

УДК [378.147:621.37]:004.02
DOI: 10.31499/2307-4906.1.2020.208173

РОБОТОТЕХНІКА ЯК ОБ'ЄКТ ВИВЧЕННЯ МАЙБУТНІМИ УЧИТЕЛЯМИ ФІЗИКИ В МЕЖАХ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ СУЧАСНОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ»

Ільніцька Катерина, викладач кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання,
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини.

ORCID: 0000-0002-6179-5543

E-mail: e-ilnitskaja@udpu.edu.ua

*У статті розглядаються інноваційні тенденції розвитку сучасної техносфери, зв'язок робототехніки з фізикою, інформатикою, сучасною електронікою. Визначається роль і місце робототехніки як об'єкта вивчення майбутніми учителями фізики в курсі «Основи сучасної електроніки». Показано, що існує проблема змісту підготовки вчителя фізики в галузі робототехніки. Вказуються основні фактори, що визначають її вирішення. Розглядаються особливості вивчення робототехніки в межах дисципліни «Основи сучасної електроніки». Сформульовано цілі та визначено основні питання навчальної програми, а також теми курсу «Основи сучасної електроніки» для вивчення робототехнічних систем майбутніми учителями фізики.
Ключові слова: робототехніка, технічна та цифрова компетентності, навчання фізики, сучасна електроніка, STEM-освіта, робототехнічні системи, мікроелектроніка, вчитель фізики.*

ROBOTICS AS AN OBJECT OF STUDYING BY FUTURE TEACHERS OF PHYSICS WITHIN THE DISCIPLINE “BASES OF MODERN ELECTRONICS”

Ilnitska Kateryna, Lecturer at the Department of Physics and Astronomy and Methods of its Teaching, Pavlo Tychyna Uman State Pedagogical University.

ORCID: 0000-0002-6179-5543

E-mail: e-ilnitskaja@udpu.edu.ua

The article deals with the innovative tendencies of modern technosphere development, connection of robotics with physics, informatics, and modern electronics. The role and place of robotics as an object of study for future teachers of physics in the course «Fundamentals of modern electronics» is determined. Possibilities of robotics during the studies are considered in the discipline of «Fundamentals of Modern Electronics» as a tool for the formation of technical and digital competences of future teachers of physics.

It is shown that there is a problem of content training of physics teacher in the field of robotics. The substantive, methodological and technical aspects of the organization of robotics classes are discussed in the works of scientists, teachers, teachers of additional education, methodologists and engineers. However, the issue of training of highly qualified teachers, in particular, physics, capable of teaching the basics of robotics to the next generation of robotics, has not yet been fully understood. In particular, there is no proposed logically structured and effective methodological system for the study of robotics for future physics teachers. The features of studying robotics within the discipline of «Fundamentals of Modern Electronics» are considered.

The study of the teaching of physical disciplines in general and higher pedagogical educational

institutions, the analysis of educational standards and programs in the context of the global development of robotics, suggests that the inclusion of the concepts of robotics in the general list of fundamental physical terms and concepts is necessary.

The goals and main questions of the curriculum, as well as the topics of the course «Basics of modern electronics» for the study of robotic systems are formulated in the article.

Keywords: *robotics, technical and digital competences, physics training, modern electronics, STEM education, robotic systems, microelectronics, physics teacher.*

З прийняттям Європейською комісією у 2010 році «Цифрового порядку денного» (Digital agenda) було окреслено цілі, однією із яких є підвищення у громадян європейських країн рівня володіння ІКТ навичками (ICT practitioner skills), у тому числі цифровою і медіа грамотністю (digital/media literacy), е-навичками (eSkills). Цифрова культура сьогодні – це частина повсякденної культури громадянина інформаційного суспільства. Бурхливий розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, мікроелектроніки, робототехніки, стрімке поширення апаратних і програмних засобів обчислювальної техніки активно змінюють риси сучасної цивілізації. Електронно-обчислювальна та робототехніка визначає технічний та науковий прогрес практично в усіх сферах людської діяльності, не оминаючи освітню.

Перетворення в сучасній техносфері і оновлення технічної діяльності соціуму неодмінно повинні знаходити відображення в змісті шкільної та вищої освіти. Навчання повинне бути орієнтоване на формування знань, умінь і компетенцій, що дозволяють молодому поколінню успішно інтегруватися в сучасні соціотехнічні системи, ефективно підтримувати і розвивати науково-технічний потенціал суспільства. Удосконалення змісту політехнічного навчання має здійснюватися у напрямках STEM-освіти. Одним з таких напрямків є робототехніка.

У світовій системі освіти робототехніка (РТ) фігурує вже більше 20 років. Активність же України в робототехнічній творчості істотно зросла лише в останні роки.

Змістовні, методичні та технічні аспекти організації занять з робототехніки обговорюються в роботах науковців, вчителів, педагогів, методистів та інженерів. Зарубіжний дослідник М. Берс [8] розкриває можливість ознайомлення через робототехніку дітей 4–7 років з технологіями і інженерними компонентами STEM. А. Карберрі приділяє увагу завданням політехнічної підготовки випускників. Формування технічних знань та вмінь відбувається за рахунок тісного зв'язку фізики і робототехніки, яка забезпечує технічну культуру учнів [9]. За Д. Х. Джонассеном [10], робототехніка – це технологія розробки та коригування моделі робота за допомогою комп'ютерного середовища. Дана технологія сприяє формуванню критичного мислення учнів. У своїй статті А. Кейснер, Ж. Раффі, С. Вунш-Вінсент, Б. Міллер і Д. Р. Аткинсон аналізують інноваційну систему в сфері робототехніки і роль інтелектуальної власності в цілому [11]. Теоретичним обґрунтуванням впровадження освітньої робототехніки у процес навчання майбутніх учителів фізики займаються О. І. Ляшенко, О. С. Мартинюк та інші. І. В. Кіт та О. Г. Кіт визначають особливості вивчення робототехніки за навчальним курсом «Технологія створення робототехнічних систем» [3]. О. С. Мартинюком розглянуті окремі методичні аспекти підготовки майбутніх фахівців у галузі освітньої робототехніки [4]. О. В. Задорожна, Ю. Г. Ковальов розкривають питання використання робототехніки на заняттях з фізики у закладах загальної середньої освіти та закладах вищої освіти, зокрема авіаційного профілю [1].

Д. В. Соменко та О. О. Соменко проаналізували переваги використання апаратно-обчислювальної платформи Arduino для створення навчального фізичного обладнання із застосуванням ЕОТ [7]. Н. В. Морзе, О. В. Струтинська, М. А. Умрик висвітлили питання впровадження освітньої робототехніки як складової STEM-освіти [5]. Авторськими колективами створені програми курсів за вибором «Робототехніка» для учнів середньої та старшої школи.

Проте питання підготовки висококваліфікованих вчителів, зокрема фізики, здатних після закінчення ЗВО до навчання нового покоління основам робототехніки, досі розкриті не повністю. Зокрема, не запропоновано логічно структурованої та ефективної методичної системи вивчення робототехніки майбутніми учителями фізики. Цим обумовлена актуальність даного дослідження.

Мета статті: розглянути питання впровадження робототехніки в систему вищої педагогічної освіти задля забезпечення рівня розвитку технічної та цифрової компетентностей майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти. Висвітлити можливості робототехніки під час вивчення дисципліни «Основи сучасної електроніки».

Відповідно до «Проекту Концепції STEM-освіти в Україні» [6], до основних принципів впровадження STEM-освіти можна віднести особистісний підхід, що орієнтує на врахування вікових, індивідуальних особливостей учнів, наявних інтересів, нахилів; постійне оновлення змісту відповідно до розвитку науки та технологій; цілісності, що передбачає створення цілісної національної системи впровадження STEM-освіти як складової єдиного освітнього простору України; спрямованість на підвищення конкурентноздатності людського потенціалу держави; формування продуктивної мотивації учасників STEM-процесу до здійснення науково-дослідницької та проєктної діяльності, винахідництва, участі у різноманітних конкурсах та фестивалях.

Одним із напрямів розвитку STEM-освіти є робототехніка. Робототехніка – прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих технічних систем, є одним з перспективних напрямів в галузі інформаційних технологій. Фундаментом для робототехніки слугують електроніка, механіка та програмування. Переважну більшість сучасних технічних галузей не можливо уявити без використання роботизованих систем виробництва. В свою чергу, розвиток таких галузей виробництва потребує підготовки кваліфікованих фахівців. Це, безумовно, ставить нові завдання перед сучасною системою освіти. Відповідні рішення на державному рівні вже приймаються в ряді країн. Так, для систем освіти США і Великобританії є пріоритетними цілеспрямована підготовка школярів (і навіть дітей дошкільного віку) в галузі інформатики та робототехніки, формування у них практичної готовності до виконання різних технічних проєктів.

Зрозуміло, що пропорційно цьому процесу має відреагувати вища педагогічна освіта, особливо це стосується підготовки вчителів фізико-математичного профілю. Сучасний вчитель фізики повинен мати: відповідні знання і володіти практичними навичками з конструювання, програмування, виготовлення моделей; вміння оперувати отриманими знаннями у самостійній конструкторській діяльності, а в майбутньому – формувати ці навички та логічне мислення в учнів [2].

Робототехніка, як відомо, є міждисциплінарною областю знань. Тому цим слід обов'язково керуватися при розробці методичних підходів до впровадження робототехніки як об'єкта вивчення в систему вищої педагогічної освіти. На нашу

думку, основними чинниками, які повинні бути враховані при розробці моделей впровадження робототехніки в освітню програму ЗВО є: стрімкий розвиток робототехніки як області науково-технічного знання, різноманіття видів роботів і широкий спектр областей їх застосування; необхідність знання основ робототехніки як умови адаптації та інтеграції людини в сучасну техносферу; міждисциплінарність робототехніки як об'єкта вивчення; необхідність узгодження предметних програм навчання як умова якісного освоєння студентами теорії і практики створення і використання робототехнічних систем; необхідність практичної підготовки студентів до моделювання та конструювання найпростіших роботів; дотримання наступності навчальних програм різних рівнів освіти; необхідність диференційованого підходу до навчання, виявлення обдарованих учнів, їх підтримки в рамках програм індивідуального розвитку; зв'язок змісту предметного навчання з позааудиторною роботою, конкурсною діяльністю, присвяченою робототехніці.

На базі кафедри фізики і астрономії та методики їх викладання Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини для студентів спеціальності «Фізика» організовано гурток під назвою «Впровадження елементів робототехніки на уроках фізики основної школи». Його робота передбачає: ознайомлення студентів з основами сучасної робототехніки; формування теоретичних і практичних навичок проектування та конструювання вузлів робототехнічних систем; вивчення методики упровадження елементів освітньої робототехніки при вивченні інших предметів; вивчення методичних особливостей підготовки учнів до участі в різних робототехнічних конкурсах, турнірах.

Вивчення елементів сучасної мікроелектронної та комп'ютерної техніки, основ промислової та освітньої робототехніки передбачає раціоналізацію структури й змісту освітнього процесу, удосконалення техніки проведення демонстрацій, лабораторних робіт та робіт практикуму, їх модернізацію, оновлення форм, методів і засобів навчання [4]. Фундаментом для робототехніки слугують механіка, програмування та електроніка. Зрозуміло, що знань, здобутих студентами під час вивчення розділу «Механіка» в курсі «Загальної фізики» достатньо (за умови ефективності освітнього процесу), для виготовлення найпростішого робота. Проте, для виготовлення електроніки робота необхідні як знання з фізики, так і навички з розрахунку радіоелектронних конструкцій.

Тому доцільним вважаємо включення елементів системи знань з робототехніки в робочу програму з дисципліни «Основи сучасної електроніки». Згідно навчального плану підготовки вчителів фізики за спеціальністю 014.08 Середня освіта (Фізика) «Основи сучасної електроніки» – повнопредметна начальна дисципліна, на вивчення якої протягом двох семестрів відводиться 120 годин: 20 годин – на лекції, 36 годин – на лабораторні роботи, 64 години – на самостійну роботу. Нами розроблено робочу навчальну програму (табл. 1) цієї дисципліни із врахуванням того, що перед початком введення понять та виконанням лабораторних робіт з робототехніки студент повинен знати:

- фізичні закони з даної області;
- основні радіоелектронні компоненти, їх призначення, основні технічні характеристики;
- схеми включення електронних компонентів;
- найпростіші електронні схеми та методику їх розрахунку, а також володіти уявленнями про мікропроцесорну техніку та основи програмування мікропроцесорів, а також STEM-технології.

Виконання робочої програми спрямоване на досягнення головної мети впровадження робототехніки в систему вищої педагогічної освіти – забезпечення рівня розвитку технічної та цифрової компетентностей майбутніх учителів фізики в умовах STEM-освіти.

Основні цілі застосування робототехніки в освітньому процесі в межах дисципліни «Основи сучасної електроніки»:

- 1) демонстрація ролі електроніки як науки в створенні робототехніки;
- 2) демонстрація можливостей робототехніки як напрямку розвитку STEM-освіти;
- 3) підвищення якості навчання: розширення і поглиблення предметних знань; систематизація знань, усвідомлення взаємозв'язку наук і навчальних дисциплін; розвиток уявлень про сучасний фізичний експеримент як метод пізнання;
- 4) розвиток технічної і цифрової компетентностей майбутніх учителів фізики.

Таблиця 1

**Програма початкової дисципліни
«Основи сучасної електроніки»**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. ЕЛЕКТРОННІ ПРИЛАДИ	
Тема 1.1.	Предмет і методи сучасної електроніки
Тема 1.2.	Напівпровідники та їхні властивості
Тема 1.3.	Напівпровідникові резистори та діоди
Тема 1.4.	Транзистори. Тиристори
Тема 1.5.	Інтегральні мікросхеми
Тема 1.6.	Випрямлячі та пристрої перетворювальної техніки
Тема 1.7.	Електронні підсилювачі та генератори
Тема 1.8.	Дискретні електронні пристрої
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. МІКРОПРОЦЕСОРНА ТЕХНІКА	
Тема 2.1.	Структурна схема мікропроцесора
Тема 2.2.	Типова структура мікропроцесорної системи
Тема 2.3.	Мікроконтролери
Тема 2.4.	Основи програмування мікропроцесорів
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. STEM-ОСВІТА В СИСТЕМІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ	
Тема 3.1.	Теоретичні аспекти інноваційної моделі STEM-освіти
Тема 3.2.	STEM-технології як засіб формування інформаційно-цифрової компетентності
Тема 3.3.	STEM-освіта як інноваційний підхід до розвитку природничо-математичної освіти
Тема 3.4.	Підготовка майбутніх учителів фізики в умовах впровадження STEM-освіти
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. РОБОТОТЕХНІКА ЯК НАПРЯМ STEM-ОСВІТИ	
Тема 4.1.	Загальні відомості про робототехніку та галузі її застосування
Тема 4.2.	Програмна платформа Arduino UNO. Основи схемотехніки
Тема 4.3.	Аналогові і цифрові датчики. Створення проектів
Тема 4.4.	3D-моделювання
Тема 4.5.	Використання апаратно-програмного комплексу Arduino в інноваційній діяльності майбутніх учителів фізики та учнів

Конструктивно-технічна робота студентів та заняття робототехнікою забезпечать:

- 1) ефективність вивчення та засвоєння матеріалу зі спеціальності, здатність висловлювати свої думки чітко, переконливо, посилаючись на відомі закони фізики та додаткові джерела інформації;
- 2) схильність до аналітичної діяльності, винахідливості, прагнення до глибокого вивчення конструювання і досконалого знання радіоелектронних приладів та засобів робототехніки;
- 3) уміння приймати правильні рішення із врахуванням усіх можливих факторів, бажання вивчити технологію виробництва, досягти розуміння можливостей технологічних процесів;
- 4) уміння використовувати сучасну обчислювальну техніку, вільно володіти математичним апаратом, прагнення до створення цікавого й нового.

Дослідження стану викладання фізичних дисциплін у закладах загальної середньої та вищої освіти, аналіз освітніх стандартів та програм в контексті світового розвитку робототехніки дає підстави стверджувати, що включення понять робототехніки у загальний перелік фундаментальних фізичних термінів і уявлень є необхідним. Основним джерелом отримання інформації з галузі робототехніки майбутніми вчителями фізики є матеріал дисципліни «Основи сучасної електроніки». Перспективи подальших розвідок вбачаємо у розробці лабораторних робіт з робототехніки в межах дисципліни «Основи сучасної електроніки». Виконання лабораторних робіт в межах курсу дозволить не лише набути необхідних знань з робототехніки учасниками освітнього процесу, а й розвинути цифрову й технічну компетентності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Задорожна О. В., Ковальов Ю. Г. Освітня робототехніка у навчанні фізики. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. 2016. Вип. 9(2). С. 120–125.
2. Ільницька К. До питання про формування технічної компетентності майбутніх учителів фізики у процесі застосування засобів сучасної електроніки й комп'ютерної техніки в навчальному фізичному експерименті *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. 2016. Вип. 10(2). С. 52–56.
3. Кіт І. В., Кіт О. Г. Методичні особливості курсу «Технологія створення робототехнічних систем». *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2015. № 8. С. 45–46.
4. Мартинюк О. С. Особливості методики навчання студентів (майбутніх учителів фізики та загальнотехнічних дисциплін) основ мікроелектроніки та освітньої робототехніки. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова*. 2014. Вип. 14. С. 50–58.
5. Морзе Н. В., Струтинська О. В., Умрик М. А. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2018. Вип. 5. С. 178–187. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/>
6. Проект Концепції STEM-освіти в Україні. URL: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf.
7. Соменко Д. В., Соменко О. О. Використання можливостей апаратно-обчислювальної платформи Arduino в лабораторному практикумі з фізики. *Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка*. 2016. Вип. 9(1). С. 173–184.
8. Bers, M. et al. Teachers as Designers: Integrating Robotics in early Childhood education. *Information Technology in Childhood Education*, 2002. P. 123–145.
9. Carberry A. R., McKenna A. F. Exploring students' conceptions of modeling and modeling uses in en-

- gineering design. *Journal of Engineering Education*. 2014. Vol. 103. № 1. P. 77–91.
10. Jonassen D. H. Computers as mindtools for schools. *Prentice Hall*. 2006. 253 p.
 11. Keisner A., Raffo J., Wunsch-Vincent S. Robotics: Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property. *Foresight and STI Governance*. 2016. Vol. 10. № 2. P. 7–27.
 12. Miller B., Atkinson R. D. Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them? *The Information Technology and Innovation Foundation*. 2016. Vol. 10. № 2. URL: <https://foresight-journal.hse.ru/data/2017/01/20/1116151283/2-2016.pdf>.
 13. Framework for 21st Century Learning, 2010. URL: http://www.p21.org/index.php?option=com_content&task=view&id=254&Itemid=119.

REFERENCES

1. Zadorozhna, O. V., Kovalov, Yu. H. (2016). Osvitnia robototekhnika u navchanni fizyky. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka*, 9(2), 120–125 [in Ukrainian].
2. Ilnitska, K. (2016). Do pytannia pro formuvannia tekhnichnoi kompetentnosti maibutnikh uchyteliv fizyky u protsesi zastosuvannia zasobiv suchasnoi elektroniky y komp'uternoï tekhniky v navchalnomu fizychnomu eksperymentï. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka*. 10(2), 52–56 [in Ukrainian].
3. Kit, I. V., Kit, O. H. (2015). Metodychni osoblyvosti kursu «Tekhnolohiia stvorennia robototekhnichnykh system». *Kompiuter u shkoli ta simi*, 8, 45–46 [in Ukrainian].
4. Martyniuk O. S. (2014). Osoblyvosti metodyky navchannia studentiv (maibutnikh uchyteliv fizyky ta zahalnotekhnichnykh dystsyplin) osnov mikroelektroniky ta osvithoi robototekhniky. *Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova*, Issue 14, 50–58 [in Ukrainian].
5. Morze, N. V., Strutynska, O. V., Umryk, M. A. (2018). Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam rozvytku STEM-osvity. *Vidkryte osvithie e-seredovyshe suchasnoho universytetu*, Issue 5, 178–187. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/> [in Ukrainian].
6. Proekt Kontseptsii STEM-osvity v Ukraini. URL: http://mk-kor.at.ua/STEM/STEM_2017.pdf [in Ukrainian].
7. Somenko, D. V., Somenko, O. O. (2016). Vykorystannia mozhlyvostei aparatno-obchysliuvalnoi platformy Arduino v laboratornomu praktykumi z fizyky. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka*, Issue 9(1), 173–184 [in Ukrainian].
8. Bers, M. (2002). Teachers as Designers: Integrating Robotics in early Childhood education. *Information Technology in Childhood Education*, 123–145.
9. Carberry, A. R., McKenna, A. F. (2014). Exploring students' conceptions of modeling and modeling uses in en-gineering design. *Journal of Engineering Education*. Vol. 103, 1, 77–91.
10. Jonassen, D. H. (2006). Computers as mindtools for schools. *Prentice Hall*.
11. Keisner, A., Raffo, J., Wunsch-Vincent, S. Robotics (2016). Breakthrough Technologies, Innovation, Intellectual Property. *Foresight and STI Governance*, Vol. 10, 2, 7–27.
12. Miller, B., Atkinson, R. D. (2016). Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them? *The Information Technology and Innovation Foundation*, Vol. 10, 2. URL: <https://foresight-journal.hse.ru/data/2017/01/20/1116151283/2-2016.pdf>
13. Framework for 21st Century Learning, 2010. URL: http://www.p21.org/index.php?option=com_content&task=view&id=254&Itemid=119