

А.А. Оразбаева

*I. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университеті, Талдықорған, Қазақстан
(E-mail: asel.orazbaeva@mail.ru)*

Оқу үдерісінде роботтық техникалық жүйелерді қолдану ерекшеліктері

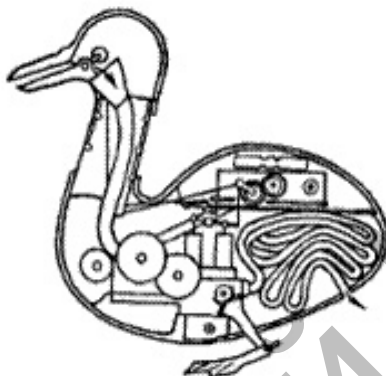
Мақала оқу үдерісінде роботтық техникалық жүйелерді қолдану ерекшеліктерін зерттеуге бағытталған. Жалпы жасанды интеллекттің қалыптасу кезеңдері сипатталып, бұл саланы менгеруде адамзат алдындағы ашылатын жаңа мүмкіндіктері болжанды. Еңбекті автоматтандыруда роботтық техниканы қолдану нәтижелері келтірілген. Автор білім беру үдерісінде роботтық техниканы қолданудың өзектілігін көрсетті. Білім беру үдерісінде роботтық техника үш бағытқа бөлінеді (білімділік, жарысатын және шығармашылық). Білім алушылар жарысатын бағытқа айқын түрде қызығушылығын білдіріп жатқандығы нақтыланады, ал білімділік бағыты жанама түрде тек техникалық бағытпен айқындалады. Сонымен қатар Lego Mindstorms жиынтығымен жұмыс жасау технологиясы сипатталады. Және де биотехникалық, автоматты және интерактивті түрлері бойынша бөлінетін роботтық техникалық жүйелерді басқару ерекшеліктері қарастырылды. Роботты басқару әдістерін дамытуда техникалық кибернетика жетістіктері мен автоматты басқару теориясы өте маңызды екені айтылды. Мақалада роботтарды оқу үдерісінде қолдану білім алушылардың инженерлік мәдениет саласында негізгі түсініктерін қалыптастыруға, жаратылыстану және нақты ғылымдар саласына қызығушылықтарын арттыруға, қолданбалы тапсырмаларды орындауда білімгерлердің стандартты емес ойлау қабілетін, шығармашылығын дамытуға, сондай-ақ ізденушілік дағдыларын қалыптастыруға үлкен мүмкіндік беретіні талданылады.

Кілт сөздер: жасанды интеллект, автоматтандыру, роботтық техникалық жүйе, басқару, Lego Mindstorms конструкторлары, Bioloid. Robotis Premium адам тәріздес роботтары.

Ақпараттық технологиялар дамуының белсенділігінің артуы мен олардың қоғам салаларына тереңінен енуі дайын өнімдерді, интеллектуалды міндеттерді жеңілдетудің сапалы дамуын талап етеді. Жаңа технологиялардың оқыту үдерісіне енгізілуін студенттің шығармашылық, интеллектуалды дамуын арттыру деп түсінеміз. Толық жетілген жасанды интеллект құру адамзат алдына қоғамның барлық бағыттарында жаңа мүмкіндіктер береді. Жасанды интеллект психология, физиология, лингвистика және басқа да ғылымдардың қиылысында орналасқан, күрделі проблемаларды шешімімен айналысатын информатиканың бір аймағы болғандықтан, жасанды интеллектуалды жүйелер құруда және оларды игеруде сапалы білім беру бүгінгі күннің басты талаптарының бірі болып отыр. Жалпы *интеллект* сөзі латынның «Intellectus» — ақыл-ой, ес, адамның ойлау қабілеті дегенді білдіретінін ескерсек, жасанды интеллект технологияларымен жұмыс істеу, қолданушының тек алгоритмдік процедуралармен шектеліп қана қоймай, өзін-өзі дамыту белсенділігін арттыруға ықпал ете отырып, оның интеллектуалдылық дәрежесінің қалыптасу үдерісіне оң әсер ететіні анық. Әрине, оқу үдерісімен қатар, өндірістің бар салаларында кең қолданыс тапқан бұл жүйе әлі де зерттеулерді, тәжірибе жасап, оларды қоғамда тереңдеп енгізуді талап ететіні белгілі.

Жасанды интеллект тірі интеллектуалды жүйелердің функциясын жасанды жүйелерге беру тәсілдерін жасауға бағытталған. Жасанды интеллекттің даму тарихына тоқталатын болсақ, ежелгі заманғы адамдарда күрделі есептер шешуге ұмтылып, адам ойын модельдеуге жасанды интеллектті пайдаланды. Ежелгі Египетте Амона құдайының механикалық статуясы шықты. Дегенмен, жасанды интеллект бастамасын бастаған орта ғасырлық испан философы, математигі және ақыны Раймонд Луллий деп есептеледі. Ол XVIII ғ. әртүрлі есептерді шешуге арналған механикалық машина құрастыруға ұмтылды. XVIII ғ. Лейбниц және Декарт бір-біріне қатыссыз осы идеяны жалғастырды. Осы атқарылған жұмыстарды жасанды интеллекттің теориялық бастамасы деп түсінуге болады. Электронды есептеуіш машинасы пайда болғаннан кейін XX ғ. 40-шы жж. жасанды интеллект ғылым ретінде қалыптасты. Осы уақытта Норберт Винер жаңа пайда болған ғылымға «Кибернетика» деген жұмысын жазды. 1956 ж. Дартмут колледжінде (АҚШ) өткен семинарда осы сала «Жасанды интеллект» (AI—artificial intelligencel) атауын меншіктеді. Бұл семинар есептерді логикалық түрде шешу әдістеріне бағытталды. Кейіннен жасанды интеллект ғылымы «Нейрокибернетика» және «Кибернетиканың қара қорабы» («Кибернетика черного ящика») болып екіге бөлінді. Ал ең алғаш «робот» сөзін чех жазушы–сатиригі Карл Чапек ағасы Йозефпен бірлесіп, «R.U.R.» («Rossum's

Universal Robots», 1917 ж., 1921 ж. жарыққа шықты) өзінің пьесасы үшін ойлап тапқан [1]. Алғашқы роботтар деп орта ғасырдағы механикалық қуыршақтарды да айтуға болады. Шамамен 1736–1738 жж. инженер, математик және музыкант Жак де Вокансон флейтада ойнай алатын қуыршағына бағдарлама ретінде жұдырықты механизмді, немесе қатарласып орналасқан барабанды, қолданды. Ол қуыршақ флейтада он екі түрлі әуен орындай алды және де саусақтарын шынайы қимылдатып, еріндерін жыбырлата отырып, флейта тесіктерінен кәдімгі ауа шығаратын. Ж. де Вокансон сонымен қатар жүре алатын, қанаттарын қимылдата отырып, дыбыс шығара алатын, су ішетін, дәндерді шокитын және оларды ішкі диірменімен ұсақтай алатын үйректі жасап шығарды (1741 ж.). Үйрек 1000-ға жуық бөлшектерден тұрды және сол заманда жасалған роботтардың үздігі деп танылды (1-сур.). Өкінішке орай, Париж ғылым академиясының академигі, ұлы инженер-механиктің бір де бір жұмысы біздің заманымызға дейін жетпеген.



1-сурет. Жак де Вокансонның үйрегі

Жасанды интеллекттің бір бағыты болып табылатын роботты техника (робот және техника, ағылшын тілінен аударғанда *robotics* — роботика) — автоматтандырылған техникалық жүйелерін әзірлейді және өндірістің қарқынды дамуына маңызды техникалық негізі болып табылатын қолданбалы ғылым. Құрылыс, өнеркәсіп, тұтыну, авиация және төтенше қызмет (әскери, ғарыш, су асты) салаларында роботты техника кеңінен қолданылады. Роботты техника құбылыс ретінде технологияның табиғи логикалық жалғасы болып табылады. Кез келген еңбекті автоматтандыру қарқынын адамдар біртіндеп көптеген қызмет салаларында ығыстырып, фильмдер көруге, дайвингке, компьютерлік ойындарға және тағы да басқа істермен айырбастауға қарқынды күш қолданып жаңа мүмкіндіктер берді. Жалпыға ортақ еңбектің өндіріс құралдарын өндіру үшін адамзаттың жұмсағаны емес, соңғы өнім тұтыну біртіндеп 100%-ға ұмтылып, артып келеді. Қазірдің өзінде көптеген заманауи ең күшті роботтардың жұмыс күші: машиналар, автомобильдер, компьютерлер және тағы сол сияқты машиналар өндірісіне бағытталған.

Қазіргі таңда көптеген елдерде білім беру үдерісінде роботтық техника негіздерін оқыту үлкен сұранысқа ие. Негізгі тапсырма жастарды инженерлік мамандықтарға және ғылымға назарын аударту болып отыр. Бұл идеяны жетілдіру үшін роботтардың Дүниежүзілік олимпиадасы (ағылш. World Robot Olympiad, WRO) 10–18 жас аралығындағы мектеп оқушыларының жарысы — роботтардың Халықаралық жарысы (MCP) өткізіледі. Бірінші фестиваль 2004 ж. Сингапурде өткізіліп, оған 32 елден 1000-нан астам дарынды оқушылар қатысты. Роботтарды келесі категорияларға бөлуге болады: өнеркәсіптік роботтар, әскери (радиомен басқарылатын машиналар, саперлер), тұрмыстық (капсулды кофемашиналар, ақылды шаңсорғыштар), медициналық, транспорттық (Amazon қоймасындағы автономды роботтар), сервистік (аэропортта көмек берушілер), экзоскелеттер (адам денесінің кеңейтілген мүмкіндіктері, қимыл-тірек аппаратының шығындалған функциясын қалпына келтіру), адам секілді (Honda компаниясы «Asimo»), қадамдап жүретін, космостық.

Роботтық техниканы үш бағытқа бөлуге болады:

- білімділік;
- жарысатын;
- шығармашылық.

Қазіргі уақытта білім алушылар роботтық техникамен сабақтан тыс кезде және таңдау курстарында шұғылдана алады. Бұндай сабақтарда жарысатын бағыт басым болады. Дәлірек

айтқанда, жарысатын компонент айқын түрде қатысады. Білімділік бағыты жанама түрде тек техникалық бағытпен айқындалады. Бұл бағытқа тісті-белдікті берілулер, айналдыру кеңістігін өзгерту, дөңгелек диаметрінің өткен ара-қашықтығын өзгерту, сызық бойынша жылжу технологиясы, объектілерді тану және т.б. Сондай-ақ іс-әрекетті жүзеге асыратын роботқа алгоритмдеу және бағдарламалау дағдыларын арттыратын компонент, тест және қалпына келтіру бағдарламалары болады [2].

Қазіргі уақытта әдебиеттерде роботты техникалық жүйелерді үш буынға бөледі. Заманауи өндірісте пайдаланатын роботтардың көбі бірінші буынға жатады. Олардың басқару жүйесінің есептеуіш қуаты төмен болып табылады (кейде нөлге тең). Мұндай роботтың жалғыз «интеллектуалды» функциясы — оператормен берілетін әсер тізбегін есте сақтауында. Олар жұмыс істейтін технологиялық жағдай толығымен детерминирленген болуы керек. Бұған кіретіні тетіктердің нақты тұрақтандырылуы, басқа жабдықтармен кеңістіктік байланыстың нақты анықталуы және де құралдарға жақын орналасқан адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету керек.

Екінші буынның роботты техникалық жүйелері роботы басқару жүйесіне қымбат емес микропроцессор ендірілгенде пайда болды. Бұл буында манипулятор үзбелерінің қозғалыс элементтерін барлық жылжу дәрежесі бойынша есептеуге мүмкіндік туды. Екінші буын роботтары қозғалып тұрған тасымалдаушының үстінде жатқан тетіктермен жұмыс жасай алады. Кей кездерде жүйеге өзгерістерге бейімделуді қамтамасыз ететін күш сол сәттегі және қашықтық өлшегішті бергіштер енгізілді. Екінші буынды роботтарды негізінен автоматты өндіріс процестерімен байланысты жерлерде қолданады: нүктелі пісіру, тозаңдатумен бояу, доғалы пісіру, құрастыру. Екінші буынның роботтарымен жұмыс істеген кезде олардың даму болашағы жетілдірілген бергіштерді қолдану мен басқару жүйесінің есептік қуатының артуына байланысты екенін көруге болады.

Үшінші буынның роботты техникалық жүйелері бірнеше жыл бұрын пайда болды, бірақ олар әлі толығымен зерттеліп болған жоқ. Бұл жүйелердің ерекшелігі бірнеше асинхронды жұмыс істейтін микроЭЕМ қолданылуында, олардың әрқайсысы автономды функцияларды жүзеге асырады. Үшінші буынның типтік роботы әр жылжу дәрежесі үшін арнайы басқару процессорымен және де оның жұмысын үйлестіретін орталық процессормен жабдықталған. Орталық процессор басқа да жоғарғы деңгейлі функцияларды орындайды.

Төменгі деңгейлі процессорлардың әрқайсысы өз манипулятор үзбесінің қозғалу жылдамдығы мен ішкі күй бергіштерінің сигналдарын өңдейді және де осы үзбе сервобасқару жүйесінің бір бөлігі болып келеді. Орталық процессор бөлек дәрежесі бойынша орын ауыстыруды үйлестіреді, әртүрлі координат жүйелерінде жұмыс істеген кезде координаталарды түрлендіруді орындайды, сыртқы бергіштермен, басқа роботтармен және білдектермен өзара әрекет етеді, өз жадысында программаларды сақтайды, байланыс желісі арқылы басқа ЭЕМ ақпаратпен алмасады. Барлық аталып өткен функциялар бір ЭЕМ орындала алады, бірақ жаңа жүйелер мәліметті өңдеудің иерархиялық жүйесін жиірек қолданады. Бұл төменгі деңгейлі процессорларға кететін шығындардың толығымен жүйенің иілгіштігімен және қарапайымдылығымен өтелуімен түсіндіріледі.

Басқару түрі бойынша робототехникалық жүйелер биотехникалық, автоматты, интерактивті болып бөлінеді. Биотехникалық жүйелерге командалар (роботтың жекелеген сілтемелерін басқару және басқару батырмасы), көшіру (адам қозғалысын қайталау, қолданбалы күштерді, экзоскелеттерді тасымалдайтын кері байланысты жүзеге асыруға болады) және жартылай автоматтық (бір командалық органның басқару, мысалы, роботтың бүкіл кинематикалық сызбасының тұтқасы) жүйелер кіреді. Автоматты роботты техникалық жүйелерге бағдарлама (белгілі бір бағдарлама бойынша жұмыс істейді, негізінен сол ортаға бірдей мәселелерді шешуге арналған), бейімделгіш (типтік есептерді шешеді, бірақ жұмыс істеу шарттарына бейімделеді) және интеллектуалдық (ең дамыған автоматтандырылған жүйелер) жүйелер кіреді. Интерактивті роботты техникалық жүйелерге автоматтандырылған (автоматтандырылған және биотехникалық режимдердің ықтимал ауысуы), қадағалау (адам мақсатты функцияларды орындайтын автоматты жүйелер) және диалог (робот адаммен мінез-құлық стратегиясын таңдауға диалогқа қатысады, сондықтан робот, әдетте, манипуляцияның нәтижелерін алдын ала болжауға және мақсатты таңдау бойынша кеңес беруге қабілетті сараптамалық жүйемен жабдықталған) кіреді.

Роботтарды басқарудың негізгі міндеттері:

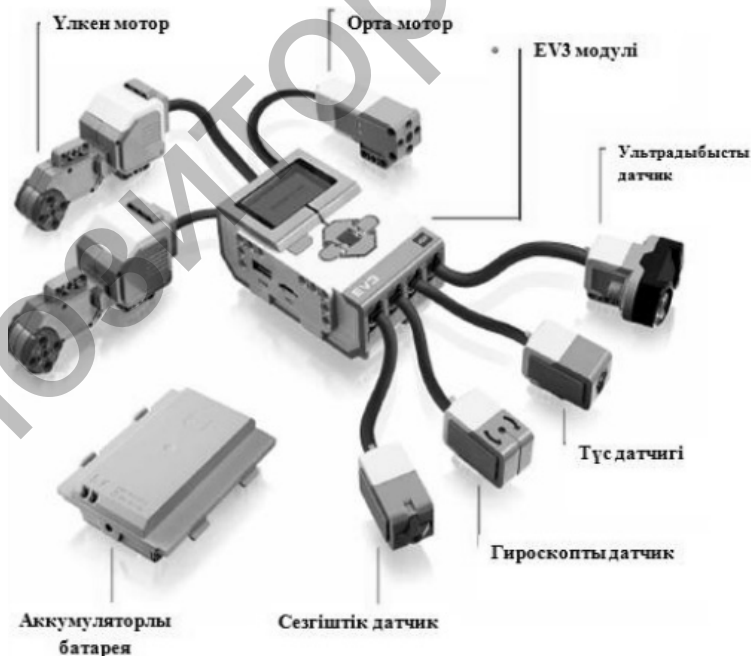
- ережелерді жоспарлау;
- қозғалыстарды жоспарлау;

- күштер мен сәттерді жоспарлау;
- динамикалық дәлдікті талдау;
- роботтың кинематикалық және динамикалық сипаттамаларын анықтау.

Роботты басқару әдістерін дамытуда техникалық кибернетика жетістіктері мен автоматты басқару теориясы өте маңызды [3].

Біздің І. Жансүгіров атындағы Жетісу мемлекеттік университетінің «Біліктілікті арттыру және қосымша білім беру орталығында» «Роботтық техника» секторы орналасқан. Сонымен қатар «Ақпараттық технологиялар» кафедрасында «Жасанды интеллект жүйелері», «Интеллектуалды робототехникалық жүйелер», «Робототехникалық жүйелерді программалау», «LEGO программалауына кіріспе» сынды пәндері оқытылып, роботтық техниканың негізі беріледі. Университет базасында Lego Mindstorms конструкторлары мен Bioloid. Robotis Premium адам тәріздес роботтары бар. Осы роботтар оқу үрдісінде қолдану білім алушылардың инженерлік мәдениет саласында негізгі түсініктерін қалыптастыруға, жаратылыстану және нақты ғылымдар саласына қызығушылықтарын арттыруға, қолданбалы тапсырмаларды орындауда білімгерлердің стандартты емес ойлау қабілетін, шығармашылығын дамытуға, сондай-ақ, ізденушілік дағдыларын қалыптастыруға үлкен мүмкіндік береді.

Lego Mindstorms конструкторлары программаланып (электронды блоктар мен кішігірім құралдар жиыны), әрбір білімгердің талабына сәйкес көптеген командаларды орындайды. Халықаралық жарыстардың көпшілігі осы компания роботтарының қатысуымен өткізілетіндіктен, негізі конструктор ретінде жасалынған бұл роботтар оқу үдерісіне енгізілген. Lego Mindstorms Education EV3 бастапқы жинағы 10 мен 21 жас аралығындағы қолданушыларға арналған. Жинақта Lego Technic сериясымен үйлесімді 500-ден астам бөлшек бар. Жинақ бірнеше топтарға бөлініп шығарылады: кластарға, жеке пайдаланушыға және ресурсты. Жинақтың негізгі құрамы: 1 EV3 микрокомпьютері; 2 үлкен сервомотор; 1 орташа сервомотор; 2 жанасу құрылғысы; 1 түстерді ажыратқыш құрылғысы; 1 ультрадыбыс құрылғысы; 1 гироскоп құрылғысы. Lego Mindstorm Education жиынтығының негізгі элементі – EV3 модулі, ол бағдарламалық интеллектуалдық модуль, мотор және датчиктерді басқару, сымсыз қосылуды іске асыратын қызметтер көрсетеді (2-сур.).

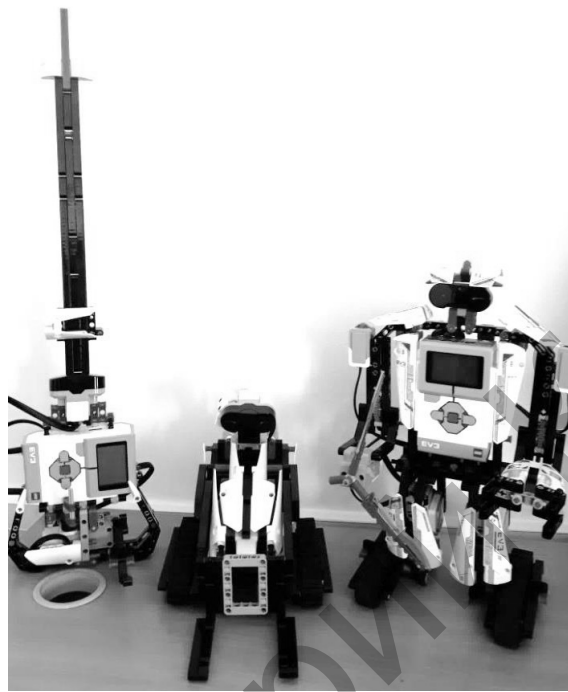


2-сурет. EV3 негізгі бөлшектері

Үлкен мотор — жұмыс қызметін қуатты және тура бағдарламайды. Орта мотор — тұрақтылықты сақтайды, бірақ жылдам реакция және компактi көлем үшін қуаттылықты азайтады. EV3 модулі — жұмыстың энергетикалық станциясы мен басқару орталығына қызмет етеді. Ультралыбысты датчик — датчиктер арасындағы және басқа да заттардың қашықтығын өлшеуде дыбыстық толқындарды қолданады. Түс және жарық датчигі — әртүрлі жеті түсті таниды және түс

ашықтылығын айқындайды. Гироскопты датчик — роботтың бұрылуын, жылдамдығын өлшейді. Сезгіштік датчигі — үш шартты анықтайды: жақындастық, босатушылық, шерту. Аккумуляторлы батарея — экономды, зиянсыз және қолайлы қуат көзі [4].

5B070300 – «Ақпараттық жүйелер» және 5B060200 – «Информатика» мамандықтарының студенттері, 3-суретте көрсетілгендей, көптеген Lego роботтарын құрастырып шығарды. Сонымен қатар студенттер Bioloid. Robotis Premium адам тәріздес роботтарын да құрастырады (4-сур.).



3-сурет. Lego Mindstorm Education жиынтығынан құрастырылған роботтар



4-сурет. Bioloid. Robotis Premium жиынтығынан құрастырылған роботтар

Жоғарыда айтып өткендей, бұл роботтардың Lego роботтарынан артықшылығы — бірнеше асинхронды жұмыс істейтін микроЭЕМ қолданылуында, олардың әрқайсысы автономды функцияларды жүзеге асырады. Bioloid Premium — денесін өзі тіктей алатын, еркін жүріп, көптеген қимылдар жасай алатын адам тәріздес робот. Құрамына гироскоп, арақашықтық датчигі, инфрақызыл

модуль сынды бірнеше датчиктер кіреді. ИК және Zigbee модулдері арқылы арақашықтықтан басқару мүмкіндігі бар. Робот С тілінде бағдарламаланады. Жиынтықтан гуманоидты, өрмекшіні, динозаврды және өзге де модельдерді құрастыруға болады.

Роботтар — қарқынды дамып келе жатқан болашақтың жоғарғы технологияларының бірі. Қазіргі кезде роботтар өміріміздің көптеген саласына, атап айтқанда, ғарышты игеру, денсаулық сақтау, өндіріс, қоғамдық қауіпсіздікті қамтамасыз ету, қорғаныс ісі және басқа да салаларға еніп үлгерді. Қазақстан Республикасында өнеркәсіптің жеделдетіле индустрияландырылуы, жаңа технологиялардың қарқынды дамуы өскелең ұрпақты жоғарғы білікті техникалық сала мамандары ретінде даярлауды қажет етеді. Ендеше, сол ұрпағымызға роботтық техниканы жедел әрі сапалы меңгертуді жаңа заманымыздың өзі талап етіп отыр. Болашақ — роботтық техникада.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И.Юревич. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 368 с.
- 2 Каширин Д.А. Курс «Робототехника»: внеурочная деятельность: метод. реком. для учителя / Д.А. Каширин, Н.Д. Федорова, М.В. Ключникова; под ред. Н.А. Криволаповой. — 2-е изд., доп. перераб. — Курган: ИРОСТ, 2013. — 80 с.
- 3 Мухтарова А.Ж. Білім беру үрдісінде роботтардың қазіргі жағдайы мен даму болашағы: XI Халықарал. студенттер және жас ғалымдардың ғыл. конф. «Ғылым және білім – 2016» / А.Ж. Мухтарова. — Астана: ЕҰУ, 2016. — 651 б.
- 4 Жантасова Ж.З. LEGO Mindstorms EV3 үлгі негізінде роботтарды құрастыру және бағдарламалық басқару: оқу құралы / Ж.З. Жантасова, А.С. Кадырова, А.К. Садакбаева, А.Е. Икенова. — Өскемен, 2016. — 9, 10-б.

А.А. Оразбаева

Особенности использования робототехнических систем в учебном процессе

В статье описаны этапы формирования искусственного интеллекта, а также прогнозируются новые возможности для открытия перед человечеством в этой области. Обобщены результаты использования робототехники в автоматизации труда. Автор показывает актуальность использования робототехники, применяемой в учебном процессе. В учебном процессе робототехника делится на три направления (образование, соревнование и креативность), и учащиеся в основном проявляют заинтересованность во втором направлении. Направление образования косвенно определяется техническим направлением. Кроме того, дана технология работы конструктора Lego Mindstorms. Рассмотрены также особенности управления робототехнических систем, которые подразделяются на биотехнические, автоматические и интерактивные. Возможности технической кибернетики и теории управления автоматов играют важную роль при развитии методов управления роботом. В статье проанализированы методы использования роботов в учебном процессе, которые дают обучающимся отличную возможность для разработки базовых концепций в инженерной культуре, повышения их интереса к естественным и точным наукам, развития нестандартных умственных способностей, использования прикладных задач и развития навыков самостоятельного исследования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, автоматизация, робототехнические системы, управление, конструкторы Lego Mindstorms, человекоподобные роботы Bioid. Robotis Premium.

А.А. Orazbayeva

Features of using robotics systems in educational process

The article is dedicated to the study of the features of using robotics systems in the educational process. The stages in formation of artificial intelligence are described as well as prediction of new possibilities to discover by humanity in this area are provided. The article generalizes the results of using robotics in labour automation. The author shows the relevance of the use of robotics used in the educational process. With respect to educational process robotics is divided into three directions (education, competition and creativity). The direction of education is indirectly defined by the technical direction. In addition, the technology of the Lego Mindstorms designer is given. Also considered are the management of robotic systems, which are divided into biotechnological, automatic and interactive. With respect to the control type robotics systems can be divided into biotechnological, automated and interactive. The possibilities of technical cybernetics and automaton control theory play an important role in development of methods of controlling robots. This article analyzes the methods of using robots in the learning process, which give students an excellent opportunity to develop basic

concepts in engineering culture, increase their interest in natural and exact sciences, develop non-standard mental abilities, use applied problems and develop skills of independent research.

Keywords: artificial intelligence, automation, robotics systems, control, Lego Mindstorms constructors, humanoid robots BIOLOID Premium.

References

- 1 Jurevich, E.I. (2010). *Osnovy robototekhniki [Fundamentals of Robotics]*. Saint-Petersburg: BKhV-Peterburh [in Russian].
- 2 Kashirin, D.A., Fedorova, N.D., & Kljuchnikova, M.V. (2013). *Kurs «Robototekhnika»: vneurochnaia deiatel'nost [Course «Robotics»: extracurricular activities]*. (2d ed.). N.A. Krivolapova (Eds.). Kurgan: IROST [in Russian].
- 3 Mukhtarova, A.Zh. (2016). Bilim beru urdisinde robottardyn kazirhi zhahtaiy men damu bolashahy [Current state and prospects of development of robots in the learning process]. Proceedings from Science and Education – 2016: *XI Halykaralyk studentter zhane zhas halymdardyn hylimi konferentsiasy – International Conference of Students and Young Scientists XI*. (p. 651). Astana: Evraziia Ul'tyik Universiteti [in Kazakh].
- 4 Zhantasova, Zh.Z., Kadyrova, A.S., Sadakbaeva, A.K., & Ikenova, A.E. (2016). *LEGO Mindstorms EV3 ulhi nehizinde robottardy kurastyru zhane bahdarlamalyk baskaru [Development of robots and program management based on the LEGO Mindstorms EV3 model]*. Oskemen [in Kazakh].