослідницький проєкт «Варіативні моделі комп'ютерно-орієнтованого середовища навчання предметів природничо-математичного циклу в загальноосвітньому навчальному закладі». Метою цього проєкту є «розробка відповідних розділів та модулів навчальних предметів, що містять розділ «STEM-робототехніка» та навчально-методичних матеріалів для учнів і вчителів» [11]. Також з 2018 року в Україні стартував проєкт соціальної ініціативи «ІТ-школяр» в рамках якого проводиться розробка навчальних програм для навчання 3D-моделюванню, робототехніки, кібербезпеки, хмарних технологій тощо. Організаторами такої ініціативи стали комерційні освітні проєкти і Міністерство освіти і науки України [12]. Результатом такої співпраці планується розробка нового навчального стандарту курсу «Інформатика» для учнів 1-12 класів загальноосвітніх шкіл України. На сьогодні вже до існуючої програми «Введення в кібербезпеку» (автори М.О. Войцеховський, Ю.М. Гапонюк, О.М. Густяк, С.М. Дзюба, Т.Г. Проценко) додана програма «Основи кібербезпеки» (автори М.О. Войцеховський, Т.Г. Проценко, Ю.М. Гапонюк).

Дослідження [13] показало, що існує готовність вчителів і студентів до впровадження STEM-освіти і, зокрема робототехніки, в освітній процес. Проте існує проблема методичного супроводу і формування обґрунтування щодо використання робототехніки в школі. Аналіз публікацій українських провідних науковців у галузі освіти виявив недостатню кількість наукових матеріалів про методи, засоби та організаційні форми навчання основам робототехніки.

Формулювання мети, постановка завдань. Метою статті є вивчення можливості ефективного застосування інноваційних методів навчання майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін засобами робототехніки та їх підготовки до впровадження STEM-технологій.

Виклад основного матеріалу дослідження. Метою впровадження і розвитку STEM-освіти в Україні є інноваційний розвиток предметів природничо-математичного циклу і науково-дослідної роботи у навчальних закладах [14]. Робототехніка є інноваційним засобом навчання STEM-освіти. Вона поєднує в собі проєктну і науково-дослідну діяльність. Така діяльність відрізняється від лабораторних практикумів відсутністю інструкцій щодо послідовності дій, проведення вимірювань, обробці даних, формуванню висновків. Навчальні проєкти передбачають самостійне складання учнями/студентами плану дій, вибір методу рішення й обробки результатів.

Навчально-дослідницькі проєкти є необхідною складовою навчальних програм з фізики, інформатики, біології та хімії. Аналіз навчальних програм цих предметів у основній школі показав, що кожна з них містить час, відведений на здійснення навчальних проєктів. У навчальному плані з хімії вказано назви деяких проєктів, в інших вибір тематики покладено на вчителя. Частина з цих проєктів може бути реалізована із застосуванням робототехніки [15]. Наведемо приклади тем навчальних програм та запропоновані проєкти до них в таблиці 1.

Таблиця №1.

Тематики навчальних планів дисциплін та проєкти з робототехніки

Клас	Дисципліни та теми навчального плану	Проєкти з робототехніки
6 клас	Біологія Навчальні проєкти за темою «Рослини» <ul style="list-style-type: none"> • Дослідження процесу росту вегетативних органів • Спостереження за розвитком пагона з бруньки • Дослідження умов проростання насінин • Вибір видів кімнатних рослин для вирощування в певних умовах 	Проєкт «Теплиця» <ul style="list-style-type: none"> • Контроль температури повітря • Контроль вологості ґрунту

Клас	Дисципліни та теми навчального плану	Проекти з робототехніки
7 клас	<p>Фізика Навчальні проєкти за темою «Фізика як природнична наука»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Механічний рух • Взаємодія тіл. Сила <p>Хімія Навчальні проєкти за темою «Склад речовини»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Проблема забруднення повітря та способи розв'язування її. • Поліпшення стану повітря у класній кімнаті під час занять • Еколого-економічний проєкт «Зберігаючи воду – заощаджую родинний бюджет» <p>Біологія Навчальні проєкти за темою «Різноманітність тварин»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Виявлення прикладів пристосувань до способу життя в комах • Виявлення прикладів пристосувань до способу життя у представників різних екологічних груп птахів • Визначення особливостей зовнішньої будови хребетних тварин у зв'язку з пристосуванням до різних умов існування 	<p>Проект «Розумний кран»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Автоматичне закривання кранів • Контроль вологи <p>Проект «Чисте повітря»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Газовий, радіаційний контроль повітря • Сповіщення про небезпеку забруднення повітря • Розрахунки заощаджених коштів у абсолютному, відносному, відсотковому вираженні <p>Проект «Дослідження фауни»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Створення прототипу крила, плавника • Створення прототипу комахи, риби
8 клас	<p>Фізика Навчальні проєкти за темою</p> <ul style="list-style-type: none"> • Теплові явища • Електричні явища. Електричний струм <p>Хімія Навчальні проєкти за темою «Будова речовин».</p> <ul style="list-style-type: none"> • Використання кристалів у техніці. • Кристали: краса і користь • Електроліти в сучасних акумуляторах. • Дослідження рН атмосферних опадів та їхнього впливу на різні матеріали в довкіллі. <p>Біологія Навчальні проєкти за темою «Організм людини як біологічна система», «Опора та рух», «Зв'язок організму людини із зовнішнім середовищем. сенсорні системи»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Вимірювання частоти серцевих скорочень • Функції та будова скелетних м'язів. Робота м'язів. Втома м'язів • Протезування • Вимірювання тиску • Сенсорні системи зору, слуху, смаку, нюху, рівноваги, руху, дотику, температури, болю 	<p>Проект «Розумне місто»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Безпечний пішохідний перехід • Системи сповіщення • Світлодіодне освітлення • Симетрія кристалів <p>Проект «Анатомія робота. Андроїд»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Датчики та принципи їх роботи • Прототипування долоні

Клас	Дисципліни та теми навчального плану	Проекти з робототехніки
9 клас	<p>Фізика Навчальні проєкти</p> <ul style="list-style-type: none"> • Магнітні явища • Світлові явища • Механічні та електромагнітні хвилі • Рух і взаємодія. Закони збереження класичної механіки <p>Хімія Навчальні проєкти за темою «Розчини хімічних реакцій. Органічні сполуки»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Альтернативні джерела енергії • Екологічна ситуація в моїй місцевості: відчуваю, думаю, дію <p>Біологія Навчальні проєкти за темою «Стабільність екосистем та причини її порушення»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Біосфера як цілісна система • Захист і збереження біосфери, основні заходи щодо охорони навколишнього середовища • Виявлення рівня антропогенного та техногенного впливу в екосистемах своєї місцевості 	<p>Проект «Автономний транспорт»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Рух транспорту за заданою траєкторією • Дотримання ПДД • Робот-всюдихід <p>Проект «Альтернативні джерела енергії»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Створення пристроїв на сонячних батареях, енергії вітру та хвиль • Робот-дослідник на допомогу вченим

Створення навчального робототехнічного проєкту потребує проходження наступних етапів:

- 1) Формулювання та дослідження проблеми, пошук технічного рішення – на цьому етапі відбувається теоретичне та експериментальне моделювання реальності і пошук технічного рішення поставленої проблеми.
- 2) Створення робототехнічної системи – це етап проведення дослідження технічного рішення, його проєктування, створення та апробація. На цьому етапі створюється конструкція, складаються механічні та електричні вузли.
 - a) Моделювання – на цьому етапі відбувається вибір матеріалів для конструкції, обґрунтування надійності обраної схеми з'єднання деталей, створення інструктивної схеми складання конструкції. На цьому етапі вирішується питання про функціонал, ергономіку та інтерфейс майбутньої конструкції. Це впливає на такі аспекти технічного рішення як зручність, безпека і простота використання. Невід'ємною складовою цього етапу є дизайн зовнішнього вигляду.
 - b) Конструювання, створення прототипу – механіка, електроніка. На цьому етапі відбувається збір функціональних вузлів, складання конструкції. Важливим є тестування конструкції та внесення змін у конструкцію у випадку необхідності.
 - c) Програмування – середовище розробника. Етап створення алгоритмів функціонування, написання/коректування програми, тестування моделі.
- 3) Обмін результатами – етап представлення своєї роботи, складання звітної документації, оцінювання власних результатів.

Кожен з цих етапів має окремий план робіт, відповідно до обраного проєкту, який вимагає обізнаності у різних галузях знань, а також теоретичного обґрунтування та експериментальних підтверджень. Але в більшості проєкти з робототехніки сприймаються як проєкти для вчителів фізики, інформатики або технологій, оскільки вивчення робототехніки базується на елементарних знаннях з фізики, створення пристроїв пов'язане з вивченням

роботи датчиків, електричними схемами, механікою пристрою та надійністю конструкцій [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Побудова будь-якого робототехнічного пристрою вимагає знань з трьох напрямів: механіка (побудова конструкції, визначення форми), електроніка (використання електронних схем і пристроїв, що керують механізмами), програмування (створення сценарію/правил дій реакції на зміну навколишнього середовища). Аналіз проєктів з робототехніки і тем навчальних планів з біології, хімії та фізики виявив трансфер знань, що забезпечує міждисциплінарність проєктів з вказаних напрямів (таблиця 2).

Таблиця №2.

Трансфер знань на різних етапах створення робототехнічних систем

	Фізика	Хімія	Біологія
Моделювання	<ul style="list-style-type: none"> • Створення механічної моделі • Вибір механізмів, з'єднань 	<ul style="list-style-type: none"> • Придатність матеріалів • Реакція матеріалів на умови навколишнього середовища, його зміни 	<ul style="list-style-type: none"> • Моделювання зовнішнього вигляду робота
Конструювання	<ul style="list-style-type: none"> • Створення електронної схеми • Робота з електронними приладами 	<ul style="list-style-type: none"> • Вибір елементів живлення • Висновки про динаміку процесів у речовині при різних формах випромінювання 	<ul style="list-style-type: none"> • Вплив різних форм випромінювання на навколишнє середовище, людей/тварин/рослин
Програмування	<ul style="list-style-type: none"> • Врахування фізичних параметрів електронних приладів і датчиків • Визначення фізичних параметрів (потужність, швидкість тощо) • Створення фізичної моделі 	<ul style="list-style-type: none"> • Визначення/контроль параметрів та динаміки процесів у речовині при різних формах впливу, зокрема випромінювання 	<ul style="list-style-type: none"> • Опис поведінки людей/тварин/рослин • Складання алгоритмів реакцій на зміни • Визначення/контроль фізіологічних параметрів людей/тварин/рослин

Наведемо приклад такої взаємодії дисциплін у проєкті «Розумний кран» на кожному з етапів реалізації:

1. Моделювання. Фізика – визначити конструкцію крану для контролю руху води; хімія – визначення матеріалів для конструкції; біологія – визначити безпечність рішення для людей/тварин конструкції та її використання.
2. Конструювання, створення прототипу. Фізика – створення конструкції; хімія – визначення рівня домішок у воді і вирішення питання про уникнення мінералізації; біологія – встановлення ергономічності виробу.
3. Програмування. Фізика – побудова розрахункової моделі, алгоритми розрахунку навантажень; хімія – визначення і контроль граничних хімічних показників, алгоритми уникнення небезпечних з'єднань; біологія – контроль відповідності стандартам і характеристикам.

Рівень взаємодії і внеску кожної дисципліни у різних проєктах буде відрізнятися. Також будуть відрізнятися види діяльності на кожному з етапів реалізації STEM-проєкту з робототехніки. Внаслідок цього формуються ключові компетентності, зокрема:

- Математична компетентність – встановлення зв'язку між вхідними та вихідними даними, логічна цілісність, математичні обчислення величин (пропорції, відсотки, щільність, тощо), побудова математичних моделей, аналіз даних.
- Компетентності у галузі природничих наук. Екологічна компетентність – створення конструкцій та систем для рослинництва і тваринництва. Створення проєктів, спрямованих на збереження та відновлення навколишнього середовища.
- Компетентності у галузі техніки і технологій – розрахунки швидкості руху, кута повороту, пройденого шляху, надійності, розмірів та пропорцій конструкцій, архітектура тощо.
- Інноваційність – вирішення існуючої проблеми новими способами, створення прототипів.
- Інформаційно-комунікаційна компетентність – використання хмарних рішень, прикладних програм, мобільних додатків при плануванні, виконанні, тестуванні систем.
- Підприємливість та фінансова грамотність – розрахунки собівартості пристроїв, економічного ефекту, бюджету проєкту.
- Наскрізнi компетентності: навчання впродовж життя, культурна компетентність, вільне володіння державною мовою, здатність спілкуватися іноземними мовами, громадянські та соціальні компетентності – робота над проєктом не тільки в рамках уроку, участь у позашкільній діяльності (фестивалі, змагання, хакатони тощо). Представлення свого проєкту широкому загалу, презентація на виставках та фестивалях, представництво в іноземних заходах, спілкування у професійному середовищі.

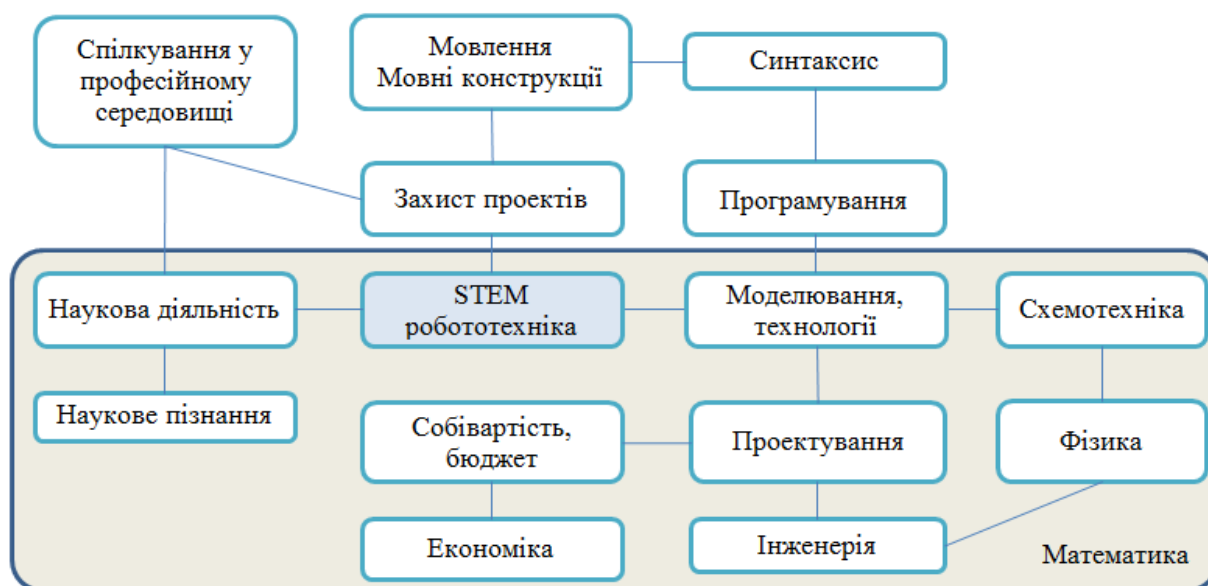


Рис. 1. Взаємозв'язки у STEM-проєктах з робототехніки

Отже, на нашу думку, використання STEM-проєктів з робототехніки допоможе підготувати майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін до застосування інноваційних методів в освітньому процесі.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Створення STEM-проєктів базується на інтегрованому підході у взаємодії дисциплін. У шкільних навчальних планах з хімії, біології, фізики є можливість здійснення проєктної діяльності засобами робототехніки. Таким чином, інтеграція дисциплін відбувається в межах тем навчальних планів. Проєкти, пов'язані з робототехнікою, поєднують в собі не тільки наукові дослідження та різні види експериментальної діяльності. Вони формують компетентності, пов'язані з використанням інноваційних технологій у різних напрямках людської діяльності. Майбутньому вчителю

природничо-математичних дисциплін важливо вміти формувати ключові компетентності в учнів, відповідно до сучасного рівня технологічних досягнень, і залучати їх до інноваційної діяльності. Для того щоб робототехніка стала невід'ємною частиною освітнього процесу, необхідно сформувати у майбутніх вчителів стійкий інтерес до її застосування і показати її переваги як універсального засобу навчання.

До напрямів подальших досліджень належать визначення методів і форм впровадження освітньої робототехніки у процес підготовки майбутніх вчителів природничо-математичних дисциплін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні». №3715-VI (2011). Відновлено з <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>.
2. Биков, В.Ю., Спірін, О.М. & Пінчук, О.П. (2017). Проблеми та завдання сучасного етапу інформатизації освіти. *Наукове забезпечення розвитку освіти в Україні: актуальні проблеми теорії і практики (до 25-річчя НАПН України)*, 191-198.
3. Сотников А.Л. & Родионов Н.А. (2011). Итоги конкурса «Физическое моделирование и робототехника-2011». *Теория Механизмов и Машин*, 2011, №2, Том 9, 90-95.
4. Мартинюк, О. С. (2014). Особливості методики навчання студентів (майбутніх учителів фізики та загальнотехнічних дисциплін) основ мікроелектроніки та освітньої робототехніки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*, 14, 50 - 58.
5. Мартинюк, О. С. (2013). Особливості підготовки фахівців у галузі освітньої робототехніки. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна*, 19, 168-170.
6. Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), 16-21.
7. Kröse, B., van den Bogaard, R. & Hietbrink, N. (2000). Programming robots is fun: RoboCup Jr. 2000.
8. Kit, I. V. & Kit, O. G. (2014). Розвиток STEM-освіти в школі. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, (4), 3-4.
9. Морзе, Н.В., Гладун, М.А. & Дзюба, С.М. (2018). Формування ключових і предметних компетентностей учнів робототехнічними засобами STEM-освіти. *Information Technologies and Learning Tools*, 65 (3), 37-52.
10. Барна, О. В. & Балик, Н. Р. (2017). *Впровадження STEM-освіти у навчальних закладах: етапи та моделі*. Збірник матеріалів І регіональної науково-практичної веб-конференції, Тернопіль, 24 травня 2017 р., 3–8. Тернопіль: ТОКШПО.
11. Гриб'юк, О. О. (2017). *Комп'ютерне моделювання та робототехніка в навчально-виховному процесі сучасного навчального закладу*. Матеріали сьомої науково-практичної конференції FOSS Lviv 2017, 38-43.
12. Міністерство освіти і науки України (2017). Проєкт «ІТ-школяр». Відновлено з <https://www.itscholar.com.ua/>.
13. Osadchyi, V., Valko, N. & Kushnir, N. (2019). *Determining the Level of Readiness of Teachers to Implementation of STEM-Education in Ukraine*. ICTERI Workshops, Kherson, Ukraine, June 12-15. CEUR-WS.org, Vol. 2393, 144-155. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-2393/>.
14. Наказ МОН України «Про створення робочої групи з питань впровадження STEM-освіти в Україні». № 188 (2016). Відновлено з <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/normativno-pravove-zabezpechennya/nakazi-mon-ukrayini/>
15. LEGO (2019). *Education WeDo 2.0: Curriculum Preview*. Retrieved from <https://education.lego.com/ru-ru/support/wedo-2/curriculum-preview> .

16. Kushnir, N., Valko, N., Osipova, N. & Bazanova, T. (2018). *Experience of Foundation STEM-School*. Proceedings of the 14th International Conference ICTERI. Volume II: Workshops, pp. 431-446. Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_241.pdf.

REFERENCES (TRASLATED AND TRANSLITERATED)

1. The Law of Ukraine “On Priority Areas of Innovative Activity in Ukraine” №3715-VI (2011). Retrieved from <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/3715-17>.
2. Bykov, V.Yu., Spirin, A.M. & Pinchuk, O.P. (2017) The Problems and Tasks of the Modern Stage of Informatization of Education. *Scientific Support for the Development of Education in Ukraine: Current Problems of Theory and Practice (to the 25th Anniversary of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine)*, 191-198.
3. Sotnikov, A.L. & Rodionov, N.A. (2011). Results of the contest “Physical Modeling and Robotics-2011”. *Theory of Mechanisms and Machines*, 2011, №2, Vol. 9, 90-95
4. Martynyuk, O.S. (2012). Methodological Aspects of Student-Physics Fundamentals of Robotics. *Newsletter of the Chernigiv Taras Shevchenko National Pedagogical University*, 14, 50 – 58.
5. Martyniuk, O. S. (2013). Features of training of specialists in the field of educational robotics. *Collection of scientific works of Kamianets-Podilskiy Ivan Ogiyenko National University. Educational Series*, 19, 168-170.
6. Johnson, J. (2003). Children, robotics, and education. *Artificial Life and Robotics*, 7(1-2), 16-21.
7. Kröse, Ben, Rob van den Bogaard & Niels Hietbrink (2000). Programming robots is fun: RoboCup Jr. 2000.
8. Keith, I. W., & Keith, O. G. (2014). Development of STEM education at school. *Computer in School and Family*, (4), 3-4.
9. Morze, N. V., Gladun, M. A. & Dziuba, S. M. (2018). Formation of key and subject competences of students by means of STEM-robotics. *Information Technologies and Learning Tools*, 65 (3), 37-52.
10. Barna, O. W. & Balyk, N. R. (2017). Implementation of STEM education in educational institutions: stages and models. Proceedings of the 1st Regional Scientific and Practical Web Conference, Ternopil, May 24, 2017, 3-8.
11. Gribyuk, O. O. (2017). Computer simulation and robotics in the educational process of a modern educational institution. *Proceedings of the Seventh FOSS Lviv Scientific Conference 2017*, 38-43.
12. Ministry of Education and Science of Ukraine (2017). IT student Project. Retrieved from <https://www.itscholar.com.ua/>.
13. Osadchyi, V., Valko, N. & Kushnir, N. (2019). *Determining the Level of Readiness of Teachers to Implementation of STEM-Education in Ukraine*. ICTERI Workshops, Kherson, Ukraine, June 12-15. CEUR-WS.org, Vol. 2393, 144-155. Retrieved from <http://ceur-ws.org/Vol-2393/>.
14. Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine “On the establishment of a working group on the implementation of STEM education in Ukraine”. No. 188 (2016). Retrieved from <https://imzo.gov.ua/stem-osvita/normativno-pravove-zabezpechennya/nakazi-mon-ukrayini/>
15. LEGO (2019). *Education WeDo 2.0: Curriculum Preview*. Retrieved from <https://education.lego.com/ru-ru/support/wedo-2/curriculum-preview> .
16. Kushnir, N., Valko, N., Osipova, N. & Bazanova, T. (2018). *Experience of Foundation STEM-School*. Proceedings of the 14th International Conference ICTERI. Volume II: Workshops, pp. 431-446. Retrieved from http://ceur-ws.org/Vol-2104/paper_241.pdf.

Стаття надійшла до редакції 03.08.2019.
The article was received 03 August 2019.

Nataliia Valko

Kherson State University, Kherson, Ukraine

ROBOTICS AS A MEANS OF TRAINING OF FUTURE TEACHERS OF NATURAL AND MATHEMATICAL DISCIPLINES

The article is devoted to the use of robotics as a means of training future teachers to use STEM-technologies in professional activities. The introduction of integrative courses in the study of biology, physics and chemistry requires special training of teachers of natural and mathematical disciplines to form their relevant competencies. Educational robotics, in our opinion, is combined with the study of basic disciplines, is an innovative tool for understanding the integrativity of objects. In a broader sense, robotics is the basis for the perception and support of the social potential of technology, and consequently, the raising of the prestige of the scientific and technological direction of development in society. The study examined curricula for secondary schools from school chemistry courses (grades 7-9), physics (grades 7-9), and biology (grades 6-9). The content of the training materials in these subjects contains hours for the implementation of project activities, which is based on the formation of holistic ideas about the laws of development of science and technology. In the work, we identified topics for each subject that can be implemented using robotics, provided examples of such projects, and also indicated the stages of their creation. In contrast to the prevailing opinion about a robotic project, as a project only on information technology or physics, an example of the transfer of knowledge in physics, chemistry and biology at different stages of the creation of such systems is given. The competencies that are formed as a result of the implementation of STEM-projects in robotics, as well as the types of activities that affect their formation, are determined. An example of the relationship between various activities in STEM-projects on robotics is given. in the process of preparing future teachers of natural mathematical disciplines. This material will help future and practicing teachers in planning their own and student activities to create robotic systems.

Keywords: STEM-education, robotics, future teachers, science and mathematics, research project.