



УДК 004.896: 621.865+378+372.862

Мазурок Тетяна Леонідівна

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної математики та інформатики
Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського, Одеса, Україна
tl@mazurok.com
ORCID: 0000-0002-7829-4446

Корабльов В'ячеслав Анатолійович

Старший викладач кафедри прикладної математики та інформатики
Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського, Одеса, Україна
k.viacheslav@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-7544-1252

Черних Володимир Володимирович

Кандидат педагогічних наук, асистент кафедри прикладної математики та інформатики
Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського, Одеса, Україна
garafmalen@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6176-1899

ОСВІТНЯ РОБОТОТЕХНІКА. АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ

Анотація. В даній статті розглядається актуальність та проблеми введення до навчального плану закладів вищої педагогічної освіти навчальної дисципліни «Освітня робототехніка». У статті розглянуто також необхідність особливої підготовки майбутніх учителів інформатики до навчання освітньої робототехніки в школі та, відповідно, включення до курсу їхньої професійної підготовки низки спеціалізованих навчальних дисциплін, зокрема таких як «Освітня інформатика», «Робототехніка», «Апаратне програмування мікроконтролерів», мета та зміст яких частково висвітлено в рамках даної статті. Крім того, в статті висвітлено результати діагностичного експерименту, проведення якого було розпочато у 2013 року на базі Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського (Одеса, Україна) в рамках навчальної дисципліни «Програмування мікроконтролерів». Зазначений курс викладається для студентів бакалаврату денної та заочної форм навчання за спеціальністю «Середня освіта (Інформатика)». У статті висвітлюються позитивні аспекти впливу навчання освітньої робототехніки в школі та під час професійної фахової підготовки майбутніх учителів інформатики. Крім того, в тексті висвітлюється досвід участі у проєкті «Build your own AVR JTAG ICE clone», який було присвячено дослідженню контролеру AVR JTAG — в рамках проєкту учасникам було запропоновано дослідити можливість спрощення архітектури цього контролеру. Під час роботи з реалізації проєкту однією з головних задач було спрощення процесу створення внутрисхемного відладчика. Результати участі у цьому проєкті було поширено та продовжено в рамках наукових дипломних робіт студентів за напрямом підготовки «014 Середня освіта (Інформатика)». Відповідно до цілей та завдань міжнародного проєкту, враховуючи досвід роботи над проєктом «Build your own AVR JTAG ICE clone», досвід співпраці із NANITES Group та враховуючи власний педагогічний та методологічний досвід відповідно до посталих навчальних потреб та попиту на ринку в рамках реалізації проєкту MoPED: Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-SBHE-JP було розроблено програму нової навчальної дисципліни «Освітня робототехніка», структура якої відображена в рамках статті.

Ключові слова: Освітня робототехніка; програмування мікроконтролерів; підготовка майбутніх учителів інформатики; внутрисхемний відладчик

Актуальність. Стрімкий розвиток інформаційних технологій, робототехніки, нанотехнологій та інших високотехнологічних наукових напрямів виявляє потребу у досвідчених фахівцях насамперед у галузі технологій, інженерії та математики. Виникає гостра освітня потреба у якісному навчанні сьогоднішніх учнів технічним



дисциплінам — математиці, фізиці, інженерії, програмуванню. А це, у свою чергу, робить **актуальною проблемою** високоякісної підготовки майбутніх учителів, спроможних навчити та виховати учня нового покоління, який зможе забезпечити суспільство новими технологіями та технологічними відкриттями.

Все більше виробничих операцій буде роботизовано. Використання програмованого виробництва (custom manufacturing) зажадає універсальних мобільних роботів, здатних не тільки виконувати заздалегідь заданий набір операцій на робочому місці, а й вільно пересуватися по виробничих приміщеннях, переносити між робочими місцями компоненти і готові вироби і гнучко реагувати на зміни у виробничому процесі. Розвиток суспільства потребує підготовки майбутнього покоління до сприйняття робототехніки як сучасної складової повсякденної дійсності.

Постановка проблеми. Перш за все, розкриємо значення термінів «робототехніка» та «освітня робототехніка» в тому контексті, в якому їх розглянуто у поточній статті.

Робототехніка — це область техніки, пов'язана з розробкою і застосуванням роботів і комп'ютерних систем управління ними. Існує багато типів робототехнічних пристроїв, в тому числі роботи-маніпулятори, мобільні роботи, крокуючі роботи, засоби допомоги інвалідам, телекеровані і мініатюрні роботи. Таким чином, «Робототехніка» - це прикладна наука, що займається розробкою автоматизованих систем. Робототехніка спирається на такі дисципліни, як механіка, фізика, електроніка, математика та інформатика [8].

Освітня робототехніка — це новий міждисциплінарний напрямок навчання, що інтегрує знання з фізики, мехатроніки, технології, математики, кібернетики та ІКТ, що, у власну чергу, дозволяє залучити в процес інноваційного науково-технічної творчості учнів різного віку. Освітня робототехніка спрямована на популяризацію науково-технічної творчості та підвищення престижу інженерних професій серед молоді, розвиток у молоді навичок практичного вирішення актуальних інженерно-технічних завдань і роботи з технікою [9].

З іншого боку, освітня робототехніка — засіб, який забезпечує істотний вплив на розвиток в учнів мови і пізнавальних процесів (сенсорний розвиток, розвиток мислення, уваги, пам'яті, уяви), а також емоційної сфери та творчих здібностей. Освітня робототехніка дозволяє створювати на уроках динамічні схеми, що відображають ті чи інші явища, робити демонстрацію дослідів яскравою, барвистою і більш наочною. Освітня робототехніка дозволяє збільшити кількість практичних робіт, демонстрацій і узагальнюючих уроків.

Нині в Україні широко пропагується та розвивається робототехнічне конструювання для дітей будь-якого віку. Проводяться Всеукраїнська олімпіада з робототехніки, відбірковий етап до Всесвітньої олімпіади з робототехніки WRO (World Robot Olympiad), Міжнародний турнір із робофутболу WRO Gen II Football, виставка-конкурс LEGO-творчості тощо. Міністерством освіти і науки України створена робоча група, яка розгляне два можливих рівні інтеграції методик LEGO в початковій школі: включення їх в обов'язкову програму або ж використання в позакласній роботі.

Експерименти з навчання школярів активно проводяться у школах Одеси та Одеської області. В Одеській спеціалізованій школі I-III ступенів "Освітні ресурси та технологічний тренінг" № 94 з поглибленим вивченням івриту та інформатики Одеської міської ради Одеської області експерименти з навчання робототехніки проводяться вже понад 10 років. Учителі, І.В. Кіт О. Г. Кіт, які впроваджують цей експеримент, є розробниками навчальної програми курсу за вибором з трудового навчання та технічної творчості для 5-9 класів загальноосвітніх навчальних закладів «Технологія створення робототехнічних систем».



Робототехніка сьогодні об'єднує знання в галузі фізики, мікроелектроніки, сучасних інформаційних технологій і штучного інтелекту та багатьох інших сфер науки та техніки. Постає питання: вчитель якої дисципліни може готувати учнів до роботи у цьому напрямку?

Як наукова дисципліна робототехніка спирається на механіку, електроніку та програмування. Спеціалістів, які займаються робототехнікою умовно можна поділити на дві групи: інженери, які винаходять роботів, і робототехників, які займаються обслуговуванням вже готових роботів. Учитель у школі повинен об'єднувати знання з усіх зазначених галузей, щоб мати змогу проілюструвати найпростіші принципи функціонування робото технічних пристроїв, для найкращої демонстрації усіх переваг робототехніки для школярів. На наш погляд, найближчий до такої підготовки є вчитель інформатики.

Аналіз досліджень і публікацій засвідчує велику увагу до проблеми підготовки майбутніх учителів у галузі інформаційних технологій у роботах В. Ю. Бикова, М. І. Жалдака, В. Ф. Заболотного, Л. Л. Коношевського, Н. В. Морзе, Ю. С. Рамського, О. В. Співаковського та інших учених. Однак, проблема підготовки майбутніх учителів інформатики до викладання робототехніки лише окреслена і недостатньо вивчена. Проблемами навчання майбутніх учителів фізики та загально технічних дисциплін освітній робототехніці та мікроелектроніці вивчав О. С. Мартинюк. Невисвітленою залишається проблема підготовки майбутніх учителів інформатики до викладання робототехніки, що і обумовило вибір теми нашого дослідження.

Мета статті. Окреслити проблему підготовки майбутніх учителів інформатики до викладання робототехніки та запропонувати технологію її вирішення.

Виклад основного матеріалу. Експеримент з викладання курсу «Програмування мікроконтролерів» для майбутніх учителів інформатики нами розпочато з 2013 року. У межах курсу формуються системи понять, знань, умінь і навиків в області сучасного програмування мікроконтролерів, що включає методи проектування схем, аналізу і створення програм, та пристроїв. Основним завданням курсу «Програмування мікроконтролерів» для майбутніх учителів інформатики нами були поставлені: вивчення основних базових понять апаратної складової мікроконтролера; дослідження базових понять схемотехніки; знайомство з основними принципами роботи мікроконтролера; вивчення основних принципів програмування мікроконтролерів; освоєння технології проектування та створення пристроїв з застосуванням мікроконтролерів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати: апаратну архітектуру мікроконтролера; основні базові поняття роботи мікроконтролера; основні принципи програмування мікроконтролерів; технології проектування та створення пристроїв із застосуванням мікроконтролерів. Майбутні учителі інформатики повинні вміти: застосовувати мікроконтролер для вирішення поставлених прикладних завдань; проектувати принципіві схеми; проектувати та програмувати сучасні програмні проекти і застосовувати їх на мікроконтролері; проектувати, аналізувати і створювати пристрої із застосуванням мікроконтролерів та використовувати їх у процесі навчання, створювати навчальні проекти для ілюстрації сутності роботи для школярів.

При підготовці змістового компонент курсу перед нами постало питання вибору інструментів для навчання та ілюстрації роботи мікроконтролера та його програмування.

Одним з найпотужніших та актуальніших налагоджувальних інструментів у мікроконтролерному середовищі сьогодні є JTAG - внутрісхемний відладчик. Через JTAG адаптер мікроконтролер підключається безпосередньо до середовища програмування і налагодження. Після цього мікроконтролер повністю підпорядковується студії і далі кроку не може ступити без її дозволу. Доступним стає



покрокове виконання коду, перегляд та зміна всіх реєстрів, робота з усіма периферійними пристроями у реальному мікроконтролері, а не в програмній емуляції. Можна ставити точки зупину (break points) на різні події тощо.

Через таку наочну доступність та ілюстративність цей інструмент був обраний нами для навчання майбутніх учителів до викладання робототехніки.

Аналіз досвіду використання широко відомого проекту «Build your own AVR JTAG ICE clone» нами була поставлена задача у навчальній лабораторії «Технологій мікропроцесорного програмування» Південноукраїнського Національного Педагогічного Університету імені К. Д. Ушинського, децю спростивши зазначений вивчений проект, створити внутрісхемний відладчик.

Для технічної реалізації схеми нами використовувались: мікроконтролер ATmega16, мікросхема MAX232 для підключення до COM порту, і мікросхема FT232RL для підключення до USB порту комп'ютера.

У першу чергу було встановлено bootloader, потім з Atmel Studio зроблено оновлення прошивки JTAG ICE до останньої версії.

Розроблений нами комплекс використовувався для викладання змістових модулів: апаратне програмування мікроконтролерів, мікропроцесори в системах автоматизації та робототехніки.

Дослідження особливостей методики використання внутрісхемного відладчика AVR JTAG ICE у навчальному комплексі розробника програмного забезпечення вбудованих систем було продовжено нами у межах дипломних наукових робіт студентів спеціалістів зі спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика).

При вивченні програмування мікроконтролерів дуже важливо не залишати все в теорії, а відразу ж реалізовувати ідеї на практиці. Можна робити це по різному, наприклад, використовувати симулятор або збирати потрібну схему на макетній платі. Але у цих двох методів є вагомні недоліки.

Навчання через дію відбувається тоді, коли той, хто навчається створює реальні речі в матеріальному світі і одночасно набуває знань. Тобто, знання створюються в результаті діяльності. Відбувається циклічний процес: заново набуті знання дозволяють створювати ще більш складні речі в реальному світі, які в свою чергу приносять додаткові знання, і так далі по циклу. Кожне завдання реалізує циклічну модель, яка базується на чотирьох освітніх складових: взаємозв'язку, конструюванні, рефлексії та розвитку.

Методичною реалізацією навчання через дію було рішення про створення «плати для налагодження» на базі навчальної лабораторії «Технологій мікропроцесорного програмування».

«Плата для налагодження» служить зручним засобом для швидкого програмування мікроконтролера, прототипування й обкатки додаткових вузлів, перевірки ідей і методів.

Наразі будь який проект можливо зібрати на «платі для налагодження», перевірити, що ідея працює, відкоригувати як потрібно, а після вже налагоджений код використовувати в реальному проекті. Таким чином, розробка даного пристрою заощадить масу часу студента і викладача.

Основні функції, які були реалізовані при проектуванні «плати для налагодження» на основі мікроконтролера AVR ATmega64 / 128 у межах ще одного дипломного проекту:

1. Свобода конфігурації контролера. Лінії контролера жорстко не визначені і нікуди не підключені за замовчуванням. Ми можемо дротяними перемичками підключати їх як завгодно і куди завгодно.



ISSN: 2414-0325. Open educational e-environment of modern University, special edition (2019)

2. Вбудовані засоби налагодження. У більшості налагоджувальних плат немає навіть програматора. Його треба купувати окремо. В даній платі реалізована не тільки прошивка контролера плати, але й внутрішньо схемне налагодження.

3. Модульна структура. Тепер на одну базу можна буде підключати різні модулі розширення, що реалізують різні інтерфейси.

4. Універсальність елементів плати. Кожна мікросхема, кожна кнопка, кожен вузол підключається так, щоб його можна було використовувати незалежно, сам по собі, для своїх потреб, а не тільки для якоїсь конкретної ролі.

5. Наявність індикації вводу/виводу — кнопки, світло діоди, енкодер, LCD символні індикатори, а також обов'язковий інтерфейс для зв'язку з комп'ютером. Однієї тільки плати досить для освоєння безлічі можливостей контролера.

6. Наявність на платі аналогових ланцюгів. Фільтри, ЦАП, на борту є одиночні транзистори і змінні резистори, які можуть знадобитися при створенні найпростішого вузла.

7. Можливість управління живленням. Завданням різної напруги, а також джерел живлення.

Крім того, в Південноукраїнському національному педагогічному університеті імені К. Д. Ушинського на кафедрі прикладної математики та інформатики спільно з NANITES Group здійснюється навчання основам робототехніки за напрямками:

- введення в робототехніку (теми, що розглядаються: основні поняття і елементи роботів, конструювання простих моделей, графічне програмування, дистанційне керування роботом);

- основи програмування та конструювання роботів (теми, що розглядаються: датчики і двигуни, програмування станів та дій робота, управління алгоритмом поведінки робота, конструювання і програмування ігрових і сервісних роботів);

- основи програмування роботів на мові C (теми, що розглядаються: основи синтаксису мови C, структура програми, засоби програмування роботів на мові C, обробка інформації цифрових і аналогових датчиків, управління серво-моторами і моторами постійного струму).

Спираючись на досвід, отриманий під час проведення зазначеного вище експерименту та досвід співпраці із NANITES Group, спираючись на власний педагогічний та методологічний досвід, враховуючи посталі навчальні потреби та попит на ринку в рамках реалізації проекту MoPED: Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-SBHE-JP нами було створено програму навчальної дисципліни «Освітня робототехніка». Зазначена дисципліна є обов'язковою для студентів бакалаврату з інформатики на другому курсі (третій семестр).

В рамках зазначеної дисципліни студенти вивчають основні поняття та історію робототехніки, технічне проектування, апаратне програмування мікроконтролерів, вивчають методологічні основи навчання робототехніці в середній школі. Після успішного завершення навчання студенти отримують складені інтегральні, базові та спеціальні компетенції, які дозволяють вирішувати прикладні завдання за допомогою роботизованих систем, проводити заняття з робототехніки в середній школі на високому методологічному рівні.

Мета дисципліни — сформувати теоретичну базу студентів на основі функціонування, проектування та побудови апаратно-програмних робототехнічних комплексів; формування методичних компетенцій у навчанні таких комплексів на шкільних курсах алгоритмізації, робототехніки та її використання для підвищення творчої активності вчителя.



До програмних компетентностей, які формуються в процесі вивчення дисципліни включено наступні:

- інтегральна компетентність (ІК): здатність вирішувати складні проблеми та спеціалізовані практичні проблеми у сфері середньої освіти, які характеризуються складністю та невизначеністю умов застосування теорій та методик інформатики, математичного та інформаційного моделювання та педагогіки;
- загальні компетентності (ЗК): здатність аналізувати та критично оцінювати інформацію для створення знань, які будуть використовуватися на практиці.
- фахові (спеціальні) компетентності (ФсК): Здатність розробляти апаратно-програмні роботизовані комплекси (ФсК1); уміння готувати, організовувати та проводити факультативні курси з робототехніки 5-9 класів (ФсК2); здатність організувати робочий процес, спрямований на створення робототехнічних пристроїв (ФсК3); здатність ефективно застосовувати фундаментальні знання з навчальної робототехніки (ФсК4).

До результатів навчання за дисципліною відносяться наступні:

- уміння в організації викладання робототехніки в класі, лабораторії. Навички організації віддаленої, незалежної та позашкільної роботи студентів у робототехніці з використанням сучасних методологічних підходів, інноваційних методів і засобів у навчанні.
- можливість вільного, відповідального та безпечного використання техніки, а також вміння навчати студентів.
- здатність розвивати ефективне індивідуальне навчання для студентів.

Висновки. Підводячи підсумки практики підготовки майбутніх учителів інформатики до викладання робототехніки у школі засобами дисципліни «Програмування мікроконтролерів» мусимо зазначити і деякі труднощі при викладанні. Студенти спеціальності 014 Середня освіта (Інформатика) під час роботи над курсом проявили недостатній рівень знань фізичної складової сутності роботи електронних компонентів, схемотехніки та недостатній рівень вмінь щодо програмування мовою С, що потребує відповідного внесення змін в оновлені робочі програми зі спеціальності.

Узагальнюючи методичне навантаження курсу можна стверджувати, що курс з освітньої робототехніки дозволяє спрямувати знання та вміння, що були набути в попередній підготовці, до їх подальшого розвитку в комплекс необхідних компетенцій, які дозволяють майбутнім вчителям володіти всією системою підготовки, організації та реалізації в навчальному процесі роботи з робототехнічними навчальними об'єктами.

Застосування робототехнічних пристроїв в навчанні завдяки залученню конструювання, системи міжпредметних зв'язків, використанню проектної колективної роботи, сприяє активізації пізнавальної діяльності, створює основи для розвитку творчого потенціалу, становить основу для індивідуалізації навчання.

Отже, одним з перспективних напрямів подальших досліджень в галузі освітньої робототехніки є вдосконалення методичної системи навчання майбутніх вчителів інформатики на основі використання знання-орієнтованого підходу до адаптивного управління процесом індивідуалізованого навчання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Martijn Boogaarts. The LEGO Mindstorms NXT Idea Book: Design, Invent, and Build. 2007. 344 Pages.
2. Michael Gasperi. Extreme NXT: Extending the LEGO Mindstorms NXT to the Next Level. 2007. 312 Pages.



3. Абушкин Х. Х. Межпредметные связи в робототехнике как средство формирования ключевых компетенций учащихся. Учебный эксперимент в образовании. 2014. № 3(71). с.32-35
4. Белов А.В. Конструирование устройств на микроконтроллерах: СПб: Наука и техника, 2005. 256 с.
5. Бродин В. Б., Шагурин И. И. Микроконтроллеры. Архитектура, программирование, интерфейс.: учебное пособие. Москва: Эком, 1999. 401 с.
6. Дорошенко Ю.О., Н.С. Прокопенко Навчання інформатики у структурі 12-річної загальної середньої освіти . Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах. 2006. №1. с.55-72.
7. Інформаційний збірник Міністерства освіти і науки України. Січень 2002. № 2 : Київ : Педагогічна преса, 2002. 23 с.
8. Тарапата В. В. Пять уроков по робототехнике. Информатика-Первое сентября. 2014. №11. с.12-25
9. Тузикова И. В. Изучение робототехники - путь к инженерным специальностям. Школа и производство. 2013. №5. с. 45-47.
10. Хартов В. Я. Микроконтроллеры AVR. Практикум для начинающих, 2-е издание. :учебное пособие. Москва : МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2012. 280 с.
11. Чехлова А.В. Конструкторы LEGO DACTA в курсе информационных технологий. Введение в робототехнику: Москва : ОПТ, Институт Новых Технологий. 2001. 76 с.

ROBOTICS FOR EDUCATION. ASPECTS OF TRAINING PRE-SERVICE TEACHERS OF INFORMATICS

Tetiana Mazurok

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Mathematics and Informatics
South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky (Odesa, Ukraine)
tl@mazurok.com
ORCID: 0000-0002-7829-4446

Viacheslav Korablov

Senior lecturer at the Department of Applied Mathematics and Informatics
South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky (Odesa, Ukraine)
k.viacheslav@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-7544-1252

Volodymyr Chernykh

Ph.D., assistant at the Department of Applied Mathematics and Informatics
South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky (Odesa, Ukraine)
garafmalen@gmail.com
ORCID: 0000-0001-6176-1899

Abstract. The current article deals with the urgent problems of introducing such educational discipline as "Educational robotics" into the curriculum of educational institutions. The article also considers the necessity of special training of pre-service teachers of informatics for teaching educational robotics at school and inclusion of a number of specialized educational disciplines, such as "Educational Informatics", "Robotics", "Hardware programming of microcontrollers" into their professional training. Moreover, the text of the article depicts the results of the diagnostic experiment started in 2013 on the basis of the South Ukrainian National Pedagogical University named after K. D. Ushynsky (Odessa, Ukraine) within the framework of the discipline "Programming of microcontrollers". The aforementioned course is taught for students of full-time and part-time studying in the specialty "Secondary Education (Computer Science)". The article highlights the positive aspects of the influence of teaching educational robotics at school and during professional



training of pre-service teachers of informatics. In addition, the text highlights the experience of participating in the "Build Your Own AVR JTAG ICE Clone" project, which had been devoted to the study of the AVR JTAG controller. In the framework of the project participants were asked to explore the possibility of simplifying the architecture of this controller. While working on project implementation, we were given the task of making it easier to create an in-circuit debugger. The results of participation in this project were extended and continued in the framework of scientific degree work of students in the scientific direction "014 Secondary Education (Informatics)". According to the goals and objectives of the international project, taking into account the experience of working on the project "Build Your Own AVR JTAG ICE clone", the experience of cooperation with the NANITES Group and taking into account own pedagogical and methodological experience in accordance with the training needs and market demand in the framework of MoPED: Modernization of Pedagogical Higher Education by Innovative Teaching Instruments 586098-EPP-1-2017-1-UA-EPPKA2-CBHE-JP implementation we have created a program of educational discipline "Educational Robotics" which structure is described in the article.

Keywords: Educational robotics; microcontroller programming; pre-service teachers of informatics; In-circuit debugger

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Boogaarts, M. (2007). The LEGO Mindstorms NXT Idea Book: Design, Invent, and Build.
2. Gasperi, M. (2007). Extreme NXT: Extending the LEGO Mindstorms NXT to the Next Level.
3. Abushkin, H. (2014). Interdisciplinary relations in robotics as a mean of forming the core competencies of students. (in Russian)
4. Belov, A. (2005). Designing devices using microcontrollers. Nauka i tehnika. (in Russian)
5. Brodin, V., & Shagurin, I. (1999). Microcontrollers. Architecture, programming, interface. Jekom. (in Russian)
6. Doroshenko, Ju. (2006). Teaching computer science in the structure of 12-year general secondary education. Informatyka Ta Informacijni Tekhnologhiji v Navchalnykh Zakladakh, (1), 55-72. (in Ukrainian)
7. Information collection of the Ministry of Education and Science of Ukraine. January 2002 (Vol. 2). (2002). Pedagogichna presa. (in Ukrainian)
8. Tarapata, V. (2014). Five lessons in Robotics. Informatika-Pervoe Sentjabrja, (11), 12-25. (in Russian)
9. Tuzikova, I. (2013). Studying Robotics - the path to engineering specialties. Shkola I Proizvodstvo, (5), 45-47. (in Russian)
10. Hartov, V. (2012). AVR microcontrollers. Workshop for beginners, 2nd edition. MGTU im. N. Je. Bauman. (in Russian)
11. Chehlova, A. (2001). LEGO DACTA kit in information technologies. Introduction to Robotics. M.: ORT, Institut Novyh Tehnologij. (in Russian)