

З.А. Батырхан^{1*}, Н.Б. Диқамбай¹, Б.Д. Сыдыхов¹

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан
*e-mail: zangarbatyrkhan@gmail.com

МОБИЛЬДІ АДЫМДАУШЫ РОБОТТЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа

Мектептегі оқу процесіне білім беру әдістерін енгізу әр педагогтің немесе оқу бағдарламасын жасаушының өз оқыту тұжырымдамалары мен оқыту принциптерін қалыптастыру білім беру ортасында тиімді жүзеге асыруға ұмтылатындығымен анықталады. Өзара әрекеттестіктің мұндай формалары әрбір оқытылатын пәннің практикалық элементтерін таңдаулы құрылымдар түрінде де, білім берудің формальданған кешенді формалары түрінде де оқыту үдерісіне кіріктіруге болатындығын анықтайды. Бұл жұмыс білім беру роботтарын басқару жүйесін модельдеу ортасын және басқару жүйесін зерттеуге, сонымен қатар роботты басқарып, оған пәрмен беруге арнайы жасалған интерфейсті қолдана отырып робототехниканы оқытуға бағытталған. Осы уақытқа дейінгі зерттеулерді талдау төменгі сынып оқушыларына робототехниканы оқыту әдістемесінің тиімділігі жеткіліксіз болатындығын көрсетеді. Егер робототехника факультатив пәнінің бірегей жүйесін төменгі сынып оқушылары үшін арнайы кіріктірілген интерфейс білім саласына енгізетін болсақ, онда робототехниканы оқытудың тиімділігін арттыруға, оқушылардың танымның модельдік сипаты туралы түсініктерін қалыптастыруға және олардың білім және шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал етуі сөзсіз. Алынған нәтижелер көрсеткендей, робототехниканы арнайы интерфейс арқылы оқыту - төменгі сынып оқушыларының әр нақты критерий бойынша робототехниканы жобалау дағдыларын арттыруға ықпал ететіндігін көрсетеді, бұл төменгі сынып оқушыларына робототехника пәнін оқыту тәсілдерін жеңілдететінін айқын дәлелдейді.

Түйін сөздер: білім беру, модельдеу ортасы, робототехника, технология, білім беру роботын басқару жүйесі.

Аннотация

З.А. Батырхан¹, Н.Б. Диқамбай¹, Б.Д. Сыдыхов¹

¹Казахский Национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Внедрение методов обучения в образовательный процесс в школе определяется тем, что каждый учитель или разработчик учебного плана стремится к тому, чтобы его концепции обучения и формирования принципов обучения наиболее эффективно реализовывались в образовательной среде. Такие формы взаимодействия определяют, что каждый преподаватель стремится интегрировать и изобретать практические элементы избранного предмета в образовательный процесс как в виде избранных структур, так и в виде формализованных комплексных форм обучения. Данное исследование направлено на исследование среды моделирования и системы управления образовательного робота, а так же на обучение робототехнике со специальным разработанным роботом и встроенным интерфейсом для управления и подачи команд роботу. Анализ ранее приобретенных знаний и умений показывает, что методика обучения робототехнике учеников младших классов недостаточно эффективна. Полученные результаты показывают, что обучение робототехнике с помощью специального интерфейса способствует повышению уровня навыков проектирования учеников младших классов по каждому конкретному критерию, что свидетельствует об упрощении способа обучения робототехнике учащихся основной школы.

Ключевые слова: образование, среды моделирования, робототехника, технология, системы управления образовательным роботом.

Abstract

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ШАГАЮЩЕГО РОБОТА

Batyrkhan Z.A.¹, Dikambai N.B.¹, Sydykhov B.D.¹

¹Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan

The introduction of teaching methods to the educational process at school is determined by the fact that each teacher or curriculum developer strives to ensure that his concepts of teaching and the formation of teaching principles are most effectively implemented in the educational environment. Such forms of interaction determine that each teacher seeks to integrate and invent the practical elements of the chosen subject into the educational process, both in the form of selected structures and in the form of formalized complex forms of education. This work is aimed at studying the simulation environment and the control system of an educational robot, as well as teaching robotics with a specially

designed robot and a built-in interface for controlling and giving commands to the robot. An analysis of previously acquired knowledge and skills shows that the methodology for teaching robotics to primary school students is not effective enough. The results obtained show that teaching robotics using a special interface helps to increase the level of design skills of primary school students for each specific criterion, which indicates a simplification of the method of teaching robotics to primary school students.

Keywords: education, modeling environments, robotics, technology, educational robot control systems.

Кіріспе

Білім беру роботтарын басқару жүйесін модельдеу ортасын және басқару жүйесін зерттеуде адымдап жүретін роботтар робототехника индустриясындағы ең ерекше роботтардың қатарына жатады. Өйткені, доңғалақты роботтармен салыстырғанда олар тегіс емес жерде жүре алады. Әдепкі роботтарда шынжыр табанды және доңғалақты локомотивтер жүйесі қолданылады; мұндай жүйелердің қолданылуы іске қосылуының қарапайымдылығы мен жеңілдігіне байланысты. Білім беру саласында робототехника бойынша білім беру технологияларын жобалау әдіснамасы мен жүзеге асыру, сонымен қатар, адымдап жүру жүйелері мен оларға негізделген мобильді роботтар ғалымдардың ерекше қызығушылығын тудыруда [1].

Адымдап жүретін роботтарды басқару айтарлықтай қиынырақ, өйткені тепе-теңдікті сақтау үшін әр роботтың бөлшегін бақылап, қадағалау қажет. Бұл жоба Arduino тақтасы мен сервомоторлардан жиналған роботты тиімді басқару болып табылады. [2, 3].

Механикалық аяқтар (педипуляторлар) мобильді роботтың қозғалысын қамтамасыз етеді және кедергілерден өтуге мүмкіндік береді. Егер кедергілер шынжыр табанды және доңғалақты робот үшін алынбас қамал болатын болса, сәйкесінше, адымдап жүретін роботты пайдалану – ең дұрыс шешім болып табылады.

Аяқ саны роботтың тұрақтылығына әсер етеді, сәйкесінше, аяқ саны бір жұптан асатын роботтарды қолдану (жүру үшін көп аяқты пайдалану) қыртыс рельефке арналған. Бір жұп аяқты пайдалану (екі аяқты жүру немесе бипедалдық) қалалық жердің интерьерінде адымдауға ыңғайлы, өйткені мұндай орта екі аяғында тік тұрған адамға бейімделген болып табылады.

Прототип ретінде Hiwonder гуманоид роботы таңдалған болатын (Сурет 1). Бұл роботтың функционалды мүмкіндіктеріне келетін болсақ, әр қолына 2 деңгейлі қозғау кеңістігі, аяқтарына 4 деңгейлі қозғау кеңістігі қарастырылған. Сондай-ақ, Hiwonder гуманоид роботы бастапқы қалыпқа кез-келген позициядан келе алады. Hiwonder гуманоид роботының ерекшеліктеріне негізгі бағдарламалау, Arduino ортасында бағдарламалау, қуатты сервомоторлар, түрлі пәрмендердің орындалуы, бастапқы қалыпқа келу мүмкіндіктері жатады.

Техникалық сипаттамалары:

- Роботтың көлемі: биіктігі (379 мм) * ені (187 мм) * қалыңдығы (121 мм);
- Дене салмағы: шамамен 1.8 кг;
- Дене материалы: қатты алюминий қорытпасы;
- Қашықтық сенсорының жұмысы: 2 см - 400 см.



Сурет 1. Адымдаушы роботтың прототипі болған Hiwonder роботы

Hiwonder гуманоид роботының өндірушідегі нақты бағасы 600 000 теңгені құрайды. Бұл бағаға келесі құрамдас бөлшектер кіреді:

- Nano (Arduino контроллері) - 1 дана;
- Кеңейілген тақта - 1 дана;

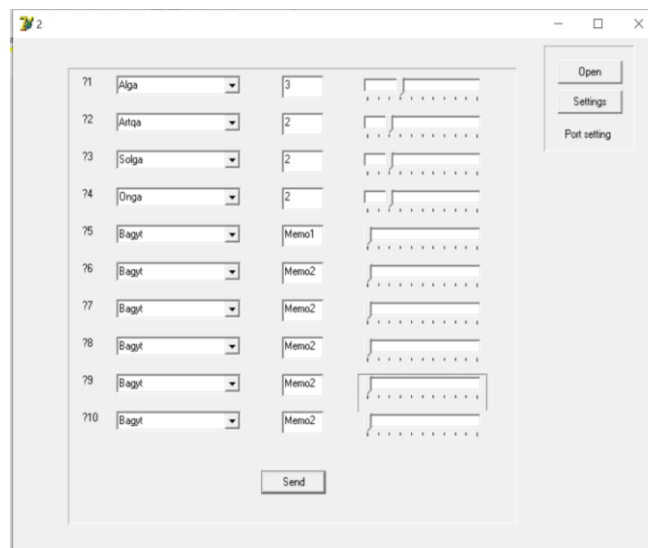
- Серво моторлар - 24 дана;
- USB кабелі - 1 дана;
- Зарядтау құрылғысы - 1 дана;
- 4 пинді кабель - 7 дана;
- Акселерометр - 1 дана;
- АК басқару пульті - 1 дана;
- Сызық сенсоры - 2 дана;
- LDX-218 серво жетегі - 12 дана;
- LDX-227 серво жетегі - 4 дана;
- Корпус бөлшектері - 1 жиынтық;
- Серво жетекке арналған кабельдер - 16 дана.

LDX-218 сервомоторында 2 жетек болады, олардың біреуі «пассивті», яғни орнында ұстап қалуға жауап береді, ал белсенді шығыс білігімен коаксиалды түрде орнатылады және бекіткіштерді U-тәрізді жақшалар түрінде орталауға қызмет етеді (Сурет 2).



Сурет 2. Қозғалыс қызметіне жауап беретін LDX-218 серво моторы

Прототип ретінде алынған Hiwonder гуманоид роботын сатып алу үшін қомақты қаржы керек екені белгілі. Сол себепті, негізгі мектеп оқушыларының робототехникаға деген көзқарасын кеңейтіп, ынталарын ояту үшін бағасы әлдеқайда арзан, ашық кодтан тұратын, өңдеуге келетін гуманоид роботты жасап шығаруды көздеп отырмыз (Сурет 3).



Сурет 3. Мобильді адымдаушы гуманоид роботқа пәрмен жүргізетін интерфейс

Мақаланың мақсаты

Delphi бағдарламалау тілінде жазылған код арқылы мобильді адымдаушы роботты арнайы дайындалған интерфейс арқылы жүргізіп, пәрмендерді орындату. Білім беру роботтарын басқару жүйесін модельдеу ортасын және басқару жүйесін зерттеудің нәтижесінде оқушыларға арнайы интерфейс арқылы робототехниканы оқыту және робототехника ғылымына деген ынтасын арттыру.

Мақаланың негізгі материалы

Бұл жобаны құру кезінде роботтың құрылымы мен кодын ашық қылып жасау – жобаның басты мақсаттарының бірі болып табылады. Схеманы дайындағаннан кейін, ол біздің роботымызға сәйкес келетін өлшемдері мен пішіні бар теңелетін PCB дизайнына түрлендіріледі. Келесі қадам - Arduino дизайны бойынша гуманоид роботты құрастыру және оны біртіндеп қозғалту. Яғни, робот кодын микроконтроллерге жүктеу керек, сондықтан Arduino Uno тақтасын пайдаланылатын болады. Гуманоид роботтың бағдарламалық жасақтамасына кодты жүктеу үшін Arduino IDE -ді қолдану керек немесе OTTO IDE -ті жүктеу арқылы іске асыруға болады [4-6].

Бұл әдісте ұсынылған дидактикалық модель тиімдірек болып есептеледі, өйткені оны қолдану нәтижесінде оқушыларда тәжірибе, білік деңгейінің жоғарылауы мен жалпы интеллектуалды даму байқалады. Іске асырылған дидактикалық модельдің тиімділігін бағалаудың дұрыстығы білік пен білім деңгейіне байланысты болып табылады [7].

Гуманоид роботтың құрамдас бөліктерін бір-бірімен байланыстыру үшін келесі әдіс қолданылады.

```
#define PIN_YL 2 //servo [0] сол аяқ;
```

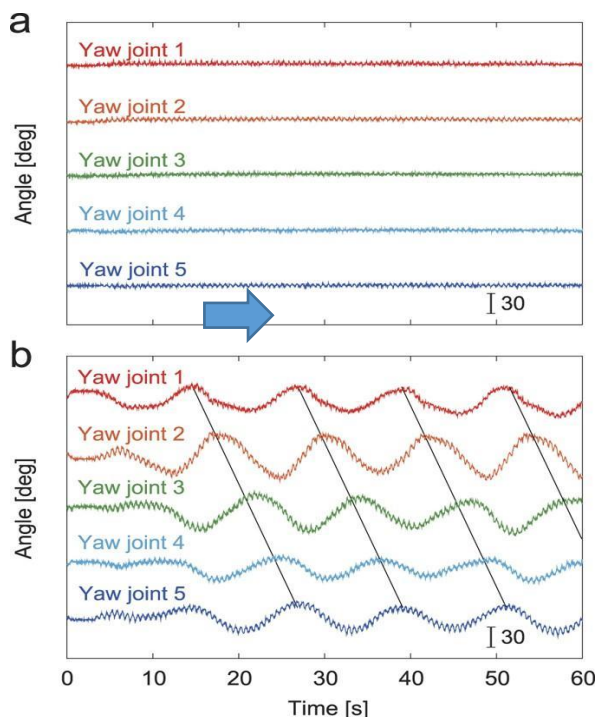
```
#define PIN_YR 3 //servo [1] оң аяқ;
```

```
#define PIN_RL 4 and RR_5 //servo [2] сол қол мен оң қол.
```

Яғни, қолданылған әдіс арқылы құрамдас бөліктердің бір уақытта жұмыс істеуі жүзеге асады. Гуманоид робот бастапқы қалыптан өз қозғалысын бастаған кезде әрбір серво моторға күш түседі.

- 1) Сол қол 12 градусқа қайтады;
- 2) Оң қол 10 градусқа алға жылжиды;
- 3) Сол аяғы 23 градусқа қайтады;
- 4) Оң аяғы 24 градусқа алға жылжиды.

Яғни, адымдау барысында әр компоненттің өз қызметі бар және байланыс 4 суретте көрсетілген осьтер бойынша жүргізілетін болады. Бір іс-әрекет орындалып, келесі қимылға көшу кезінде орын алатын уақыт аралығы 3 миллисекундты құрайды.



Сурет 4. Иық буындарының іске қосылу уақыты

Динамика 1-кестеде [8] диаграмма түрінде көрсетілген. Эксперименттен кейін 1-кестенің б нұсқасында иық буынының қозғалысы $X_{exp}=15$ тен $X^*_{exp}=30$, ал 1-кестенің а нұсқасында [8] өзгеріссіз қалды ($X_{cont}=30$; $X^*_{cont}=30$). Сондықтан, буындарының қимылдары кездейсоқ емес болып табылады.

Бұл болжамды тексеру үшін бір гипотеза ұсынылады:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^m \sigma_i^2 n_i}{n_1 + n_2 - 2} = 16,138 \quad (1)$$

$\alpha = 0,05$ және $k = 206$ бос кеңістік деңгейіндегі біржақты қимылдың сыни мәні $t_{0.95}(206) = 1.97$ -ге тең, бұл аяқты толық көтеру үшін жеткіліксіз. Сонымен, нөлдік гипотеза жоққа шығарылады. 0,95 ықтималдықпен тәжірибелік топта қолданылатын әдістер тиімдірек деп айтуға болады.

Мұндағы K_e - қорытынды нәтижелер бойынша [9] Е қозғалыс деңгейінің коэффициенттік мәні, ал C – ешбір қимыл жасамау уақыты. Сонымен, эксперименттің оқыту кезеңінің нәтижесі оқушыларға арналған робототехниканы жобалаудың әдістемелік жүйесінің тиімді коэффициенті келесі градустың шешімін шығарады:

$$\frac{0,488}{0,355} = 1,37 \quad (2)$$

```

program ModTest;
{$APPTYPE CONSOLE}
begin
Event := TEvent.Create(nil, True, False, "");
SetConsoleCtrlHandler(@CtrlHandler, True);
try
ComPort := TComPort.Create(nil);
try
if ParamCount > 0
then ComPort.Port := ParamStr(1)
else ComPort.Port := 'COM1';
ComPort.Events := [];
ComPort.FlowControl.ControlDTR := dtrEnable; ComPort.FlowControl.ControlRTS := rtsEnable;
ComPort.Open; // open port
ComPort.WriteStr('AT#13#10'); // send test command
Answer := "";
Step := 0;
repeat Events := [evRxChar];
ComPort.WaitForEvent(Events, Event.Handle, 5000); // wait for characters
if evRxChar in Events then
begin
ComPort.ReadStr(Data, ComPort.InputCount);
Answer := Answer + Data;
if Pos('OK', Answer) > 0 then
Break;
end;
end;
end;

```

Жобаларды құру және тексеру кезінде оқушылар бір-бірімен тәжірибелерімен бөліседі, бұл танымдық, шығармашылық қабілеттердің дамуына, сонымен қатар оқушылардың өзіндік жұмыстарына оң әсер етеді. Осылайша, оқушылардың жеке-дара ерекшеліктері мен көмекші материалдардың қол жетімділігін ескере отырып, оларға осы жағдайға қатысты өздігінен шешім қабылдауға мүмкіндік беретініне көз жеткізе аламыз. Ең бастысы олар, өз әрекеттерін басқалармен үйлестіру, яғни, ұжымда жұмыс істеу мүмкіндігіне ие болады [10]. Мобильді адымдаушы роботты арнайы дайындалған интерфейс арқылы жүргізіп, пәрмендерді орындатудың негізгі мақсаты-қоғамның әлеуметтік тапсырысы: оқу мақсаттарын өз бетінше қоюға, оларды іске асыру жолдарын жобалауға, өз жетістіктерін бақылауға және бағалауға, әртүрлі ақпарат көздерімен жұмыс істеуге, оларды бағалауға және осының негізінде өз пікірін, пайымдауын, өзін-өзі бағалауға қабілетті тұлғаны, яғни, оқушылардың негізгі құзыреттіліктерін қалыптастыру.

Қорытынды

Орта білім беруде төменгі сынып оқушыларына әртүрлі танымдық процестерді дамытудың негізгі шарты – баланы қызықтырып, ынталандыру болып табылады. Сондықтан кез-келген мұғалім балалардың дамуын ынталандыратын жағдайлар жасау қажеттілігіне тап болады. Білім беру роботын басқару жүйесі мен модельдеу ортасын зерттеу барысында адымдаушы мобильді гуманоид роботты жасап, алгоритм арқылы арнайы интерфейсте басқаруды білім бағдарламасына кіріктіру – төменгі сыныптарда бір уақытта бірнеше мәселені шешуге мүмкіндік береді. Ең перспективалы пәндердің бірі болып табылатын робототехника ғылымы тек әртүрлі бөлшектерді жинап, құрастыруға ғана емес, сонымен қатар болашақ өмір үшін маңызды интеллектуалдық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Негізгі мектептегі робототехника ғылымының берер пайдасы:

- қол еңбегіне үйретеді;
- визуалды және абстрактылы танымды дамытады;
- әртүрлі күрделі элементтердің жұмыс ерекшеліктері туралы білуге мүмкіндік береді.

Оқу іс-әрекеті барысында балалар себеп-салдарлық байланыстар орнатуға, эксперименттер жүргізуге және сөздік қорын кеңейтуге үйренеді. Нәтижесінде арнайы алгоритм бойынша басқаруға болатын гуманоид адымдаушы робот пен басқару тақтасы білім саласында қолданылатын болады. Арнайы интерфейсте 4 бағыт және қадам сандарын енгізуге болады. Жобаның басты мақсаттарының бірі - арнайы алгоритмді қолдана отырып, роботқа дұрыс пәрмендер беру және дұрыс бағыт-бағдарды жолдағы кедергілерге кідірмей тауып бару болып табылады. Жаяу жүретін роботтың процесі мен жұмысын зерттей отырып, төменгі сынып оқушылары алгоритммен және басқару процесімен таныс болады. Сонымен қатар, білім бағдарламасы аясында жаңа алгоритмдерді үйреніп, тәжірибе жүзінде пайдалануға мүмкіндік алады. Соның нәтижесінде, болашағынан көп үміт күттіретін өскелең ұрпақ тек теория жағынан ғана емес, практика жүзінде де жақсы білім алып шығатын болады.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

- 1 Мухамедиева К.М. *Методология проектирования и реализации образовательных технологий по робототехнике в вузе. // Дисс. PhD. -Астана, 2019. - С. 176.*
- 2 Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J., Nielsen, M. (2020). *Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots. Sensors, 2020, (pp. 46-53) Article number 1935.*
- 3 Nilsson, A., & Pareto, L. (2010). *The complexity of integrating technology enhanced learning in special math education – a case study. In M. Wolper (Ed.), Sustaining TEL: From innovation to learning and practice (pp. 638-643). Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Berlin Heidelberg*
- 4 Oudeyer, P.-Y. (2019). *Developmental autonomous learning: AI, cognitive sciences and educational technology. Retrieved from <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3308532.3337710>.*
- 5 Campos, I.S. (2013). *Cognitive processes and math performance: A study with children at third grade of basic education. European Journal of Psychology of Education, 28(2), 421–36. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0121-x>.*
- 6 Kozhagul, A., Bidaibekov, Y., Bostanov, B., Pak, N., Kozhagulova, Z. *Integration of robotics design into the learning process at school / Integração de projeto robótico no processo de aprendizagem na escola //Periodico Tche Quimicathis link is disabled, 2020, 17(35), сmp. 404–424.*
- 7 Scherer, R., & Beckmann, J.F. (2014). *The acquisition of problem solving competence: Evidence from 41 countries that math and science education matters. Large-scale Assessments in Education, 2(1), Article number 10. <https://doi.org/10.1186/s40536-014-0010-7>.*
- 8 Gerosa, A., Koleszar, V., Gómez-Sena, L., Tejera, G., & Carboni, A. (2019, October/November). *Educational robotics and computational thinking development in preschool. Paper presented at the 2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), San Jose Del Cabo, Mexico.*
- 9 Habib, M.K. (2020). *Revolutionizing education in the age of AI and machine learning. Hershey, Pennsylvania: IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-5225-7793-5.ch005>.*
- 10 Сыдыхов Б.Д., Қойшыман Г., Батырхан З.Ә. *Оқушыларға робототехника негіздерін оқытудың әдістемелік ерекшеліктері. Хабаршы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. -№1(69), Абай атындағы ҚазҰПУ. Алматы, 2020. –Б.81-86.*

References:

- 1 Mukhamedieva K.M. (2019) *Methodology for the design and implementation of educational technologies in robotics at the university. // Diss. PhD. - Astana. - P. 176. (in Kazakh)*
- 2 Muñoz, L., Villarreal, V., Morales, I., Gonzalez, J., Nielsen, M. (2020). *Developing an interactive environment through the teaching of mathematics with small robots. Sensors, 2020, (pp. 46-53) Article number 1935.*

- 3 Nilsson, A., & Pareto, L. (2010). *The complexity of integrating technology enhanced learning in special math education – a case study*. In M. Wolper (Ed.), *Sustaining TEL: From innovation to learning and practice* (pp. 638-643). Berlin, Heidelberg, Germany: Springer Berlin Heidelberg
- 4 Oudeyer, P.-Y. (2019). *Developmental autonomous learning: AI, cognitive sciences and educational technology*. Retrieved from <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3308532.3337710>.
- 5 Campos, I.S. (2013). *Cognitive processes and math performance: A study with children at third grade of basic education*. *European Journal of Psychology of Education*, 28(2), 421–36. <https://doi.org/10.1007/s10212-012-0121-x>.
- 6 Kozhagul, A., Bidaibekov, Y., Bostanov, B., Pak, N., Kozhagulova, Z. (2020) *Integration of robotics design into the learning process at school / Integração de projeto robótico no processo de aprendizagem na escola //Periodico Tche Quimicathis link is disabled*, 17(35), -P. 404–424.
- 7 Scherer, R., & Beckmann, J.F. (2014). *The acquisition of problem solving competence: Evidence from 41 countries that math and science education matters*. *Large-scale Assessments in Education*, 2(1), Article number 10. <https://doi.org/10.1186/s40536-014-0010-7>.
- 8 Gerosa, A., Koleszar, V., Gómez-Sena, L., Tejera, G., & Carboni, A. (2019, October/November). *Educational robotics and computational thinking development in preschool*. Paper presented at the 2019 XIV Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), San Jose Del Cabo, Mexico.
- 9 Habib, M.K. (2020). *Revolutionizing education in the age of AI and machine learning*. Hershey, Pennsylvania: IGI Global. <http://doi:10.4018/978-1-5225-7793-5.ch005>
- 10 Sydykhov B.D., Koishyman G., Batyrkhan Z.A. (2020) *Methodological features of teaching students the basics of robotics*. *The messenger. "Physical and Mathematical Sciences" series*. -№1 (69), KazNPU named after Abai. Almaty. -P.81-86. (in Kazakh)