

УДК 378.147

**О.В. Задорожна, Ю.Г. Ковальов***Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету***ОСВІТНЯ РОБОТОТЕХНІКА У НАВЧАННІ ФІЗИКИ**

*Стаття присвячена розгляду питань використання робототехніки на заняттях з фізики у середніх навчальних закладах та вищих закладах освіти, зокрема авіаційного профілю. Проаналізовано стан розвитку робототехніки у Кіровоградській області та по Україні. Розглянуто приклади проектів з використанням роботизованої моделі сортувального пристрою на базі Lego Mindstorms.*

**Ключові слова:** *робототехніка, фізика, оператори складних систем управління, Lego Mindstorms.*

**Актуальність дослідження.** Нові парадигми вищої та середньої освіти спрямовані на адаптацію молоді до інноваційних підходів у наукових дослідженнях та сучасних науково-технічних відкриттів й суспільних потреб.

На сьогоднішній день чи не найперше місце у галузях промисловості займає робототехніка. У словнику Вебстера (Websters English Dictionary) робот визначається як «автономний апарат або пристрій, який здійснює різні дії, властиві людині, і виконує їх начебто під контролем людського розуму».

Винайдені роботи-хірурги (Росія), роботи-офіціанти, вчителі та швейцари (Японія), безпілотний автомобіль Stenly (Стенфордський університет, США), роботи-міношукачі Packbot EOD (Компанія iRobot), роботи-пилососи Roomba, домашній робот-помічник Aido та багато інших [1]. В авіації дуже активно розробляються безпілотні літальні апарати (наприклад, Boeing Phantom Eye, Kaman K-MAX та інші).

Відповідно до сфери застосування робототехніки, її поділяють на наступні види [2]: 1) будівельну (призначені для будівництва споруд різного типу; є здебільшого гібридними та працюють в межах системи керування); 2) промислову (інтелектуальні машини, що використовуються в легкій та важкій промисловості; є автоматизованими (верстати, промислові машини тощо) або використовують систему керування (інтелектуальні машини, що використовуються при видобутку сировини, для розробки свердловин тощо)); 3) побутову (роботи, які допомагають по господарству, виконують розважальну функцію, є помічниками для людей з фізичними вадами; такі машини зазвичай є мобільними, керування ними здійснюється за допомогою маніпуляторів або вербальним шляхом); 4) авіаційну (використання автоматизованих технічних систем в галузі літакобудування, при розробці двигунів, систем управління літальними апаратами тощо); 5) екстремальну (об'єднує у собі військову, космічну та підводну робототехніку; розробки в цій галузі впливають на рівень країни серед інших в світовому масштабі).

Доречним буде виділити окремим пунктом ще й робототехніку, яка має освітню мету, тобто застосовується у школах та ВНЗ для розвитку у учнів вмінь програмування та сприяє інтеграції знань з фундаментальних дисциплін.

Окремо доречно відмітити напрям досліджень у сфері створення штучного інтелекту сучасних роботів, що передбачає створення ефективних алгоритмів машинного зору, а також математичних моделей розпізнавання різноманітних образів.

Аналізуючи літературу з дослідження створення штучного інтелекту [2, 3], можна виділити наступні його ознаки: 1) передача зображення та звуку оператору; 2) самостійне розпізнавання на зображенні (або серед звуків) тих чи інших об'єктів – можливість відрізнити людину від тварини, оцінювати ризик ситуації тощо; 3) відповідна реакція робота на зображення (звук), тобто виконання певних логічних дій, що можуть змінюватися під впливом зовнішніх факторів, що відповідає імітації поведінки людини. Це може стати у нагоді при необхідності виконання роботи в некомфортних для людини умовах (копальні, каналізація, екологічно небезпечні території тощо). Актуальність розвитку таких систем в Україні пов'язана з можливістю використання роботів для видобутку сировини та ресурсів, які наразі не є налагодженими у країні; 4) уміння здобувати та накопичувати знання, класифікувати та оцінювати їх, співвідносити нові знання з минулим досвідом; 5) доповнювати отримані знання за допомогою логічних висновків, планувати свою діяльність; 6) спілкуватись людською мовою.

Враховуючи такі потужні можливості робототехніки та її швидкий розвиток й втілення у повсякденне життя, доцільно вже зараз надавати учням та курсантам можливість працювати з найпростішими роботизованими моделями, вчитися програмувати, аналізувати й узагальнювати ситуацію, застосовувати свої знання у конкретних проектах.

**Аналіз досліджень.** Теоретичним обґрунтуванням впровадження освітньої робототехніки у процес навчання фізики майбутніх учителів фізики займаються О.І. Ляшенко, О.С. Мартинюк та інші.

У Росії впровадження освітньої робототехніки у курс фізики можна прослідкувати за допомогою наукових розробок Л.Г. Беліовської [4], М.Г. Єршова, С.М. В'язова, О.Ю. Калягіної [5] та інших методистів.

Найбільш розповсюдженим у використанні в середніх навчальних закладах є конструктор Lego Mindstorms, у ВНЗ застосовують також конструктор на платформі Arduino.

Досвід використання робототехніки на базі конструктора Lego Mindstorms у Кіровоградській області невеликий. Зокрема, з таким конструктором працюють учні Новопраського НВО під керівництвом Л.О. Мітленко; учні Добровеличківської спеціалізованої ЗОШ-інтернат I-III ст. на чолі з вчителем інформатики Ю.О. Калашником; учні НВО «Багатопрофільний ліцей – фізико-математична школа – ЗОШ I-III ст. №18» під керівництвом О.В. Мажари, вчителя фізики та інформатики.

Причиною такої малої кількості навчальних закладів у нашій області, які працюють з подібними конструкторами, є їхня висока вартість. Але не дивлячись на це, освітній ефект від використання таких засобів навчання досить помітний, оскільки дозволяє учням вивчати не тільки одну дисципліну «Фізика», але й накопичувати знання з таких

предметів як інформатика, математика, логіка, англійська мова та з інших дисциплін, в залежності від тематики проєктів, в яких використовується даний конструктор.

Важливо також відмітити, що створення спільних проєктів на базі Lego Mindstorms сприяє розвитку у школярів їхніх комунікативних здібностей, навичок взаємодії, інженерного мислення, самостійності при прийнятті рішень, творчості. Учні краще розуміють принципи дії різних механізмів, коли вони що-небудь самостійно створюють або винаходять. На уроках фізики такий конструктор можна використовувати з метою демонстрації фізичних процесів (рівномірний рух, поступальний рух, зубчасті та ремінні передачі тощо), виконання лабораторних робіт та дослідних проєктів [6, 7].

В ЗОШ принципи конструювання на базі робототехніки можуть вивчатися також і в окремих гуртках. Досить активно працюють секції робототехніки МАН (наприклад, відділення технічних наук Волинського відділення МАН, яке організує також літню наукову школу «Основи мікроелектроніки та робототехніки», проводить олімпіади з робототехніки на базі Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки та ігри-змагання роботів Сумо).

У ВНЗ робототехніка почала з'являтися досить недавно у вигляді студентських наукових лабораторій (наприклад, Кіровоградська льотна академія НАУ, наукова лабораторія «Робототехніка») та курсів (наприклад, курс «Основи Електроніки та Робототехніки» у Відкритому міжнародному університеті розвитку людини «Україна»). Відкрилися і окремі спеціальності з даного напрямку (наприклад, факультет інформатики та обчислювальної техніки НТУУ Київського політехнічного інституту, спеціальність 7/8.05020102 Комп'ютеризовані та робототехнічні системи).

Впровадження робототехніки у навчальний процес можна також здійснювати за допомогою он-лайн навчання на базі різних інститутів, університетів чи освітніх проєктів (наприклад, освітній проєкт «Лекториум» за посиланням <https://www.lektorium.tv/mooc2/26302>), а також відеолекцій (наприклад, від Івана Шихата-Саркісова [8]).

Але на даний момент не достатньо повно досліджено проблему методики використання робототехніки в авіаційних ВНЗ.

**Мета статті.** Розглянути можливості робототехніки на заняттях з фізики як інструменту для розвитку інтелектуальних здібностей курсантів авіаційних ВНЗ, які не тільки підвищують рівень навчання фізики, але й закладають основи для розвитку професійно необхідних умінь та навичок.

**Виклад основного матеріалу.** Найбільш розповсюдженим у використанні в школах є конструктор Lego Mindstorms, в який входить мікропроцесор або брік (рис.1), різні порти, мотори (для здійснення прямолінійних рухів та повороту робота з різною потужністю) та датчики: ультразвуковий (точність розпізнавання до 1 см); датчик кольору (розпізнавання до 8 кольорів); дотику (розпізнає натискання та звільнення від натискання, удар); датчик-гіроскоп. Цікавим є те, що даний конструктор має математичний блок, який дозволяє віднімати, ділити, множити та брати модуль від результату, а також обчислювати експоненту, створювати власні математичні функції у додаткових (Advanced) опціях.

## Програмований EV3 брік

- Чотири виходи (для моторів)
- Чотири входи (для датчиків)
- USB, Bluetooth чи Wi-Fi з'єднання
- Покращений LCD екран
- 16 MB флеш-пам'яті
- 64 MB оперативної пам'яті
- Порт для SD карток: 32 GB
- Різноманітні вбудовані функції
- 1,000 операцій на секунду
- Підсвітка кнопок мікропроцесору
- Звуки



Рис.1. Програмований блок EV3

Для створення активно діючого робота необхідно володіти знаннями з математики та навичками здійснення математичних операцій.

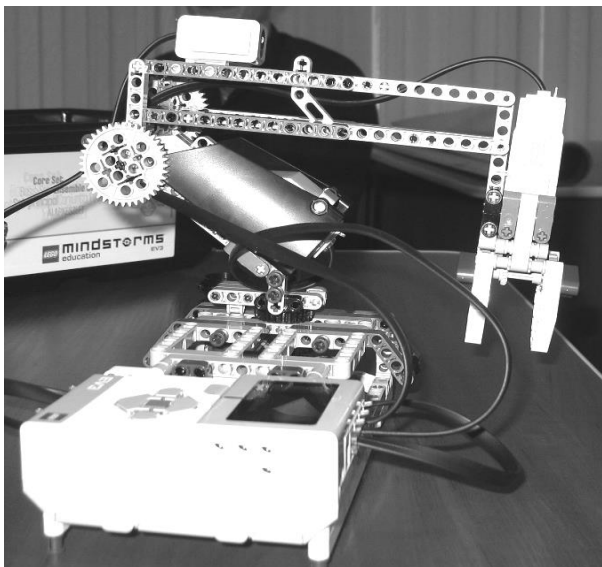


Рис.2. Клешня-манипулятор

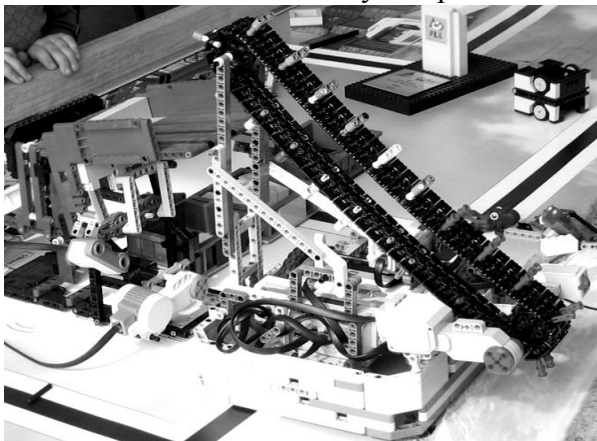


Рис.3. Конвейерная стрічка

Наприклад, для програмування проходження певної відстані роботом, необхідно провести наступні розрахунки. По-перше, потрібно визначити довжину кола  $L$ , яким є ободок колеса:  $L = \pi D$  – це і буде відстань, яку пройде робот за 1 оберт колеса. Тоді кут повороту мотору  $\alpha$  (у градусах) обрахується за формулою:  $\alpha = 360^\circ / (\pi D)$ . Дане значення вводиться у програмований блок мотору, який здійснює даний поворот і відповідно якому рухається робот. Також за допомогою геометрії розраховується і повороти робота на  $360^\circ$ . Наведені приклади досить легкі у математичних обрахунках і є елементарними математичними операціями, але це дозволяє розвивати логіку мислення учнів (студентів) та їхню творчість.

При конструюванні складних роботів із штучним інтелектом, математиці треба буде розв'язати одну з головних завдань робототехніки майбутнього. Її вигляд буде визначатися не тільки конструкціями механічних приводів і платформ, але і конструкцією диференціальних рівнянь.

Досвід роботи з конструктором Lego Mindstorms курсанти КЛА НАУ отримали у зазначених навчальних закладах міста Кіровограда та області, а також представили свої роботи на IT-фестивалі, проведеному 12.04.2016 р. у КЛА НАУ, та на XXXVI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і курсантів «Авіація і космонавтика: стан, досягнення і перспективи», присвяченій Всесвітньому Дню авіації і космонавтики.

Одним з проєктів було вирішення проблеми сортування багажу в аеропортах, оскільки правильне сортування та розміщення багажу в літаку впливають на його центрування та відповідно на стійкість літака у польоті та його безпеку.

Сортування може здійснюватися як вручну, так і за допомогою автоматизованих пристроїв або конвеєрів. Під час роботи над проєктами було розроблено і втілено дві моделі роботизованої системи сортування: 1) за допомогою маніпулятора-клевні; 2) за допомогою конвеєрної стрічки.

Модель 1. Переміщення вантажу здійснюється за допомогою клеви-маніпулятора (рис.2). Попередньо маркований вантаж (кольорова наклейка) розпізнається датчиком кольору і переміщується по запрограмованому маршруту.

Модель 2. Система передбачає дві складові: сортувальний тунель і конвеєрна стрічка на колісній базі (рис.3). Робот-конвеєр після натискання датчику дотику переміщується до сортувального тунелю, після чого запускається конвеєрна стрічка. Ультразвуковий датчик сортувального тунелю виявляє це, і запускає роботу серво-мотора сортувального тунелю, який розділяє вантаж на три категорії: великогабаритний, середньогабаритний, невеликий.

Також можливе поєднання цих двох моделей для сортування по групі ознак. У Lego Mindstorms EV3 процесор здійснює свою роботу на платформі EV3, яка базується на новій прошивці на базі ОС Linux. У роботі були використані наступні датчики: 1) датчик дотику: розпізнає команди у вигляді ударів, поштовхів, дотиків або їх відсутності. Також можна задати послідовність дії, які будуть активовані єдиним або декількома натисканнями; 2) датчик кольору для розпізнавання семи кольорів і визначення їх відсутності, який ідентифікує кольору і при яскравому сонячному освітленні і в умовах сутінків; 3) ультразвуковий датчик, який може вимірювати відстані до об'єктів в межах 1 – 250 см. Робот може в повній темряві виявити перешкоду, визначити відстань до нього і змінити напрямок свого руху [4].

**Висновки.** Впровадження освітньої робототехніки в навчальний процес є проміжною ланкою, адаптацією молоді до майбутнього інноваційного суспільства, до якого призведе четверта інформаційно-технологічна революція.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко А.І. Світові тенденції та практичні досягнення у проблемі штучного інтелекту [Текст]/ А.І. Шевченко // Стан та перспективи розвитку інформатики в Україні. – К.: Наукова думка, 2010. – С. 561 – 572.
2. Сайт «Науковий блог НаУ «Острозька Академія». Штучний інтелект як наука та технологія створення інтелектуальних роботів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://naub.oa.edu.ua/2013/shtuchnyj-intelekt-yak-nauka-ta-tehnolohiya-stvorennya-intelektualnyh>
3. Нікольський, Ю. В. Системи штучного інтелекту [Текст] / Ю.В.Нікольський. – Л.: Магнолія, 2010.

4. Белиовская Л.Г. Роботизированные лабораторные работы по физике: Пропедевтический курс физики / Л.Г. Белиовская, А.Е. Белиовский. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 164 с.
5. Вязовов С.М. Соревновательная робототехника: приемы программирования в среде EV3: учебно-практическое пособие / С.М. Вязовов, О.Ю. Калягина, К.А. Слезин. – М.: Издательство «Перо», 2014.
6. Мажара О.В. Презентація «Використання робототехніки на уроках фізики» [Електронний ресурс] / О.В.Мажара. – Режим доступу: <https://sway.com/WzkbnPVol6kbKqQS>
7. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Mindstorms\\_\(серия\\_LEGO\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Mindstorms_(серия_LEGO)). – Mindstorms (серия LEGO).
8. Сайт «Blog.imena.ua». Чотири корисні відео-лекції про роботів [Електронний ресурс] / І. Шихат-Саркисов. – Режим доступу: <http://www.imena.ua/blog/robots-lections/>

**Oksana Zadorozhna, Yuriy Kovalyov**

*Kirovohrad Flight Academy of the National Aviation University*

**EDUCATION ROBOTICS IN TEACHING PHYSICS**

*In this article, the issues of using robotics in the physics lessons at the secondary schools and higher education institutions, in the above privacy of aviation profile are discussed. In this work, the urgency of these issues is indicated and consist in a high rate of growth of robotics in industry and in the other social spheres of man. Different examples of modern robots used in industry, home and other spheres of human activity are given. In this article, the issues of artificial intelligence: its symptoms and the necessary knowledge to create it are discussed also. The use of Lego Mindstorms designer in Ukraine, in the above privacy in the Kirovograd region is analysed. In this article, the positive aspects of the using educational Lego on the lessons of physics are indicated. The basic educational secondary schools and higher education institutions, which use an educational robotics are revealed. The examples of projects of students from the Kirovograd Flight Academy of NAU using a robotic device model screening luggage at airports on the basis of Lego Mindstorms are considered. Sensors of specified constructor such as touch sensor, colour sensor, ultrasonic sensor and its possibilities are described.*

**Keywords:** robotics, physics, operators of complex control systems, Lego Mindstorms.

**Задорожная Оксана, Юрий Ковалёв**

*Кировоградская летная академия Национального авиационного университета*

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ РОБОТОТЕХНИКА В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКИ**

*Статья посвящена рассмотрению вопросов использования робототехники на занятиях по физике в средних учебных заведениях и высших, в частности авиационного профиля. Проанализировано состояние развития робототехники в Кировоградской области и по Украине в целом. Рассмотрено примеры проектов с использованием роботизированной модели сортировочного устройства на базе Lego Mindstorms.*

**Ключевые слова:** робототехника, физика, операторы сложных систем управления, Lego Mindstorms.

**ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Задорожна Оксана Володимирівна** – кандидат педагогічних наук, Кіровоградська льотна академія НАУ, старший викладач кафедри фізико-математичних дисциплін КЛІА НАУ.

*Коло наукових інтересів:* створення та використання педагогічних програмних засобів навчання фізики.

**Юрій Григорович Ковальов** – кандидат технічних наук, Кіровоградська льотна академія НАУ, доцент кафедри фізико-математичних дисциплін КЛІА НАУ.

*Коло наукових інтересів:* професійна спрямованість навчання при викладанні фізики.