

Scientific journal

PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION

Has been issued since 2013.

Науковий журнал

ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА

Видається з 2013.

ISSN 2413-158X (online)

ISSN 2413-1571 (print)

<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Струтинська О.В. Зарубіжний досвід навчання освітньої робототехніки. Фізико-математична освіта. 2019. Випуск 3(21). С. 140-149.

Strutynska O. Foreign experience in teaching of the educational robotics. Physical and Mathematical Education. 2019. Issue 3(21). P. 140-149.

DOI 10.31110/2413-1571-2019-021-3-021

УДК 373.5.016:004.896 + 378.016:004.896

О.В. Струтинська

Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова, Україна

o.v.strutynska@npu.edu.ua

ORCID: 0000-0003-3555-070X

ЗАРУБІЖНИЙ ДОСВІД НАВЧАННЯ ОСВІТНЬОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто зарубіжний досвід навчання освітньої робототехніки в закладах освіти, а також досвід підготовки вчителів робототехніки. Популярність освітньої робототехніки пов'язана із розширенням сфери використання роботів.

Формулювання проблеми. Стрімкий розвиток робототехнічної галузі спричиняє потребу в підготовці відповідних кваліфікованих фахівців, оскільки вже зараз існує нагальна потреба у спеціалістах з розробки, конструювання та програмування роботів. Це сприяє зростанню популярності робототехніки як освітнього тренду в Україні та світі. Для ефективного впровадження освітньої робототехніки у навчальний процес в Україні важливим є вивчення зарубіжного досвіду її навчання учнів та підготовки майбутніх вчителів робототехніки.

Матеріали і методи. У процесі дослідження використовувались такі методи дослідження, як системний аналіз наукових і методичних джерел з проблеми дослідження, аналіз популярності робототехніки як прикладної галузі та освітнього тренду, порівняння зарубіжних навчальних програм з освітньої робототехніки в закладах шкільної, позашкільної та університетської освіти.

Результати. Вивчення зарубіжного досвіду навчання освітньої робототехніки в закладах шкільної та позашкільної освіти, а також підготовки вчителів робототехніки показало, що освітня робототехніка за кордоном є популярним напрямом у закладах позашкільної освіти, що пов'язано з тим, що, в основному, не існує систематичного її впровадження в шкільні навчальні програми. Підходи до її навчання мають несистемний характер, в основному, організовані в позаурочний час як курси для учнів, літні школи, табори, в т.ч. для підготовки до змагань з робототехніки. Підготовка майбутніх учителів робототехніки в деяких країнах відбувається в рамках магістерських програм, в які її інтегрують як окремі модулі інформатики та/або STEM-предметів. Але, в основному, в багатьох зарубіжних країнах для підвищення кваліфікації практикуючих вчителів організовані різноманітні курси, тренінги, семінари, вебінари з робототехніки.

Висновки. Підготовка майбутніх фахівців у галузі робототехніки потребує оновлення змісту навчання шкільної та університетської освіти відповідно до вимог сьогодення. Тому на сьогодні особливого значення набувають питання впровадження робототехніки у навчальний процес закладів освіти як обов'язкової складової. Вивчення та аналіз досвіду зарубіжних країн з питань навчання освітньої робототехніки дозволить використати кращі методики в Україні для підготовки майбутніх учителів, які будуть навчати освітньої робототехніки.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: освітня робототехніка, навчання освітньої робототехніки, підготовка вчителів робототехніки, зарубіжний досвід.

ВСТУП

Постановка проблеми. На теперішній час робототехніка є однією з найперспективніших галузей інформаційно-комунікаційних технологій, тенденції розвитку якої показують, що в найближчі роки вона може стати основою світової економіки. Це пов'язано з тим, що функціонування сучасних виробництв, таких, наприклад, як автомобілебудування, мікроелектроніка, верстатобудування, військова, космічна, галузі, авіація, медицина, сфера обслуговування, побут тощо, на сьогодні складно реалізувати без використання роботизованих систем.

Стрімкий розвиток робототехнічної галузі, в свою чергу, спричиняє потребу в підготовці відповідних кваліфікованих фахівців, оскільки вже зараз існує нагальна потреба у спеціалістах з розробки, конструювання та програмування роботів (The Future of Jobs Report, 2018).

Вищезазначені фактори сприяють зростанню популярності робототехніки як освітнього тренду в Україні та світі. Крім того, робототехніка є популярним та ефективним методом для вивчення важливих галузей науки, конструювання

та базується на активному використанні сучасних технологій у виробництві, ІКТ й високому інтелектуальному рівні фахівців, які будуть працювати в умовах інноваційної економіки (Морзе&Струтинська&Умрик, 2018; Струтинська, 2019).

Для ефективного впровадження освітньої робототехніки у навчальний процес в Україні важливим є вивчення зарубіжного досвіду її навчання учнів та підготовки майбутніх вчителів робототехніки, на що й спрямоване дане дослідження.

Актуальність дослідження. Підготовка майбутніх фахівців у галузі робототехніки потребує оновлення змісту навчання шкільної та університетської освіти відповідно до вимог сьогодення. Як відомо, робототехніка є ефективним засобом інженерної освіти школярів у всьому світі. Для залучення дітей до технічної творчості і стимулювання розвитку інженерного мислення необхідні кваліфіковані вчителі, компетентні не тільки з програмування, фізики, електроніки, а й з методики навчання, педагогіки, психології (Іонкіна, 2018). Тому завданням педагогічних університетів є підготовка майбутніх учителів для роботи зі школярами відповідно до сучасних тенденцій, стандартів і вимог сьогодення, в тому числі й майбутніх вчителів робототехніки.

Таким чином на сьогодні особливого значення набувають питання впровадження робототехніки у навчальний процес закладів вищої освіти як обов'язкової складової підготовки майбутніх учителів (Струтинська, 2019).

Питання підготовки майбутніх учителів, які зможуть навчати освітньої робототехніки, розглядаються в роботах Н.В. Морзе, О.С. Мартинюка, Р.С. Белзєцького, М.А. Гладун, О.В. Задорожної, Ю.Г. Ковальова, В.А. Корабльова, Т.Л. Мазурок, С.С. Пахачука, В.В. Черних та ін.

В Україні питанням розвитку робототехніки в рамках навчального процесу в школах приділяється недостатньо уваги. Її навчання відбувається епізодично: у процесі навчання інформатики, ІКТ, технологій, в позашкільній освіті, але на цей час системний підхід до навчання освітньої робототехніки в українських школах відсутній. Це пов'язано з тим, що за державним стандартом освіти на сьогодні не існує окремої освітньої галузі "Робототехніка" (Струтинська&Баранов, 2019).

Однак, можливості використання освітньої робототехніки у навчальному процесі шкільних та позашкільних закладів освіти розглядають такі науковці та практики, як Н.В. Морзе, І.О. Арсеньєв, С.С. Баранов, А.Д. Василюк, М.А. Гладун, І.В. Кіт, О.Г. Кіт, О.М. Кривонос, В.Ю. Луценко, І.О. Пихтіна, І.Б. Стеценко, Н.А. Хараджян та ін.

Для визначення ефективних шляхів впровадження освітньої робототехніки в школи та університети України важливим фактором є вивчення відповідного зарубіжного досвіду її навчання та підготовки вчителів. На теперішній час цим питанням серед дослідників приділено недостатньо уваги. Тому зазначені міркування і визначають актуальність даного дослідження.

Метою написання статті є вивчення зарубіжного досвіду навчання освітньої робототехніки в закладах шкільної та позашкільної освіти, а також досвіду підготовки вчителів робототехніки; з'ясування можливостей використання цього досвіду для навчання освітньої робототехніки українських школярів та підготовки вчителів, які будуть навчати освітньої робототехніки.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У процесі дослідження використовувались такі методи дослідження, як системний аналіз наукових і методичних джерел з проблеми дослідження, аналіз популярності робототехніки як прикладної галузі та освітнього тренду, аналіз досліджень Всесвітнього економічного форуму (*World Economic Forum* - WEF) стосовно розвитку професій майбутнього; аналіз Інтернет-джерел, присвячених навчанню освітньої робототехніки в Україні й за кордоном та підготовці вчителів робототехніки; порівняння зарубіжних навчальних програм з освітньої робототехніки в закладах шкільної, позашкільної та університетської освіти.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

На сьогодні робототехніка є одним з найважливіших напрямів світової індустрії. Актуальність її впровадження в освітню галузь зумовлена необхідністю підготовки інженерно-технічних кадрів для промислових галузей. Використання освітньої робототехніки в навчальному процесі стає все затребуванішим серед закладів освіти, про що детально розглянуто у (Струтинська, 2019).

Освітня робототехніка (educational robotics) – міжпредметний напрям навчання учнів, у процесі якого інтегруються знання зі STEM-предметів (фізики, технологій, математики), а також кібернетики, мехатроніки та інформатики (Морзе&Струтинська&Умрик, 2018). Навчання освітньої робототехніки відповідає ідеям випереджального навчання (навчання технологій, які будуть потрібні в майбутньому) і дозволяє залучити учнів різного віку до процесу інноваційної та наукового-технічної творчості.

Розглянемо результати дослідження стосовно впровадження освітньої робототехніки в різних країнах світу та особливості підготовки майбутніх учителів, які можуть навчати освітньої робототехніки.

Європейські країни. Одним з перших ґрунтовних досліджень в Європі, присвячених підготовці вчителів робототехніки, був проект TERCeP (*Teacher Education in Robotics-enhanced Constructivist Pedagogical Methods*), (www.terecop.eu).

Європейський проект TERCeP – це проект між університетами Греції, Італії, Франції, Іспанії, Чехії та Румунії, який тривав протягом 2006-2009 рр. Метою проекту TERCeP була розробка курсів для підготовки вчителів шляхом надання їм можливостей впроваджувати ідеї конструктивістського навчання через освітню робототехніку.

За результатами даного проекту в навчальні програми підготовки майбутніх вчителів середньої технічної освіти (тривалістю 1 рік) Школи педагогічної та технологічної освіти (Патрас, Греція), починаючи з 2010-2011 навчального року, в курс з освітніх технологій впроваджений модуль з робототехніки. Крім того, в програму підвищення кваліфікації практикуючих вчителів фізики, які проходили перепідготовку в Афіському університеті у 2011 р., було також включено робототехніку. Темі з робототехніки (10 год.) були присвячені фізичним основам робототехніки (використання

робототехніки як інструменту для вивчення явищ руху та основних кінематичних понять: час, відстань, швидкість, рух з постійною швидкістю, рух із прискореною швидкістю тощо), (Alimisis, 2012).

Проаналізований зарубіжний досвід (Detsikas&Alimisis, 2011; Alimisis, 2013; Litinas&Alimisis, 2013) показав, що в європейських країнах не існує систематичного впровадження робототехніки в шкільні навчальні програми. Більшість експериментів, пов'язаних з впровадженням робототехніки в навчальний процес, показали, що, як правило, її не інтегрують в звичайні уроки в класі. Заняття з робототехніки в основному проводяться після школи, у вихідні дні або в літніх таборах (Benitti, 2012). Однак багаточисленні робототехнічні конструктори, розроблені в 2000-х роках і удосконалені на сьогодні (LEGO Mindstorms NXT, Arduino, Crickets та ін.), підготували ґрунт для популяризації освітньої робототехніки серед учнів і студентів будь-якого віку.

У роботі (Alimisis, 2013) європейські дослідники узагальнили досвід навчання освітньої робототехніки. Зокрема, ними виділяються такі основні підходи до її впровадження в навчальний процес (Alimisis, 2009; Eguchi, 2010; Detsikas&Alimisis, 2011; Litinas&Alimisis, 2013; Alimisis, 2013):

- **Тематико-орієнтований підхід** (*Theme-Based Curriculum Approach*): компоненти навчальної програми інтегровані навколо спеціальної навчальної теми та вивчаються здебільшого дослідницьким шляхом.

- **Проектно-орієнтований підхід** (*Project-Based Approach*): учні (студенти) працюють у групах для дослідження проблем реального світу. Приклади такого підходу розглянуті науковцями у європейському проекті TERECoP (Alimisis&Arlegui&Fava&Frangou&Ionita&Menegatti&Monfalcon&Moro&Papanikolaou&Pina, 2010).

- **Цільовий підхід** (*Goal-Oriented Approach*): діти змагаються на конкурсах, турнірах, фестивалях з робототехніки, які проходять в позашкільному форматі (наприклад, FIRST Lego League (<http://www.firstlegoleague.org>), RoboCupJunior (<http://www.roboocupjunior.org>), World Robotics Olympiad та ін.)

Іспанія. Crea Robotics Education (CREA) – це іспанська компанія, яка проводить курси підготовки вчителів робототехніки та 3D-друкування, створює навчальний контент і готує тренерів для підготовки до робототехнічних змагань. CREA заснована Департаментом інженерних систем і автоматики Мадридського університету Карлоса III в рамках дослідницької групи RoboticsLab. Крім підготовки вчителів компанія організовує позаурочні курси, літні заходи з освітньої робототехніки та 3D-друкування, заняття для дітей і підлітків, а також проводить підготовку інструкторів з теми "Технології, програмування і робототехніка". Компанія працює у співпраці з Robocampeones – студентським робототехнічним турніром, а також консорціумом Robocity2030 (www.robocity2030.org) – науковою організацією, метою діяльності якої є вирішення різноманітних завдань повсякденного життя з впровадження інтелектуальних робіт (Crea Robotica Educativa, RoboCity2030).

RoboCity2030 – це найбільший робототехнічний кластер в Європі, який працює з 2006 року. Консорціум утворений шістьма провідними науково-дослідними центрами Мадрида з більш, ніж 100 дослідниками в цій галузі. Організація фінансується Мадридською громадою та Структурними фондами Європейського Союзу. Основними темами для вивчення є безпека робіт, соціальні, польові, рятувальні роботи, роботи для навколишнього середовища й автономні транспортні засоби. Наукові дослідження на базі Robocity2030 проводять провідні іспанські університети для підготовки вищих наукових кадрів (<http://www.robocity2030.org/mision>).

Данія. Датська компанія Lego – провідний світовий виробник дитячих конструкторів. У 1980 році компанією було створено підрозділ "Education" для роботи в галузі освіти, метою діяльності якого була розробка нових технологій навчання і супровідної продукції для шкіл, дошкільних установ і закладів додаткової освіти. За 30 років діяльності зазначеного підрозділу була розроблена цілісна концепція навчання, засоби навчання та методичні матеріали. На теперішній час діяльність Lego Education спрямована на формування у дітей творчих навичок, створення ними проектних робіт, співпрацю в команді. Крім використання самих конструкторів, компанією розроблено посібники для вчителів, робочі зошити, довідники та відповідне програмне забезпечення.

З середини 1990-х років роботи Lego Mindstorm створювалися у співробітництві з лабораторією MediaLab Массачусетського технологічного інституту (MIT) в США для навчання та тренінгів. Попередні дослідження проводив професор С. Пейперт, співзасновник лабораторії штучного інтелекту MIT. Дослідження науковця та його співробітників показали, що у навчальних програмах з використанням робіт учні не тільки набувають багатьох ключових навичок, особливо в галузі креативного та критичного мислення, а й "метакогнітивних навичок", вчать вчитися. Крім того, в них формуються такі необхідні якості сучасного фахівця, як здатність до спілкування і кооперації. Така концепція навчання називається *конструкціонізмом* (Papert, 1980; Papert, 1991).

На теперішній час навчальні робототехнічні конструктори LEGO Mindstorms інтегровані в навчальні програми багатьох вищих навчальних закладах усього світу, включаючи MIT (США), Brown University (США), University of Maryland (США), Tufts University (США), University of Aarhus (Данія), University of Utrecht (Нідерланди), Trinity College Dublin (Ірландія), University of Manchester (Великобританія) (Андреев, 2015)

Чехія. Досвід впровадження освітньої робототехніки в процес підготовки майбутніх вчителів інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) розглянуто у дослідженні (Tocháček&Lapeš, 2012), (2012 р., кафедра інформаційних технологій та освіти факультету освіти Карлового університету в Празі). Емпірична частина проекту складалась з експериментальних навчальних курсів освітньої робототехніки на основі методології проекту TERECoP (Alimisis, 2009) в середніх школах та на курсах підвищення кваліфікації з робототехніки для вчителів ІКТ. Результати проекту мали позитивний вплив на учасників, внаслідок чого з'явилися пропозиції про внесення змін до програми підготовки майбутніх вчителів з урахуванням результатів експерименту. Однак, проект був орієнтований лише на загальні аспекти навчання освітньої робототехніки. Конкретних пропозицій щодо трансформації чеської освітньої системи та умов фактичного навчання в школах внесено не було (Tocháček&Lapeš, 2012).

Протягом 2014 р. кафедра інформаційних технологій та освіти продовжила експеримент з впровадження освітньої робототехніки, долучившись до грантового проекту Карлового університету в Празі. Метою проекту було включення в навчальний процес учнів, викладачів та вчителів середньої школи освітньої робототехніки на основі конструктивістського підходу в освіті. Реалізація проекту була спрямована на з'ясування аспектів використання освітньої

робототехніки в навчальному процесі середніх шкіл з метою розвитку технологічних знань та навичок програмування в учнів середніх шкіл із застосуванням практично-орієнтованих методів навчання та відповідно аспектів підготовки вчителів робототехніки.

На початку дослідження був розроблений навчальний план курсу освітньої робототехніки (з використанням теоретичних основ праць Ж. Піаже, С. Пейперта та ін.). На другому етапі в усіх підрозділах, які брали участь у дослідженні, було впроваджено розроблену систему курсів для учнів, викладачів та вчителів середньої школи, а також проведено їх детальний аналіз. Наступним кроком була підготовка друкованих та електронних посібників курсу, розробка навчальних матеріалів, дидактичних засобів та навчальних програм для курсів з освітньої робототехніки (Tocháček&Lapeš&Fuglík, 2017).

Уроки проходили у спеціалізованій ІКТ-лабораторії кафедри інформаційних технологій та освіти Карлового університету в Празі та у школах-партнерах. До проекту було залучено 11 викладачів, 19 вчителів-стажерів, 3 тренери-дослідники та 79 учнів середньої школи.

Результати дослідження підтвердили гіпотезу про те, що навчальні проекти з робототехніки є важливим педагогічним інструментом, який може бути використаний для засвоєння технологічних знань та розвитку навичок програмування учнів середньої школи. Використання проектів з освітньої робототехніки призвело до підвищення якості навчального процесу в експериментальних закладах середньої освіти (Tocháček&Lapeš&Fuglík, 2017).

Швейцарія. У Швейцарії з 2014 р. по 2018 р. тривав проект Thool з використання робіт THIMIO в школі. Метою проекту була організація та проведення освітніх заходів для державних і приватних шкіл на основі робототехніки. Проект фінансувався Швейцарським національним науковим фондом (SNSF) в рамках програми Agora і був розроблений в лабораторії робототехнічних систем (LSRO) політехнічної школи мистецтв Лозанни. Проект "Роботи в класі" призначений для навчання вчителів та підвищення їх мотивації щодо впровадження робототехніки в школах. Для цього викладачам Академії технічних наук SATW пропонувались тренінги та курси, які знайшли широку підтримку у франкомовних країнах Європи (Fonds National Suisse).

Ще одним проектом з впровадження освітньої робототехніки в Швейцарії був проект PReSO. Це пілотний проект з впровадження освітньої робототехніки, який тривав з 2015 р. по 2017 р. В ньому взяло участь 17 вчителів дошкільних та початкових шкіл Південної Швейцарії. Основною метою проекту було підвищення інтересу дітей до вивчення ІКТ та STEM-предметів з використанням освітньої робототехніки. Однак, впроваджувати робототехніку в загальноосвітні школи достатньо складно за умов фактичної відсутності дидактичних матеріалів. Крім того, часто вчителі сприймають робототехніку як щось занадто важке. Для подолання цих перешкод і впровадження робототехніки в школи дослідницька група розробила концепцію підготовки вчителів з освітньої робототехніки та підготувала 17 вчителів. Про позитивні результати експерименту свідчить те, що більшість вчителів-учасників включили робототехніку в свої навчальні програми (Negrini, 2019).

Австрія, Німеччина. Вивчення досвіду навчання освітньої робототехніки в Австрії та Німеччині показало, що в цих країнах немає систематичного впровадження робототехніки у навчальні програми закладів освіти. Крім того, підходи до навчання освітньої робототехніки мають несистемний характер, в основному, організовані як курси для учнів та вчителів у позашкільному форматі. Однак, в деяких школах робототехніку починають інтегрувати в звичайні навчальні програми (Bredenfeld&Hofmann&Steinbauer, 2010).

Словачія. Практика використання робототехніки в освіті в Словачії подібна до Австрії та Німеччини. Так, наприклад, на основі співпраці науковців з університету Коменського та Словацького технічного університету в середній школі Братислави був організований позаурочний клуб з робототехніки, після чого школа вирішила включити модуль з робототехніки в навчальну програму з інформатики. Зокрема, у зазначеному модулі передбачено вивчення таких основних тем, як ознайомлення з принципами робототехніки; побудова моделей з різними датчиками; рух робота по лінії; програмування робота-футболіста й ін. (Petrovič&Balogh, 2008)

Однак, в цілому загальноосвітні школи Словачії поки що не готові до широкого впровадження освітньої робототехніки в навчальний процес.

Європейський проект RoboESL. Проект RoboESL (*Robotics-based learning intervention for prevention school failure and Early School Leaving*), (www.roboesl.eu) – це проект ERASMUS+ з освітньої робототехніки за участю університетів Греції, Італії та Латвії. Він є інноваційним в тому сенсі, що робототехніка виступає інструментом навчання для дітей, які ризикують припинити навчання в школі достроково. Метою проекту було залучення такої категорії учнів до дружнього навчального середовища, яке може відновити їх впевненість, підвищити самооцінку, сформувати позитивні соціальні навички та запропонувати шляхи до продовження навчання в школі. Проект тривав з 2015 р. по 2017 р. Зокрема в рамках його реалізації було розроблено навчальну програму для вчителів, які будуть навчати освітньої робототехніки (Alimisis, 2019).

Три пілотні навчальні курси з робототехніки супроводжувались роботами в шкільних класах усіх трьох країн-учасниць. При цьому, викладачі мали можливість реалізувати розроблений підхід RoboESL до навчання робототехніки зі своїми учнями (віком 13-17 років).

Таким чином, освітня робототехніка поступово входить у навчальні програми європейських шкіл.

США. Питанням використання робототехніки в освіті в Сполучених Штатах Америки приділяється значна увага. Наразі більшість занять з робототехніки є позакласними (тобто проходять в позааудиторний час) або реалізуються в літніх школах.

У 2000 році в США Національний інженерний центр робототехніки (NREC) у складі Академії робототехніки Карнегі-Меллона, профінансований NASA, розробив проект табору з робототехнікою для дітей. Ідея виявилася достатньою вдалою, тому директор NREC Д. Барес вирішив створити Академію робототехніки Інституту Карнегі-Меллона (CMRA - Carnegie Mellon's Robotics Academy), (www.cmu.edu/roboticsacademy). Метою функціонування CMRA було використання мотиваційних аспектів робототехніки для активізації навчально-пізнавальної діяльності школярів і залучення їх до STEM-освіти (Іонкіна, 2018).

Паралельно з роботою зі школярами Академія спільно з викладачами Інституту Карнегі-Меллона розробляла програми підготовки педагогів з робототехніки. В наступні роки CMRA було розроблено комплекс навчальних програм для учнів від 10 до 17 років, який включав програмування роботів для апаратних платформ LEGO, VEX і Arduino, навчальні матеріали з програмування мовами LEGO ROBO LAB™, LEGO NXT-Graphical, LEGO EV3-Graphical, ROBOTC, ROBOTC Graphical і LabVIEW. CMRA також було розроблено матеріали та рекомендації для організації табору з робототехнікою, а також проведено багато конференцій для вчителів (Atwood, 2010).

До теперішнього часу CMRA організовує робототехнічні змагання, проводить курси, тренінги та конференції для підготовки вчителів робототехніки, розробляє навчальні плани та матеріали. Академія спільно з партнерами проводить дослідницьку роботу щодо застосування робототехніки для залучення в STEM. На даний час CMRA тренує і сертифікує більше 100 000 вчителів під час проведення тижневих літніх таборів і за допомогою онлайн-курсів.

З 2015 р. по 2018 р. в CMRA за підтримки Національного наукового фонду тривав проект "Зміна культури в класах робототехніки" (CCRC), основною метою якого було поєднання робототехнічних змагань з навчальними програмами для підготовки учителів для навчання програмування на уроках робототехніки.

В інших університетах робототехніка в основному використовується з суміжними курсами інформатики та/або техніки (Eguchi, 2014).

Наприклад, американські дослідники J. Flot, C. Schunn, A. Lui, R. Shoop в своїх наукових публікаціях розглядають можливість інтеграції робототехніки з інформатикою. Дослідники вважають, що роботи – ефективний інструмент для навчання базових принципів інформатики, зокрема програмування (Flot&Schunn&Lui&Shoop, 2012).

Різні дослідження в США спрямовані на вивчення ефективності застосування робототехніки у процесі навчання програмування, математики, фізики, геометрії тощо. Зокрема, зв'язки робототехніки з математикою розглянуті в дисертаційній роботі E.M. Silk (University of Pittsburgh), в якій автором було досліджено шляхи інтеграції математики з робототехнікою, а також розглянуто ресурси для програмування роботів (Silk, 2011).

Інтеграцію освітньої робототехніки із STEM-предметами у процесі підготовки вчителів досліджено у роботі [30]. Зокрема, тематичні модулі з робототехніки пропонується вбудовувати в математику, програмування, інженерне проектування та проблемно-орієнтоване навчання.

Росія. На початок 2019-2020 навчального року в російських школах немає окремого предмету "Робототехніка". Поки що робототехніка поширена, в основному, як додаткова освіта в позашкільному форматі. Але за проектом нового державного освітнього стандарту її планують впровадити в освітню галузь "Технології".

Згідно чинної освітньої програми середньої загальної освіти, що діє в Росії з 2015 р., навчання робототехніки передбачено окремими темами в курсі інформатики (у змістовій лінії "Алгоритми та елементи програмування") та технологій (у змістовій лінії "Сучасні матеріальні, інформаційні та гуманітарні технології та перспективи їх розвитку"), (Примерная основная образовательная программа среднего общего образования, 2015). Зокрема, з робототехніки передбачено вивчення таких тем, як автономні роботи і автоматизовані комплекси; мікроконтролер, сигнал, зворотний зв'язок: отримання сигналів від цифрових датчиків (торкання, відстані, світла, звуку та ін.); розгляд прикладів роботизованих систем і автономних рухомих роботів; навчального середовища для розробки програм управління рухомими роботами та реалізація деяких алгоритмів їх роботи (наприклад, "рух до перешкоди", "проходження вздовж лінії" і т.п.), налагодження програми управління роботом та ін.

Крім того, в Росії діє комплексна програма "Розвиток освітньої робототехніки і неперервної ІТ-освіти", затверджена Автономною некомерційною організацією "Агентство інноваційного розвитку" в 2014 р. Програма спрямована на розвиток в країні системи неперервної освіти в галузі інформаційних технологій, комп'ютерного моделювання, мехатроніки, робототехніки та науково-технічної творчості (Кузьміна, 2017).

На сьогоднішній день в Росії немає спеціальності "педагог з робототехніки" і не існує відповідної програми підготовки для бакалаврату. Однак, ряд педагогічних університетів уже ввели в дію програму магістерської підготовки за напрямом "Робототехніка, мехатроніка і електроніка в освіті". Але не кожен учитель інформатики або фізики готовий вступати до магістратури, адже така підготовка вимагає багато часу і сил від вчителя, який і так є занадто перевантаженим (Іонкіна, 2018).

На даний момент наймасштабнішою програмою з підготовки фахівців у галузі робототехніки є програма "Робототехніка. Інженерно-технічні кадри інноваційної Росії". Програма впроваджена з 2008 р. А саме на базі палаців дитячої творчості створюються регіональні ресурсні центри, які забезпечуються необхідним обладнанням та навчально-методичними матеріалами. Проводиться велика кількість місцевих і регіональних змагань з робототехніки, які завершуються всеросійським робототехнічним фестивалем "РобоФест" (Вегнер, 2013).

Також у Росії, починаючи з 2012 року, регулярно проводяться різноманітні курси підвищення кваліфікації для вчителів, які організовуються Російською організацією освітньої робототехніки (Іонкіна, 2018).

Азіатські країни. У Південній Кореї, Японії та Китаї є посібники з робототехніки для вчителів, розроблені для допомоги вчителям при роботі в класі (Eguchi, 2014).

Сінгапур. У Сінгапурі робототехніку включено як їх у формальні, так і неформальні навчальні програми. Сінгапур закладає основу для розвитку штучного інтелекту через освіту. У рамках програми TechSkills Accelerator уряд країни здійснює дві ініціативи для формування технологічних навичок, які сприятимуть розвитку місцевої екосистеми. Робототехніка є частиною цієї програми. Однією з таких ініціатив є розробка для громадськості безкоштовних програм для ознайомлення їх з потенціалом технологій штучного інтелекту. Наприклад, проект "AI for Every" ("Штучний інтелект для всіх") спрямований на залучення 10 000 слухачів, включаючи учнів середньої школи та працюючих дорослих.

Китай. Робототехніка в Китаї дуже популярна і на оснащення класів витрачається близько мільярда євро на рік. В 2014 році в південно-китайському Сіані, який є центром авіакосмічної промисловості Китаю, на основі програми, розробленої Інститутом Карнегі-Меллона (США), була заснована компанія China RobotC. Однією із завдань компанії – навчання школярів і студентів робототехніки, а також підготовка викладачів робототехніки для шкіл і коледжів.

Підготовка вчителів включає в себе очні курси та онлайн навчання для слухачів з віддалених районів Китаю (Іонкіна, 2018).

Для навчання робототехніки уряд Китаю з 2018 р. ввів підручник з основ штучного інтелекту у школах і коледжах. Експеримент проводиться в 40 середніх школах. Підручник був написаний на замовлення уряду Китаю для включення даної дисципліни в курс початкової та середньої школи.

ОБГОВОРЕННЯ

Отже, вивчення зарубіжного досвіду навчання освітньої робототехніки в закладах шкільної та позашкільної освіти, а також підготовки вчителів робототехніки показало, що:

1. На теперішній час робототехніка є світовим освітнім трендом.
2. Освітня робототехніка за кордоном є одним з популярним напрямом у закладах позашкільної освіти, що пов'язано з тим, що, в основному, не існує систематичного її впровадження в шкільні навчальні програми.
3. Підходи до навчання освітньої робототехніки мають несистемний характер, в основному, організовані в позаурочний час як курси для учнів, літні школи, табори, в т.ч. для підготовки до змагань з робототехніки.
4. Для залучення дітей до технічної творчості та стимулювання розвитку інженерного мислення необхідні кваліфіковані вчителі, які можуть навчати освітньої робототехніки. Їх підготовка в деяких країнах відбувається в рамках магістерських програм, в які робототехніка інтегрується як окремі модулі інформатики та/або STEM-предметів.
5. В багатьох зарубіжних країнах організовані різноманітні курси, тренінги, семінари, вебінари з робототехніки для підвищення кваліфікації практикуючих вчителів.

За результатами вивчення зарубіжного досвіду навчання освітньої робототехніки на теперішній час такі питання є дискусійними:

- чи варто виділяти освітню робототехніку в окремий шкільний предмет;
- якщо освітню робототехніку інтегрувати в STEM-предмети, то в який предмет доцільніше її включати; якщо її включати як модулі в STEM-предмети, то в якому співвідношенні;
- для вчителів яких предметів доцільно включати освітню робототехніку як складову програми їх підготовки.

Таким чином, зазначені дискусійні питання співзвучні з аналогічними проблемами впровадження освітньої робототехніки в заклади освіти в Україні.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як показав аналіз зарубіжного досвіду навчання освітньої робототехніки в цілому, в Європі та США вона не впроваджена в школах як окремий навчальний предмет. Велика увага зарубіжними дослідниками приділяється інтеграції робототехніки з навчальними дисциплінами і програмами STEM-освіти. Наприклад, робототехніка включається в так звані STEM-уроки із спрямованістю на математику та природничі науки. Зокрема, більшість закордонних навчальних установ спрямовані на використання мотиваційних аспектів робототехніки для активізації навчально-пізнавальної діяльності школярів та залучення їх до STEM-освіти.

Вивчення зарубіжного досвіду підготовки майбутніх учителів робототехніки, показало, що їх підготовка в деяких країнах в основному відбувається шляхом підвищення кваліфікації практикуючих учителів на різноманітних курсах, тренінгах, семінарах і т.д. В деяких країнах вона включена в програми підготовки магістрів.

Багато компаній, які виробляють робототехнічні конструктори та обладнання, не тільки продають їх (наприклад, Lego), а й, готують методичні та навчальні матеріали для реалізації технологій STEM-освіти, а також створюють електронні освітні ресурси, навчальні програми, онлайн-уроки, оціночні матеріали та ін. Навчання педагогів і школярів базується при цьому на обладнанні, яке виробляють ці компанії.

Підготовка майбутніх фахівців у галузі робототехніки потребує оновлення змісту навчання шкільної та університетської освіти відповідно до вимог сьогодення. Тому на сьогодні особливого значення набувають питання впровадження робототехніки у навчальний процес закладів освіти як обов'язкової складової. Вивчення та аналіз досвіду зарубіжних країн з питань навчання освітньої робототехніки дозволить використати кращі методи в Україні для підготовки майбутніх учителів, які будуть навчати освітньої робототехніки.

Для підготовки майбутніх учителів інформатики, які будуть навчати освітньої робототехніки, на факультеті інформатики Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова в 2018 р. розроблено та введено в дію освітньо-професійної програми для бакалаврів та магістрів за спеціальністю 014.09 "Середня освіта (інформатика)" із спеціалізацією "Освітня робототехніка". На теперішній час для забезпечення якісної підготовки майбутніх учителів оновлюються відповідні навчально-методичні комплекси дисциплін спеціалізації "Освітня робототехніка", в т.ч. з урахуванням вивченого зарубіжного досвіду. В перспективах подальших досліджень – відслідковування трендів у галузі робототехніки для оновлення змісту навчання освітньої робототехніки в педагогічному університеті.

Список використаних джерел

1. Андреев Д.В., Метелкин Е.В. Повышение мотивации к изучению программирования у младших школьников в рамках курса робототехники. *Педагогическая информатика*. 2015. Вып. 1. С. 40-49.
2. Вегнер К.А. Внедрение основ робототехники в современной школе. *Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого*. 2013. Вып. 74, т. 2. С. 17-19.
3. Ионкина Н.А. Особенности отечественного и зарубежного опыта подготовки педагогов к обучению робототехнике. *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия "Информатизация образования"*. 2018. Т. 15. № 1. С. 114-121. DOI: 10.22363/2312-8631-2018-15-1-114-121. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otechestvennogo-i-zarubezhnogo-opyta-podgotovki-pedagogov-k-obucheniyu-robototehnike> (дата обращения: 01.10.2019).
4. Кузьмина М.В. др. Робототехника в школе как ресурс подготовки инженерных кадров будущей России. *Сборник*

- методических материалов для работников образования в условиях реализации Федеральных государственных образовательных стандартов (по итогам областных семинаров и курсов повышения квалификации по образовательной робототехнике). Киров: ИПО Кировской области, 2017. 179 с. URL: https://kirovipk.ru/sites/default/files/files/173_sbornik_robototekhnika_v_shkole_2017.pdf (дата обращения: 01.10.2019).
5. Морзе Н.В., Струтинська О.В., Умрик М.А. Освітня робототехніка як перспективний напрям розвитку STEM-освіти. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, № 5 (2018). С. 178-187. URL: <http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/175/233#.XCVa1fmLTcs> (дата звернення: 01.10.2019).
 6. Примерная основная образовательная программа среднего общего образования. Москва. Введ. 8 апреля 2015 г. URL: <http://fgosreestr.ru> (дата обращения: 01.10.2019).
 7. Струтинська О.В., Баранов С.С. Тенденції розвитку освітньої робототехніки в закладах позашкільної освіти. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 1(19). С. 196-204. DOI: 10.31110/2413-1571-2019-019-1-031. URL: https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2019-v1-19/2019_1-19-Strutynska_Baranov_FMO.pdf (дата звернення: 01.10.2019).
 8. Струтинська О.В. Актуальність впровадження освітньої робототехніки в українську школу. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету, спецвипуск "Нові педагогічні підходи в STEAM освіті"*. 2019. С. 324-344, URL: http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/254/pdf#.XYtLu_mLTcs (дата звернення: 01.10.2019).
 9. Струтинська О.В. Підготовка майбутніх учителів інформатики до навчання освітньої робототехніки в школах. *Вісник ЧНУ. Серія "Педагогічні науки"*. 3 (2019). С. 74-87.
 10. Alimisis, D. (2009). Robotic technologies as vehicles of new ways of thinking, about constructivist teaching and learning: the TERECoP Project. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 16(3), 21-23. [in English].
 11. Alimisis, D. (2012). Integrating Robotics in Science and Technology Teacher Training Curriculum. *Proceedings of 3rd International Workshop "Teaching Robotics, Teaching with Robotics. Integrating Robotics in School Curriculum"*. Riva del Garda (Trento, Italy) April 20, 2012, pp. 170-179. Retrieved from: http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012_submission_28.pdf (accessed on 01.10.2019). [in English].
 12. Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: new challenges and trends. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71. [in English].
 13. Alimisis, D. (2019). Teacher Training in Educational Robotics: The ROBOESL Project Paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*. Vol. 24, Issue 2, pp 279-290. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9357-0>. Retrieved from: https://link.springer.com/epdf/10.1007/s10758-018-9357-0?author_access_token=QOh5rQXEB6RwxlaKIYpuBfe4RwlQNchNBiy7wbcMAY5CB5UfgD6zmfoSoXr-wRQKoUywr4mJcFODfd5pr6v17mblyAsxUaD7Ltd2PXA6LXOb51HbBcYff_Julo4PXwMAOZoJUaUbZ58OOjG-54uoMA%3D%3D (accessed on 01.10.2019). [in English].
 14. Alimisis, D., Arlegui, J., Fava, N., Frangou, S., Ionita, S., Menegatti, E., Monfalcon, S., Moro, M., Papanikolaou, K. & Pina, A. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECoP project, *Costructionism 2010 Conference Proceedings*, Paris. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/1b16/7f55555669b027d4a17747fa876eca0b49a4.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 15. Atwood, T. (2010). Carnegie Mellon Launches a Mega Million Dollar Robotics Education Initiative. *Robot Magazine*. 2010. No. 11/12. pp. 64-70. [in English].
 16. Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. [in English].
 17. Bredenfeld, A., Hofmann, A., & Steinbauer, G. (2010). Robotics in Education Initiatives in Europe - Status, Shortcomings and Open Questions. *Proceedings of the SIMPAR 2010 Workshops of the International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*. Darmstadt (Germany). November 15-16, 2010. pp. 568-574. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/cbba/bddd3e3fb82b8584e062d82f5c320747b2cb.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 18. Crea Robotica Educativa. Formaci n a docentes. Retrieved from: <https://crea-robotica.com/formaciondocentes> (accessed on 01.10.2019). [in Spain].
 19. Detsikas, N., & Alimisis, D. (2011). Status and trends in educational robotics worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools. In D. Bezakova & I. Kalas (eds.), *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives*. Bratislava: Comenius University. pp. 1-12. [in English].
 20. Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010*. Chesapeake, VA: AACE. pp. 4006-4014. [in English].
 21. Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21 century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 9-11. DOI: 10.14313/JAMRIS_1-2014/1. [in English].
 22. Flot, J., Schunn, C., Lui, A., & Shoop, R. (2012). Learning how to program via robot simulation. *Robot Magazine*. 2012, No. 37, pp. 68-70. Retrieved from: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2012/11/EDU_BOTS_Programming_through_Sim-cds1.pdf (accessed on 01.10.2019). [in English].
 23. Fonds National Suisse. De la Recherche scientifique. Agora – La rencontre entre la science et la socit. Retrieved from: <http://www.snf.ch/fr/encouragement-communication-scientifique/agora/Pages/default.aspx> (accessed on 01.10.2019). [in French].
 24. Litinas, A., & Alimisis, D. (2013). Planning, implementation and evaluation of lab activities using robotic technology for teaching the phenomenon of motion. In A. Ladias, A. Mikropoulos, C. Panagiotakopoulos, F. Paraskeva, P. Pintelas, P. Politis, S. Retalis, D. Sampson, N. Fachantidis, & A. Chalkidis (eds.), *Proceedings of the 3rd Pan-Hellenic Conference "Integration and*

- Use of ICT in Educational Process*". Piraeus: HAICTE & University of Piraeus [in Greek].
25. Negrini, L. (2019). Teacher Training in Educational Robotics. An Experience in Southern Switzerland: The PRISO Project. In: Lepuschitz W., Merdan M., Koppensteiner G., Balogh R., Obdržálek D. (eds). *Robotics in Education. Methods and Applications for Teaching and Learning*. Springer, pp. 92-97. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97085-1_10. [in English].
 26. Ortiz, A., Bos, B. & Smith, S. (2015). The Power of Educational Robotics as an Integrated STEM Learning Experience in Teacher Preparation Programs. *Journal of College Science Teaching*. 44. DOI: 10.2505/4/jcst15_044_05_42. [in English].
 27. Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York, Basic Books, Inc. [in English].
 28. Papert, S. (1991) Situating Constructionism. In S.Papert and I.Harel (eds.) *Constructionism*, Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation. [in English].
 29. Petrovič, P., & Balogh, R. (2008). Educational robotics initiatives in Slovakia. *Proceedings of the SIMPAR 2008 Workshop of the International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*. Venice (Italy). November 3-4, 2008. pp. 122-131. Retrieved from: <http://www.dei.unipd.it/~emg/downloads/SIMPAR08-WorkshopProceedings/TeachingWithRobotics/petrovic.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 30. RoboCity2030.org. Mision. Retrieved from: <http://www.robocity2030.org/mision> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 31. Silk, E.M. (2011). Resources for learning robots: Environments and framings connecting math in robotics: Doctoral dissertation [Electronic source]. University of Pittsburgh. (No. 8607). Retrieved from: <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/Research/SilkElIM2011.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 32. The Future of Jobs Report 2018. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf?fbclid=IwAR1dhE70_5g-sJBtXhct5L_mrCciaWzDv8a0WiHJJXvltfjEhLOmpfH1shs (accessed on 01.10.2019), [in English].
 33. Tocháček, D. & Lapeš, J. (2012). The Project of Integration the Educational Robotics into the Training Programme of Future ICT Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 69. 595-599. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.11.451. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/257718266_The_Project_of_Integration_the_Educational_Robotics_into_the_Training_Programme_of_Future_ICT_Teachers (accessed on 01.10.2019). [in English].
 34. Tocháček, D., Lapeš, J., & Fuglík, V. (2017). Developing Technological Knowledge and Programming Skills of Secondary Schools Students through the Educational Robotics Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 217 (2016). 377-381. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.107>. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/293804535_Developing_Technological_Knowledge_and_Programming_Skills_of_Secondary_Schools_Students_through_the_Educational_Robotics_Projects (accessed on 01.10.2019). [in English].

References

1. Andreev D.V., Metelkin E.V. (2015). Povyshenie motivacii k izucheniju programmirovaniya u mladshih shkol'nikov v ramkah kursa robototekhniki [Increasing of the motivation for learning programming in primary schoolchildren as part of a robotics course]. *Pedagogicheskaja informatika [Pedagogical informatics]*. Vol. 1. pp. 40-49. [in Russian].
2. Vegner K.A. (2013). Vnedrenie osnov robototekhniki v sovremennoj shkole [The introduction of the basics of robotics in a modern school]. *Vestnik Novgorodskogo gosudarstvennogo universiteta im. Jaroslava Mudrogo [Bulletin of Novgorod State University. Yaroslav the Wise]*. Vol. 74, Issue. 2. pp. 17-19. [in Russian].
3. Ionkina N.A. (2018). Osobennosti otechestvennogo i zarubezhnogo opyta podgotovki pedagogov k obucheniju robototekhnike [Peculiarities of domestic and foreign experience of teachers preparation to training robotics]. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija "Informatizacija obrazovanija" [RUDN Journal of Informatization of Education]*. 15 (1), 114-121. DOI: 10.22363/2312-8631-2018-15-1-114-121. Retrieved from: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-otechestvennogo-i-zarubezhnogo-opyta-podgotovki-pedagogov-k-obucheniju-robototekhnike> (accessed on 01 October 2019), [in Russian].
4. Kuz'mina M.V. etc. (2017). Robototekhnika v shkole kak resurs podgotovki inzhenernyh kadrov budushhej Rossii [Robotics at school as a resource for training engineering personnel of the future of Russia]. *Sbornik metodicheskikh materialov dlja rabotnikov obrazovanija v uslovijah realizacii Federal'nyh gosudarstvennyh obrazovatel'nyh standartov (po itogam oblastnyh seminarov i kursov povyshenija kvalifikacii po obrazovatel'noj robototekhnike) [A collection of teaching materials for educators in the context of the implementation of the Federal State Educational Standards (based on the results of regional seminars and continuing education courses in educational robotics)]*. Kirov, 2017. 179 p. Retrieved from: https://kirovipk.ru/sites/default/files/files/173_sbornik_robototekhnika_v_shkole_2017.pdf (accessed on 01 October 2019), [in Russian].
5. Morze, N., Strutyńska, O., & Umryk, M. (2018). Osvitnia robototekhnika yak perspektyvnyi napriam rozvytku STEM-osvity [Educational robotics as a prospective trend in STEM-education development]. *Vidkryte osvittie e-seredovyshe suchasnoho universytetu [Open educational e-environment of modern University]*, 2018, Issue 5, pp. 178-187. [Electronic resource]. Retrieved from: <http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/175/233#XCVa1fmLTcs> (accessed on 01 October 2019), [in Ukrainian].
6. Primernaja osnovnaja obrazovatel'naja programma srednego obshhego obrazovanija [Approximate basic educational program of secondary general education]. Moscow. Introduced on 8 April 2015. [Electronic resource]. Retrieved from: <http://fgosreestr.ru> (accessed on 01 October 2019), [in Russian].
7. Strutyńska, O.V., Baranov, S.S. (2019). Tendentsii rozvytku osvitnoi robototekhniki v zakladakh pozashkilnoi osvity [Development Trends Of The Educational Robotics In Out-Of-School Institutions]. *Fizyko-matematychna osvita [Physical and Mathematical Education]*. 2019. Issue 1(19). P. 196-204. DOI: 10.31110/2413-1571-2019-019-1-031. Retrieved from: https://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2019-v1-19/2019_1-19-Strutyńska_Baranov_FMO.pdf (accessed on 01 October 2019), [in Ukrainian].
8. Strutyńska, O.V. (2019). Aktualnist vprovadzhennia osvitnoi robototekhniki v ukrainsku shkolu [Actuality of Implementation

- of Educational Robotics in Ukrainian School]. *Vidkryte osvritnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu, spetsvypusk "Novi pedahohichni pidkhody v STEAM osviti"* [Open educational e-environment of modern University, special edition]. pp. 324-344. ISSN: 2414-0325. [Electronic resource]. Retrieved from: http://openedu.kubg.edu.ua/journal/index.php/openedu/article/view/254/pdf#XYtLu_mLTcs (accessed on 01 October 2019), [in Ukrainian].
9. Strutyńska, O.V. (2019). Pidhotovka maibutnih uchyteliv informatyky do navchannia osvitnoi robototekhniki v shkolakh [Preparation of the Future Computer Science Teachers for Teaching of the Educational Robotics in Schools]. *Visnyk ChNU. Seriya "Pedahohichni nauky"* [ChNU Bulletin. Series "Pedagogical Sciences"]. 3. pp. 74-87. [in Ukrainian].
 10. Alimisis, D. (2009). Robotic technologies as vehicles of new ways of thinking, about constructivist teaching and learning: the TERECoP Project. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 16(3), 21-23. [in English].
 11. Alimisis, D. (2012). Integrating Robotics in Science and Technology Teacher Training Curriculum. *Proceedings of 3rd International Workshop "Teaching Robotics, Teaching with Robotics. Integrating Robotics in School Curriculum"*. Riva del Garda (Trento, Italy) April 20, 2012, pp. 170-179. Retrieved from: http://www.terecop.eu/TRTWR2012/trtwr2012_submission_28.pdf (accessed on 01.10.2019). [in English].
 12. Alimisis, D. (2013). Educational Robotics: new challenges and trends. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 63-71. [in English].
 13. Alimisis, D. (2019). Teacher Training in Educational Robotics: The ROBOESL Project Paradigm. *Technology, Knowledge and Learning*. Vol. 24, Issue 2, pp 279-290. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10758-018-9357-0>. Retrieved from: https://link.springer.com/epdf/10.1007/s10758-018-9357-0?author_access_token=QOh5rQXEB6RwxlaKIYpuBfe4RwlQNchNBiy7wbcMAY5CB5UfgD6zmfoSoXr-wRQKoUywr4mJcFODfd5pr6v17mblyAsxUaD7Ltd2PXA6LXOb51HbBcyff_Julo4PXwMAOZojUaUbZ58OOjG-54uoMA%3D%3D (accessed on 01.10.2019). [in English].
 14. Alimisis, D., Arlegui, J., Fava, N., Frangou, S., Ionita, S., Menegatti, E., Monfalcon, S., Moro, M., Papanikolaou, K. & Pina, A. (2010). Introducing robotics to teachers and schools: experiences from the TERECoP project, *Costructionism 2010 Conference Proceedings*, Paris. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/1b16/7f55555669b027d4a17747fa876eca0b49a4.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 15. Atwood, T. (2010). Carnegie Mellon Launches a Mega Million Dollar Robotics Education Initiative. *Robot Magazine*. 2010. No. 11/12. pp. 64-70. [in English].
 16. Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. [in English].
 17. Bredenfeld, A., Hofmann, A., & Steinbauer, G. (2010). Robotics in Education Initiatives in Europe - Status, Shortcomings and Open Questions. *Proceedings of the SIMPAR 2010 Workshops of the International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots*. Darmstadt (Germany). November 15-16, 2010. pp. 568-574. Retrieved from: <https://pdfs.semanticscholar.org/cbba/bddd3e3fb82b8584e062d82f5c320747b2cb.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 18. Crea Robotica Educativa. Formaci n a docentes. Retrieved from: <https://crea-robotica.com/formaciondocentes> (accessed on 01.10.2019). [in Spain].
 19. Detsikas, N., & Alimisis, D. (2011). Status and trends in educational robotics worldwide with special consideration of educational experiences from Greek schools. In D. Bezakova & I. Kalas (eds.), *Proceedings of the International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives*. Bratislava: Comenius University. pp. 1-12. [in English].
 20. Eguchi, A. (2010). What is educational robotics? Theories behind it and practical implementation. In D. Gibson & B. Dodge (eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2010*. Chesapeake, VA: AACE. pp. 4006-4014. [in English].
 21. Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21 century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1), 9-11. DOI: 10.14313/JAMRIS_1-2014/1. [in English].
 22. Flot, J., Schunn, C., Lui, A., & Shoop, R. (2012). Learning how to program via robot simulation. *Robot Magazine*. 2012, No. 37, pp. 68-70. Retrieved from: https://www.ri.cmu.edu/pub_files/2012/11/EDU_BOTS_Programming_through_Sim-cds1.pdf (accessed on 01.10.2019). [in English].
 23. Fonds National Suisse. De la Recherche scientifique. Agora – La rencontre entre la science et la socit. Retrieved from: <http://www.snf.ch/fr/encouragement-communication-scientifique/agora/Pages/default.aspx> (accessed on 01.10.2019). [in French].
 24. Litinas, A., & Alimisis, D. (2013). Planning, implementation and evaluation of lab activities using robotic technology for teaching the phenomenon of motion. In A. Ladias, A. Mikropoulos, C. Panagiotakopoulos, F. Paraskeva, P. Pintelas, P. Politis, S. Retalis, D. Sampson, N. Fachantidis, & A. Chalkidis (eds.), *Proceedings of the 3rd Pan-Hellenic Conference "Integration and Use of ICT in Educational Process"*. Piraeus: HAICTE & University of Piraeus [in Greek].
 25. Negrini, L. (2019). Teacher Training in Educational Robotics. An Experience in Southern Switzerland: The PReSO Project. In: Lepuschitz W., Merdan M., Koppensteiner G., Balogh R., Obdržálek D. (eds). *Robotics in Education. Methods and Applications for Teaching and Learning*. Springer, pp. 92-97. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-97085-1_10. [in English].
 26. Ortiz, A., Bos, B. & Smith, S. (2015). The Power of Educational Robotics as an Integrated STEM Learning Experience in Teacher Preparation Programs. *Journal of College Science Teaching*. 44. DOI: 10.2505/4/jcst15_044_05_42. [in English].
 27. Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York, Basic Books, Inc. [in English].
 28. Papert, S. (1991). Situating Constructionism. In S.Papert and I.Harel (eds.) *Constructionism*, Norwood, NJ, Ablex Publishing Corporation. [in English].
 29. Petrovič, P., & Balogh, R. (2008). Educational robotics initiatives in Slovakia. *Proceedings of the SIMPAR 2008 Workshop of*

- the International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots. Venice (Italy). November 3-4, 2008. pp. 122-131. Retrieved from: <http://www.dei.unipd.it/~emg/downloads/SIMPAR08-WorkshopProceedings/TeachingWithRobotics/petrovic.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
30. RoboCity2030.org. Mision. Retrieved from: <http://www.robocity2030.org/mision> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 31. Silk, E.M. (2011). Resources for learning robots: Environments and framings connecting math in robotics: Doctoral dissertation [Electronic source]. University of Pittsburgh. (No. 8607). Retrieved from: <https://www.cmu.edu/roboticsacademy/PDFs/Research/SilkEliM2011.pdf> (accessed on 01.10.2019). [in English].
 32. The Future of Jobs Report 2018. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf?fbclid=IwAR1dhE70_5g-sJBtXhct5L_mrCciaWzDv8a0WiHJJXvltfjEhIOMpfH1shs (accessed on 01.10.2019), [in English].
 33. Tocháček, D. & Lapeš, J. (2012). The Project of Integration the Educational Robotics into the Training Programme of Future ICT Teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 69. 595-599. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.11.451. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/257718266_The_Project_of_Integration_the_Educational_Robotics_into_the_Training_Programme_of_Future_ICT_Teachers (accessed on 01.10.2019). [in English].
 34. Tocháček, D., Lapeš, J., & Fuglík, V. (2017). Developing Technological Knowledge and Programming Skills of Secondary Schools Students through the Educational Robotics Projects. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 217 (2016). 377-381. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.107>. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/293804535_Developing_Technological_Knowledge_and_Programming_Skills_of_Secondary_Schools_Students_through_the_Educational_Robotics_Projects (accessed on 01.10.2019). [in English].

FOREIGN EXPERIENCE IN TEACHING OF THE EDUCATIONAL ROBOTICS

O.V. Strutynska

National Pedagogical Dragomanov University, Ukraine

Abstract. The paper examines of the foreign experience of teaching educational robotics in educational institutions, as well as the experience of training teachers of robotics. The popularity of educational robotics is related to the expansion of the use of robots.

Formulation of the problem. The rapid development of the robotics industry necessitates the training of appropriately qualified specialists, as there is already an urgent need for specialists in the design, construction and programming of robots. This contributes to the growing popularity of robotics as an educational trend in Ukraine and the world. For the effective implementation of the educational robotics into the learning process in Ukraine, it is important to study the foreign experience of teaching students and training of the future robotics teachers.

Materials and methods. The study are used research methods such as systematic analysis of scientific and methodological sources on the research problem, analysis of the popularity of robotics as an applied industry and educational trend, comparison of foreign educational robotics curriculums of schools, out-of-schools and universities.

Results. Studying of the the foreign experience in teaching of the educational robotics in school and out-of-school education, as well as training of robotics teachers, has showed that educational robotics abroad is a popular trend in out-of-school educational institutions, due to the fact that there is no systematic implementation of it into school curricula. The approaches to its teaching are non-systemic in nature, mainly organized as an after school courses for students, summer schools, camps, incl. the preparation for robotics competitions. Preparation of future robotics teachers in some countries is part of master's programs that it is integrated of the educational robotics as separate modules of Computer Science and/or STEM subjects. However, in many foreign countries, various courses, trainings, seminars, and webinars on robotics are organized to enhance the qualifications of in-service teachers.

Conclusions. The training of future specialists in the field of robotics requires updating the content of school and university education in accordance with the requirements of today. Therefore, the importance of implementation robotics into the learning process of educational institutions as a mandatory component is of particular importance today. Studying and analyzing the foreign countries experience in educational robotics training will allow the use of the best techniques in Ukraine for the preparation of future teachers who will teach educational robotics.

Key words: educational robotics, learning of the educational robotics, teaching of the educational robotics, training robotics teachers, foreign experience.