

Нағымжанова Каракат Мукашевна\* – доктор педагогических наук, и.о. профессора кафедры психологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 100000 г. Астана, ул. Саппаева 2, e-mail: karakat.nagymzhanova@mail.ru.

Нуржанова Замира Махматовна – кандидат филологических наук, доцент кафедры русской филологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 100000 г. Астана, ул. Саппаева 2, e-mail: zheltoksan30@mail.ru.

Амантаева Айгерим Кайратовна – PhD докторант кафедры психологии, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 100000 г. Астана, ул. Саппаева 2, e-mail: a.amantaeva@tau-edu.kz.

XФТАР 14.85.09

ӘОЖ 378.147.004.04

<https://doi.org/10.52269/SRDG2612110>

## ИНФОРМАТИКА МЕН БАҒДАРЛАМАЛАУДЫ ОҚЫТУДА БІЛІМ БЕРУ ОРТАСЫНДА МАНИПУЛЯТОРЛАР МЕН МИКРОКОНТРОЛЛЕРЛЕРДІ ҚОЛДАНУ

Зулпыхар Ж.Е. – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, информатика кафедрасының меңгерушісі, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Жилмагамбетова Р.З.\* – PhD, информатика кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Нурбекова Г.Ф. – PhD, информатика кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Автоматтандыру мен цифрлық технологиялардың қарқынды дамуы жағдайында білім беру және өндірістік ортада робототехникалық жүйелерді әзірлеуге және қолдануға қабілетті мамандарды даярлау ерекше маңызға ие. Бұл мақалада компьютерлік технологиялар мен автоматтандырылған басқару тәсілдерін пайдалана отырып, Arduino микроконтроллері негізіндегі үш сатылы робот-манипуляторды жобалау, модельдеу және оны оқу процесіне енгізу тәжірибесі қарастырылады. Негізгі назар манипулятордың кинематикалық схемасын құруға, САД ортада 3D моделін әзірлеуге, қозғалыстың динамикалық талдауын жүргізуге, компоненттерді жобалап 3D басып шығару арқылы дайындауға, сондай-ақ компьютерден СОМ порты арқылы басқарылатын Arduino негізіндегі басқару жүйесін іске асыруға бағытталған. Зерттеу Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Информатика кафедрасында бір оқу семестрінде жүргізіліп, «Информатика» білім беру бағдарламасының 2-курсынан 60 студент қатысты. Қатысушылар эксперименттік және бақылау топтарына бөлінді: эксперименттік топ манипуляторлар, сенсорлар және Arduino құрылғыларымен практикалық тапсырмалар орындаса, бақылау тобы физикалық құрылғыларсыз дәстүрлі бағдарламалық тренажерлерді қолданды. Нәтижелер эксперименттік топта қорытынды тест көрсеткішінің едәуір артқанын (78,4) және мотивация деңгейінің жоғарылағанын (4,4) көрсетті. Алынған деректер компьютерлік модельдеу мен тәжірибеге бағытталған робототехникалық оқыту теория мен практиканы тиімді интеграциялап, студенттердің алгоритмдік ойлауын, инженерлік құзыреттерін және пәнге қызығушылығын күшейтетінін дәлелдейді.

**Түйінді сөздер:** 3D, СОМ порты, серво жетектері, алгоритмдік ойлау, интеллектуалды жүйе, робототехника, Arduino.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАНИПУЛЯТОРОВ И МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНФОРМАТИКЕ И ПРОГРАММИРОВАНИЮ

Зулпыхар Ж.Е. – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой информатики, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан.

Жилмагамбетова Р.З.\* – PhD, и.о. ассоц. профессора кафедры информатики, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан.

Нурбекова Г.Ф. – PhD, и.о. ассоц. профессора кафедры информатики, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Республика Казахстан.

В условиях стремительного развития автоматизации и цифровых технологий особое значение приобретает подготовка специалистов, способных разрабатывать и применять робототехнические системы в образовательной и производственной среде. В этой статье будет рассмотрен опыт проектирования, моделирования и внедрения в учебный процесс трехступенчатого робота-манипулятора на основе микроконтроллера Arduino с использованием компьютерных

технологий и методов автоматизированного управления. Основное внимание уделяется созданию кинематической схемы манипулятора, разработке 3D-модели в среде САПР, проведению динамического анализа движения, проектированию и подготовке компонентов с помощью 3D-печати, а также реализации системы управления на основе Arduino, управляемой с компьютера через COM-порт. Исследование проводилось на кафедре информатики Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева в течение одного учебного семестра, всего приняли участие 60 студентов 2 курса образовательной программы «Информатика». Участники были разделены на экспериментальную и контрольную группы: в то время как экспериментальная группа выполняла практические задания с помощью манипуляторов, датчиков и устройств Arduino, контрольная группа использовала традиционные программные симуляторы без физических устройств. Результаты показали значительное увеличение показателя итогового теста (78,4) и повышение уровня мотивации (4,4) в экспериментальной группе. Полученные данные свидетельствуют о том, что робототехническое обучение, ориентированное на компьютерное моделирование и практику, эффективно интегрирует теорию и практику и укрепляет алгоритмическое мышление, инженерные компетенции и интерес студентов к предмету.

**Ключевые слова:** 3D, порт COM, сервоприводы, алгоритмическое мышление, интеллектуальная система, робототехника, Arduino.

### THE USE OF MANIPULATORS AND MICROCONTROLLERS IN AN EDUCATIONAL ENVIRONMENT WHEN TEACHING COMPUTER SCIENCE AND PROGRAMMING

*Zulpykhar Zh. Ye. – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of computer science, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*Zhilmagambetova R.Z.\* – PhD, acting Associate Professor of the Department of computer science, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*Nurbekova G.F. – PhD, acting Associate Professor of the Department of computer science, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*In the context of the rapid development of automation and digital technologies, the training of specialists capable of developing and using robotic systems in an educational and industrial environment is of particular importance. This article discusses the experience of designing, modeling and implementing a three-stage robotic manipulator based on the Arduino microcontroller using computer technologies and automated control techniques in the educational process. The main focus is on building a kinematic scheme of the manipulator, developing a 3D model in a CAD environment, conducting dynamic analysis of motion, designing and preparing components by 3D printing, as well as implementing an Arduino-based control system controlled from a computer via a COM port. The study was conducted during one academic term at the Department of computer science of the L.N. Gumilyov Eurasian National University, involving 60 students from the 2nd year of the "Computer science" educational program. The participants were divided into experimental and control groups: the experimental group performed practical tasks with manipulators, sensors and Arduino devices, while the control group used traditional software simulators without physical devices. The results showed a significant increase in the final Test score in the experimental group (78.4) and an increase in the level of motivation (4.4). The data obtained prove that computer modeling and practice-oriented robotics training effectively integrate theory and practice, strengthening students' algorithmic thinking, engineering competencies and interest in the subject.*

**Key words:** 3D, COM port, servo drives, algorithmic thinking, intelligent system, robotics, Arduino.

**Кіріспе.** Информатика бойынша заманауи білім беру процесінде студенттердің зияткерлік құрылғыларды жобалау, бағдарламалау және басқару дағдыларын дамытуға бағытталған тәжірибеге бағытталған оқыту үлкен маңызға ие. Arduino сияқты микроконтроллерге негізделген манипуляторларды (роботтарды) пайдалану болашақ ақпараттық технологиялар мен инженерия мамандарын оқытудың тиімді тәсілдерінің бірі болып табылады [1].

Робототехникалық құрылғыларды басқару жүйелері студенттерге алгоритмдеу негіздерін ғана емес, сонымен бірге алған білімдерін іс жүзінде қолдануға мүмкіндік береді – мысалы, манипуляторды нақты уақытта басқару, қозғалыс алгоритмдерін жасау және әртүрлі сенсорлармен өзара әрекеттесу [2]. Мұндай оқыту студенттердің XXI ғасырдың негізгі құзыреттіліктерін – сыни ойлауды, креативтілікті, цифрлық сауаттылықты және инженерлік міндеттерді шеше білуді қалыптастыруға ықпал етеді [3].

Бұл жұмыста манипуляторды басқару жүйесі ретінде компьютерден COM порты арқылы сигналдарды қабылдайтын Arduino микроконтроллері қолданылады [4]. Негізгі есептеулер компьютерде жасалады, ал микроконтроллер манипулятор буындарының қозғалысын қамтамасыз ететін серво жетектерін басқарады.

Білім беру бағдарламасында екі жұмыс режимі қарастырылған:

- Студенттер компьютердегі графикалық интерфейс арқылы жеке манипулятор сілтемелерін

басқаратын қолмен басқару режимі. Бұл манипулятордың кинематикасын және басқару бағдарламасы мен физикалық құрылғы арасындағы өзара әрекеттесуді зерттеуге мүмкіндік береді.

- Жұмыс нүктесі алдын-ала белгіленген координаттар арасында қозғалатын позициялық жүйені жүзеге асыратын бағдарламалық басқару режимі. Бұл студенттердің басқару алгоритмдерін әзірлеу, модельдеу және қозғалыстарды оңтайландыру дағдыларын қалыптастыруға ықпал етеді [5].

Arduino негізіндегі бұрыштық типтегі манипуляторды пайдалану информатика мамандығының студенттерін практикалық оқытудың тиімді құралы болып табылады [6]. Ол бағдарламалау, физика, математика және инженерлік ойлау элементтерін біріктіре отырып, пәнаралық тәсілді жүзеге асыруға мүмкіндік береді, сондай-ақ техникалық шығармашылық пен робототехникаға тұрақты қызығушылықты қалыптастырады [7].

Информатика саласындағы білім беруді дамытудың қазіргі тенденциялары студенттердің теориялық білімдерін ғана емес, сонымен қатар қолданбалы бағдарламалау, алгоритмдеу, аппараттық құралдармен жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруға ықпал ететін тәжірибеге бағытталған және пәнаралық тәсілдерді енгізуді талап етеді [8]. Осыған байланысты робототехникалық платформалар мен манипуляторларды студенттерді жобалау және зерттеу қызметіне белсенді қосуды қамтамасыз ететін құрал ретінде пайдалануға ерекше назар аударылады [9].

Көптеген зерттеулер робототехника, атап айтқанда манипуляторларды қолдану оқу мотивациясына, когнитивті белсенділікке және кәсіби құзыреттіліктің қалыптасуына оң әсер ететіндігін растайды [10]. Манипуляторлармен жұмыс істеу студенттерден алгоритмдік ойлауды қолдануды, логикалық тәуелділіктерді талдауды және C/C++, Python және Scratch сияқты бағдарламалау тілдерін қолдана отырып басқару бағдарламаларын жүзеге асыруды талап етеді.

Білім беру тәжірибесінде кеңінен қолданылатын ең қолжетімді шешімдердің бірі-Arduino платформасы. Ашық архитектурамен, кең әзірлеушілер қауымдастығымен және көптеген білім беру ресурстарымен Arduino автоматтандыру, мехатроника және робототехника жобаларын жүзеге асырудың бірегей мүмкіндіктерін ұсынады [11]. Білім беру ортасында Arduino бағдарламалау негіздерін үйрену үшін де, компьютер арқылы немесе датчиктер арқылы дербес басқарылатын интеллектуалды жүйелерді құру үшін де қолданылады.

Narahara T. зерттеуіне сәйкес [12], микроконтроллерлерді информатика курсына біріктіру студенттерге алгоритмдердің нақты құрылғылардағы жұмысын визуализациялау арқылы дерексіз бағдарламалау тұжырымдамаларын тезірек игеруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл техникалық ойлауды және мәселелерді шешуге жүйелі көзқарасты дамытуға ықпал етеді.

Шетелдік әдебиеттерде оқытудың интерактивті әдістеріне ерекше назар аударылады, оның аясында студенттер манипуляторларды қолдана отырып, қолданбалы мәселелерді шешуге бағытталған өз жобаларын әзірлейді. Манипуляторларды қолдану оқу алгоритмдерін визуализациялауға ғана емес, сонымен қатар студенттерді толық техникалық өнімді құру процесіне тартуға мүмкіндік береді, бұл олардың оқу процесіне қызығушылығы мен қатысуын арттырады [13].

Сонымен қатар, робототехникалық кинематика мен қозғалысты басқару негіздерін игеру білім берудің маңызды аспектісі болып табылады, бұл математикалық сауаттылықты дамытуға және автоматтандыру принциптерін түсінуге ықпал етеді. Dinh B.H. зерттеуінде [14] бұрыштық типтегі манипуляторлар салыстырмалы түрде қарапайым геометрияға ие, бірақ тиімді басқару үшін дәл математикалық есептеуді қажет ететіндіктен, оқу мақсатында модельдеу үшін тамаша нысан болып табылады.

Сондай-ақ, Тотикова Г., Есалиев А., Танирбергенова А., Тұрсынбаева А. отандық зерттеушілердің еңбектерінде робототехникалық кешендерді мектеп оқушылары мен студенттерде инженерлік ойлауды қалыптастыру құралы ретінде білім беру ортасына біріктірудің маңыздылығы атап көрсетілген [15]. Бұл әсіресе цифрландыру мен STEM-білім берудің ұлттық стратегияларын іске асыру шеңберінде өзекті болып отыр.

Ғылыми және әдістемелік әдебиеттерді талдау білім беру тәжірибесінде манипуляторлар мен микроконтроллерлерді қолдану студенттердің цифрлық, алгоритмдік және инженерлік құзыреттіліктерін қалыптастырудың тиімді құралы болып табылатынын көрсетеді. Ол жобалық тәсілді іске асыруға, зерттеу дағдыларын дамытуға және информатика мен бағдарламалау бойынша оқу процесінің практикалық бағдарлануына ықпал етеді.

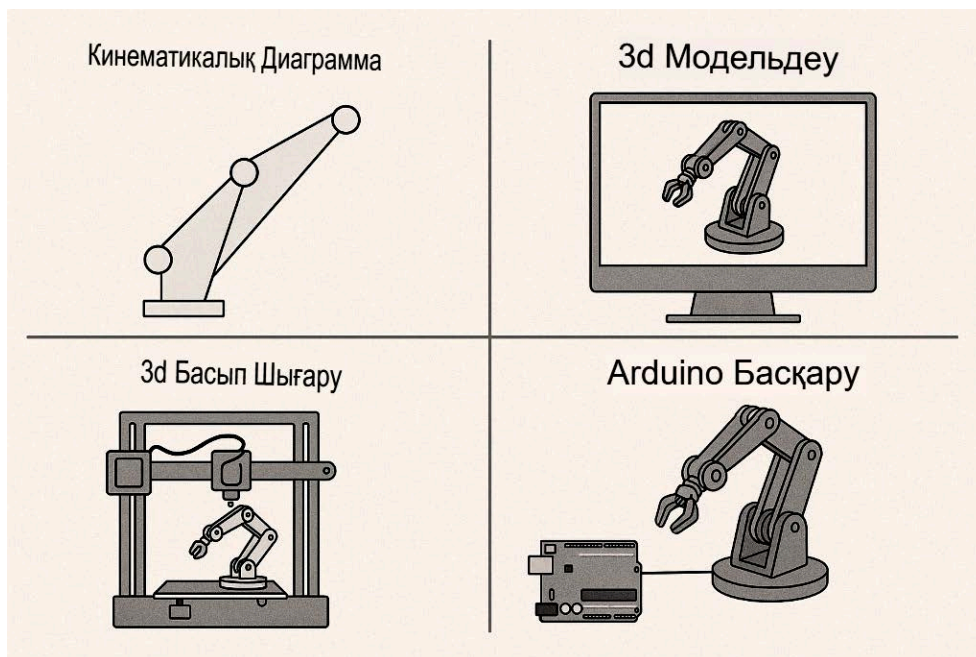
**Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндеттері.** Бұл зерттеуде информатика мен бағдарламалауды оқытуда білім беру ортасында манипуляторлар мен микроконтроллерлерді қолданудың тиімділігін талдау мақсатында эмпирикалық және теориялық әдістер қолданылды.

Зерттеу қолданбалы болып табылады және тәжірибеге бағытталған тәсілдердің білімді меңгеру деңгейіне әсерін анықтауға, алгоритмдік ойлауды дамытуға, сондай-ақ студенттерді бағдарламалауды үйренуге ынталандыруға бағытталған.

Суретте білім беру процесіне үш сатылы манипуляторды әзірлеу мен енгізудің кезеңдік процесі көрсетілген:

1 кезең: Кинематикалық диаграмма

Ұстаманың тұрақтылығын қамтамасыз ететін буындарды және параллель механизмді көрсететін схема бейнеленген. Бұл кезең негізгі қозғалыс механикасын және манипулятордың сындарлы идеясын көрсетеді.



1 сурет – Манипуляторды құру және білім беру процесіне енгізу кезеңдері

2 кезең: 3D модельдеу

CAD ортасында жасалған манипулятордың сандық 3D моделі ұсынылған. Құрылымның бөлшектері, олардың өлшемдері және жоспарланған орналасуы көрінеді. Бұл қадам құрылғының мүмкіндіктерін дәл бағалау және басып шығаруға дайындық үшін маңызды.

3 кезең: динамикалық модельдеу және талдау

Кескін бұрыштарды, жылдамдықтарды, күштерді және жұмыс шектеулерін есептей отырып, манипулятордың қозғалысын модельдеу процесін көрсетеді. Векторлық схемалар мен жұмыс аймағының графиктері қолданылады. Бұл кезең құрылғының физикалық құрастырылғанға дейін оның жұмысын бағалау үшін қажет.

4 кезең: іске асыру және басқару

Соңғы суретте Arduino тақтасына қосылған және компьютермен басқарылатын жиналған манипулятор көрсетілген. Екі басқару режимі көрсетіледі: қолмен (координаттар мен буындар бойынша) және автоматты (берілген бағдарлама бойынша).

Манипуляторды құру және білім беру процесіне енгізудің визуализациясы информатика, механика, электроника және бағдарламалауды біріктіретін жұмыстың пәнаралық сипатын көрсетеді. Манипуляторды кезең-кезеңімен жүзеге асыру инженерлік ойлауды қалыптастыруға және студенттердің практикалық дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

**Экспериментті ұйымдастыру.**

Зерттеудің эксперименттік кезеңі Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің Информатика кафедрасының базасында бір оқу семестрінде өткізілді. Зерттеуге «Информатика» білім беру бағдарламасының 2 курсынан 60 студент қатысты. Қатысушылар кездейсоқ түрде екі топқа бөлінді:

- Бағдарламалау және робототехника бойынша практикалық тапсырмаларды орындау үшін Arduino микроконтроллерлерін, манипуляторлар мен датчиктерді қолданатын эксперименттік топ (30 студент);

- Физикалық құрылғыларды қолданбай стандартты тапсырмалар мен бағдарламалық тренажерлерді пайдалана отырып, дәстүрлі бағдарлама бойынша оқитын бақылау тобы (30 студент).

Манипуляторлар мен микроконтроллерлерді енгізудің тиімділігін бағалау үшін келесі деректерді жинау әдістері қолданылды:

Студенттердің кіру және шығу білімдерін тестілеу (тестке дейінгі және кейінгі);

Практикалық тапсырмалардың орындалуын бақылау;

Студенттердің бағдарламалауды үйренуге деген ынтасы мен көзқарасын бағалау мақсатында сауалнама жүргізу;

Курсты жүзеге асыруға қатысатын оқытушылармен сұхбат.

Оқу материалдары мен жабдықтарының сипаттамасы

Аппараттық платформа ретінде пайдаланылды:

- Arduino UNO және Nano микроконтроллерлері;

- Серво және қозғалтқыштар;

- Қашықтық, жарық және температура датчиктері;

- Роботты манипуляторлар (бес буынды);
- Модельдерді құрастыруға арналған компоненттер (нан тақтасы, сымдар, резисторлар, жарық диодтары және т.б.).

Бағдарламалық қамтамасыз ету:

- Микроконтроллерді бағдарламалауға арналған Arduino IDE;
- Электрондық схемаларды модельдеуге арналған Tinkercad;
- Arduino үшін Scratch (S4A) – бастапқы деңгейге арналған визуалды бағдарламалау ортасы.

Оқу жоспарына төмендегі модульдер кірді:

1. Микроконтроллерлермен жұмыс істеу негіздері;
2. Жарықдиодты және сенсорлық басқару элементтері;
3. Сервомоторларды басқару алгоритмдерін құру;
4. Циклдар мен шарттарды қолдана отырып, манипуляторларды бағдарламалау;
5. Инженерлік есептерді шешу (мысалы, манипулятормен объектілерді сұрыптау).

Тестілеу мен сауалнама нәтижелерін сандық талдау үшін математикалық статистика әдістері қолданылды, соның ішінде:

- Орташа және стандартты ауытқуды есептеу;
- Бақылау және эксперименттік топтар арасындағы айырмашылықтардың статистикалық маңыздылығын анықтауға арналған жұптық t-тест;
- Мотивация деңгейі мен қорытынды тест нәтижелері арасындағы корреляциялық талдау.

**Зерттеудің нәтижелері мен талқылау.**

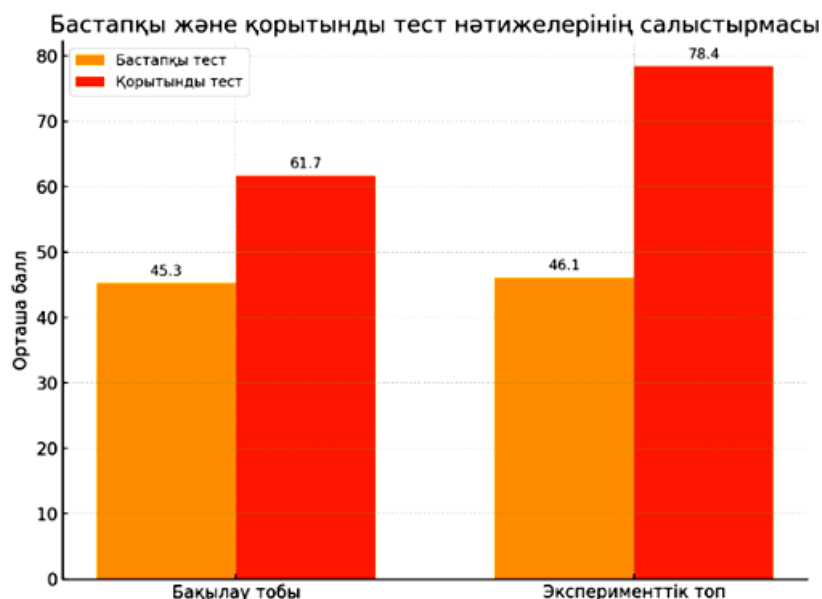
Зерттеудің эксперименттік бөлігінің нәтижелері бойынша 1-кестеде бақылау және эксперименттік топтардың студенттері кіріс және қорытынды тестілеуде алған орташа баллдар көрсетілген. Деректерден көріп отырғанымыздай, екі топтың да бастапқы нәтижелері шамамен бір деңгейде болды, бақылау тобының орташа баллы 45,3, ал эксперименттік балл 46,1 болды.

Алайда, оқыту нәтижелері бойынша нәтижелерде айтарлықтай айырмашылық бар. Қорытынды тестілеуде бақылау тобының орташа балы 61,7 құрады, ал эксперименттік топта ол 78,4-ке жетті. Бұл эксперименттік топтағы білімнің жоғарылауын көрсетеді, бұл онда қолданылатын оқыту әдістемесінің тиімділігін көрсетуі мүмкін.

1 кесте – Кіріс және қорытынды тестілеудегі орташа балл

Топ	Кіріс тесті (GPA)	Қорытынды тест (GPA)
Бақылау	45,3	61,7
Эксперименттік	46,1	78,4

2 – суретте білім деңгейінің бастапқы және қорытынды нәтижелері салыстырылған.



2 сурет – Білім деңгейін арттыру

Студенттердің мотивация деңгейін өзгерту 2-кестеде семестр басталғанға дейін және курсты аяқтағаннан кейін бес балдық шкала бойынша өлшенген бақылау және эксперименттік топтар студенттерінің оқу мотивациясының деңгейінің өзгеруі туралы мәліметтер келтірілген.

Оқу басталғанға дейін екі топтағы студенттердің мотивациясы орташа деңгейде болды: бақылау тобында 2,9 балл және эксперименттік топта 3,1 балл. Алайда, курс аяқталғаннан кейін эксперименттік топта мотивацияның айтарлықтай жоғарылауы байқалады – 4,4 баллға дейін, бұл енгізілген Әдістеменің айқын оң әсерін көрсетеді. Бақылау тобында аздап жоғарылау байқалды -3,2 баллға дейін, бірақ бұл айтарлықтай аз.

Осылайша, нәтижелер эксперименттік топта қолданылған педагогикалық тәсілдер студенттердің оқуға деген ынтасының едәуір өсуіне ықпал еткенін көрсетеді.

2 кесте – Студенттердің мотивация деңгейін өзгерту (1-ден 5-ке дейінгі шкала бойынша)

Мотивация көрсеткіші	Бақылау тобы	Эксперименттік топ
Семестр басталғанға дейін	2,9	3,1
Курсты аяқтағаннан кейін	3,2	4,4

2-кестеде бақылау және эксперименттік топтардың студенттерінің оқу мотивациясының деңгейі көрсетілген. Бұл көрсеткіштер семестр басында және курс аяқталған соң бес балдық шкала бойынша өлшенген.

Оқуға дейін екі топтағы студенттердің мотивация деңгейі орташа деңгейде болды: бақылау тобында – 2,9 балл, эксперименттік топта – 3,1 балл. Алайда курс аяқталған соң эксперименттік топта мотивация айтарлықтай өсті – 4,4 баллға жетті, бұл енгізілген әдістің оң әсерін көрсетеді. Бақылау тобында да мотивация сәл ғана көтерілді – 3,2 баллға, бірақ бұл өзгеріс әлдеқайда аз байқалады.

Осылайша, нәтижелер эксперименттік топта қолданылған педагогикалық тәсілдердің студенттердің оқуға деген мотивациясын едәуір арттыруға ықпал еткенін дәлелдейді.

Алынған нәтижелер бағдарламалауды оқыту процесіне физикалық есептеу құралдарын енгізудің оң әсерін көрсетеді. Эксперименттік топта бақылау тобына қарағанда нәтижелердің айтарлықтай өсуі байқалды. Бұл қорытынды тест бойынша топтар арасындағы статистикалық маңызды айырмашылықтармен ( $p < 0,01$ ) расталады.

Сонымен қатар, эксперименттік топтың студенттері нақты құрылғылармен жұмыс істеу пәнге деген қызығушылықты арттырғанын, абстрактілі ұғымдарды түсінуді жақсартқанын және пәнаралық білімді практикада (физика, электроника, информатика) жүзеге асыруға мүмкіндік бергенін атап өтті.

Сауалнама ең ынталандырушы элементтер екенін анықтады: кодты орындаудың физикалық нәтижесін көру мүмкіндігі, топтық әзірлеуге қатысу және жобалау қызметі.

Оқу процесіне микроконтроллерлер мен манипуляторларды енгізуге негізделген әдістемелік база техникалық ойлауды дамытуды қамтамасыз етеді, Алгоритмдеу дағдыларын, логиканы және есептерді шешуге инженерлік көзқарасты қалыптастыруға ықпал етеді. Бақылау, тестілеу және сауалнаманы біріктірілген қолдану қолданылатын технологиялардың тиімділігі туралы жан-жақты түсінік алуға мүмкіндік береді.

Зерттеудің келесі кезеңі неғұрлым ұзақ курс форматында жоспарланады, сондай-ақ цифрлық және инженерлік құзыреттерді ерте қалыптастыру үшін элективті пәндер шеңберінде оқушыларды тарту көзделеді.

**Қорытынды.** Зерттеу нәтижесінде информатика мен бағдарламалауды оқытуда білім беру ортасында микроконтроллерлер мен манипуляторларды қолданудың жоғары тиімділігі расталды. Arduino микроконтроллеріне негізделген оқу манипуляторын әзірлеу және енгізу бағдарламалау бойынша теориялық білімді инженерия, Схемотехника және мехатроника саласындағы практикалық дағдылармен біріктіруге мүмкіндік берді.

Жобаға үш сатылы манипулятордың кинематикалық және динамикалық моделін құру, 3D моделін құру, 3D басып шығаруды қолдана отырып бөлшектер жасау және басқару жүйесін бағдарламалық қамтамасыз ету кезеңдері кірді. Құрылғының негізгі техникалық параметрлері, соның ішінде жұмыс аймағының пішіні, қайталануы, нақты жүктеме шектеулері және айналу бұрыштарының диапазондары анықталды.

Arduino негізіндегі және C # бағдарламаланатын басқару жүйесі координаталық осьтер арқылы қолмен басқарудан бастап берілген траекторияларды автоматты түрде орындауға дейін құрылғымен ертүрлі өзара әрекеттесу режимдерін қамтамасыз етті. Манипулятордың жұмысы зертханалық ортада сәтті сыналды, онда студенттер кодпен тәжірибе жасай алады, көрнекі кері байланыс алады және алгоритмдік ойлау дағдыларын дамыта алады.

Эксперимент барысында алынған нәтижелерді талдау студенттердің мотивациясының өсуін, бағдарламалаудың абстрактілі тұжырымдамаларын түсінуді жақсартуды, сондай-ақ тұрақты пәнаралық құзыреттіліктерді қалыптастыруды көрсетті. Манипуляторлар мен сенсорлар сияқты физикалық құрылғыларды пайдалану материалды терең игеруге ықпал етеді, инженерлік және бағдарламалық тапсырмаларға қызығушылықты ынталандырады және оқытуда жобалық-зерттеу тәсілін жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, микроконтроллерлер мен робототехникалық жүйелерді информатика және бағдарламалау бойынша білім беру процесіне біріктіру цифрлық дағдыларды, сыни ойлауды және білім берудің практикалық бағытын дамытуға ықпал ететін перспективалық бағытты білдіреді. Өзірленген манипулятор моделін мектептер мен университеттердегі зертханалық сабақтар, элективті курстар және инженерлік үйірмелер шеңберінде толыққанды оқу құралы ретінде пайдалануға болады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР:

- 1 **Қаратаева М.С., Беркімбаев К.М. STEM технологиясын оқытудың әдіс-тәсілдері** [Мәтін] / М.С. Қаратаева, К.М. Беркімбаев // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. – 2023. – № 3 (83). – 227-236 бб. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.025>.
- 2 **Ертаева Д., Оразалиева С. Мобильді және заманауи вербальді-интерактивті робот құру** [Мәтін] / Д. Ертаева, С. Оразалиева // ҚазККА хабаршысы. – 2023. – № 6(129) – 197-204 бб. DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-129-6-197-204>.
- 3 **Кадирбаева Р.И., Абдрахманова Х.К., Кудайбергенова Қ.Б. Білім беруді цифрландыру жағдайында STEM-оқытуды қолданудың дидактикалық нұсқаулары** [Мәтін] / Р.И. Кадирбаева, Х.К. Абдрахманова, Қ.Б. Кудайбергенова // Ясауи университетінің хабаршысы.– 2024. – № 132(2) – 204-217 бб. DOI: <https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.55>.
- 4 **Жетенбаев Н., және басқ. Тобық буынын оңалтуға арналған 3-prs робот манипуляторын құрастыру** [Мәтін] / Н. Жетенбаев және басқ. // ҚазККА хабаршысы. – 2023. – №1(124). – 254-263 бб. DOI: <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2023-124-1-254-263>.
- 5 **Кубегенов Е.С. Жоғары оқу орындарында робототехника бойынша оқу жобаларын әзірлеу және пайдалану кезінде модульділік бағыттарын талдау** [Мәтін] / Е.С. Кубегенов // Ғылым, зерттеулер, білім беру: даму үрдістері: XXIII халықаралық ғылыми-практ. конф. – 2023. – № 2 (71).
- 6 **Шекербекова Ш.Т. «Білім беру робототехникасы» пәнін оқытудың ерекшеліктері** [Мәтін] / Ш.Т. Шекербекова // Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінің Хабаршысы. – 2022. – № 2(68) – 125-137 бб.
- 7 **Кенесбаев С.М., Шайкен А.Ф. Оқу тиімділігін арттыру үшін робот – конструктор жинақтарына салыстырмалы талдау** [Мәтін] / С.М. Кенесбаев, А.Ф. Шайкен // Абай атындағы ҚазҰПУ Хабаршысы. Физика-математика ғылымдары сериясы. – 2022. – №1 (77). – 232-239 бб. DOI: <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.31>.
- 8 **Ыдырыс Ә.Е. STEM білім берудің «Сандық Қазақстан» бағдарламасын жүзеге асырудағы маңызы** [Мәтін] / Ә.Е. Ыдырыс // «Қоғамдық сананы жаңғыртудағы жоғары оқу орнының рөлі: «Университет 4.0 моделіне көшу» атты 48-ші ғылыми-әдістемелік конференциясының материалдары 2018 жылдың 18-19 қаңтары. – 2018. – Т. 18. – 181 б.
- 9 **Раманкулов А.А., Шындалиев Н.Т. Робототехника пәнін оқытуда электронды оқыту құралдары сапасын мобильді қосымша көмегімен жетілдіру** [Мәтін] / А.А. Раманкулов, Н.Т. Шындалиев // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2024. – №134(4). – 515-528 бб. DOI: <https://doi.org/10.47526/2024-4/2664-0686.139>.
- 10 **Chin K.Y., Hong Z.W., Chen Y.L. Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education** [Text] / K.Y. Chin, Z.W. Hong, Y.L. Chen // IEEE Transactions on learning technologies. – 2014. – Vol. 7. – No. 4. – pp. 333-345. DOI: <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2346756>.
- 11 **Lotfi N. et al. Promoting open-source hardware and software platforms in mechatronics and robotics engineering education** [Text] / N. Lotfi et al. // ASEE annual conference exposition proceedings. – 2020. – Vol. 36, Iss. 4. – pp. 589-595. DOI: <https://doi.org/10.18260/1-2--35107>.
- 12 **Narahara T. Design exploration through interactive prototypes using sensors and microcontrollers** [Text] / T. Narahara // Computers & Graphics. – 2015. – Vol. 50. – pp. 25-35. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cag.2015.04.008>.
- 13 **Kroemer O., Niekum S., Konidaris G. A Review of robot learning for manipulation: Challenges, representations, and algorithms** [Text] / O. Kroemer, S. Niekum, G.A. Konidaris // Journal of machine learning research. – 2021. – Vol. 22. – No. 30. – pp. 1-82. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.03146>.
- 14 **Dinh B.H. Approximation of the inverse kinematics of a robotic manipulator using a neural network** / Heriot-Watt University [Electronic resource] URL: <https://www.ros.hw.ac.uk/items/4995a4ed-4c72-4049-9c04-03302b174fab> (accessed 24.05.2025).
- 15 **Тотикова Г.А., Есалиев А.А., Танирбергенова А.Ш., Тұрсынбаева А.З. Бастауыш сынып оқушыларының STEAM-ойлауын қалыптастыру барысында 2D және 3D модельдеу технологияларын пайдаланудың тиімділігі** [Мәтін] / Г.А. Тотикова, А.А. Есалиев, А.Ш. Танирбергенова, А.З. Тұрсынбаева // Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясының «Білім-Образование» ғылыми-педагогикалық журналы. – 2024. – Т. 111. – №4. – 167-180 бб. DOI: <https://doi.org/10.59941/2960-0642-2024-4-167-180>.

## REFERENCES:

- 1 **Karataeva M.S., Berkimbaev K.M. STEM tehnologiyasyn okytudyn adis-tasilderi** [Methods and techniques of teaching STEM technology]. *Abaj atyndagy KazUPU Habarshysy. «Fizika-matematika gylymdary» seriyasy*, 2023, vol. 83, no. 3, pp. 227-236. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.025>. (In Kazakh)
- 2 **Ertaeva D., Orzalieva S. Mobil'di zhane zamanauy verbal'di-interaktivti robot kuru** [Creating a mobile and modern verbal-interactive robot]. *KazKKA habarshysy*, 2023, vol. 129, no. 6, pp. 197-204. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2023-129-6-197-204>. (In Kazakh)
- 3 **Kadirbaeva R.I., Abdrahmanova H.K., Kudajbergenova K.B. Bilim berudi cifrandyru zhagdajynda STEM-okytudy koldanudyn didaktikalyk nuskaulyary** [Didactic Recommendations on the Use of STEM Approach in the Digital Education]. *Yasauy universitetinin habarshysy*, 2024, vol. 2, no. 132, pp. 204-217. <https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.55>. (In Kazakh)
- 4 **Zhetenbaev N., et al. Tobyk buynyn onaltuga arналған 3-prs robot manipulyatoryn kurastyru** [Development of a 3-prs robotic manipulator for ankle joint rehabilitation]. *KazKKA habarshysy*, 2023, vol. 124, no. 1, pp. 254-263. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2023-124-1-254-263>. (In Kazakh)
- 5 **Kubegenov E.S. Zhogary oku oryndarynda robototekhnika bojnynsha oku zhubalaryn azirleu zhane pajdalanu kezinde modul'dilik bagyttaryn taldau** [Analysis of areas of modularity in the development and use of training projects in robotics in higher educational institutions]. *Gylym, zertteuler, bilim beru: damu urdisteri: XXIII halykaralyk gylymi-prakt. konf.*, 2023, no. 2 (71). (In Kazakh)
- 6 **Shekerbekova Sh.T. «Bilim beru robototekhnikasy» panin okytudyn erekshelikteri** [Features of teaching the discipline «Educational robotics»]. *K.Zhubanov atyndagy Aktobe onirlik universitetinin Habarshysy*, 2022, vol. 68, no. 2, pp. 125-137. (In Kazakh)
- 7 **Kenesbaev S.M., Shajken A.G. Oku tiimdiligin arttyru ushin robot – konstruktor zhinaktaryna salystyrmaly taldau** [Comparative analysis of roboconstruction kits to increase the efficiency of training]. *Abaj atyndagy KazUPU Habarshysy. «Fizika-matematika gylymdary» seriyasy*, 2022, vol. 77, no. 1, pp. 232-239. <https://doi.org/10.51889/2022-1.1728-7901.31>. (In Kazakh)
- 8 **Ydyrys A.E. STEM bilim berudin «Sandyk Kazakistan» bagdarlamasyn zhuzege asyru dagy manyzy** [The importance of STEM education in the implementation of the Digital Kazakhstan program]. *«Kogamydyk sanany zhangyrtudagy zhogary oku ornynyn roli: «Universitet 4.0 modeline koshu» atty 48-shi gylymi-adistemelik konferencyasynyn materialdary*, January 18-19, 2018, vol. 18, 181 p. (In Kazakh)
- 9 **Ramankulov A.A., Shyndaliev N.T. Robototekhnika panin okytuda elektrondy okytu kuraldary sapasyn mobil'di kosymsha komegimen zhetildiru** [Improving the quality of electronic learning tools when studying the discipline of robotics using a mobile application]. *Yasauy universitetinin habarshysy*, 2024, vol. 4, no. 134, pp. 515-528. <https://doi.org/10.47526/2024-4/2664-0686.139>. (In Kazakh)
- 10 **Chin K.Y., Hong Z.W., Chen Y.L. Impact of using an educational robot-based learning system on students' motivation in elementary education.** *IEEE Transactions on learning technologies*, 2014, vol. 7, no. 4, pp. 333-345. <https://doi.org/10.1109/TLT.2014.2346756>.
- 11 **Lotfi N. et al. Promoting open-source hardware and software platforms in mechatronics and robotics engineering education.** *ASEE annual conference exposition proceedings*, 2020, vol. 36, iss. 4, pp. 589-595. <https://doi.org/10.18260/1-2--35107>.
- 12 **Narahara T. Design exploration through interactive prototypes using sensors and micro-controllers.** *Computers & Graphics*, 2015, vol. 50, pp. 25-35. <https://doi.org/10.1016/j.cag.2015.04.008>.
- 13 **Kroemer O., Niekum S., Konidaris G. A Review of robot learning for manipulation: Challenges, representations, and algorithms.** *Journal of machine learning research*, 2021, vol. 22, no. 30, pp. 1-82. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.03146>.
- 14 **Dinh B.H. Approximation of the inverse kinematics of a robotic manipulator using a neural network.** Heriot-Watt University. Available at: <https://www.ros.hw.ac.uk/items/4995a4ed-4c72-4049-9c04-03302b174fab> (accessed 24 February 2025).
- 15 **Totikova G.A., Esaliev A.A., Tanirbergenova A.Sh., Tursynbaeva A.Z. Bastauysh synp okushylarynyn STEAM-ojlauyn kalyptastyru barysynda 2D zhane 3D model'deu tekhnologiyalaryn pajdalanudyn tiimdiligi** [The effectiveness of using 2D and 3D technologies to form STEAM thinking in primary school students]. *Y. Altynsarin atyndagy Ul'tyik bilim akademiyasynyn «Bilim-Obrazovanie» gylymi-pedagogikalyk zhurnaly*, 2024, vol. 111, no 4, pp. 167-180. <https://doi.org/10.59941/2960-0642-2024-4-167-180>. (In Kazakh)

## Авторлар туралы мәліметтер:

Зулпыхар Жандос Енсебекұлы – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, информатика кафедрасының меңгерушісі, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, 010005, Астана қ., Пушкин көш. 11, тел.: 87077691979, e-mail: astzhan@gmail.com.

Жилмагамбетова Раушан Зейнетоллақызы\* – PhD, Информатика кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, 010005, Астана қ., Пушкин көш. 11, тел.: 87716831542, e-mail: ali\_raushan@mail.ru.

Нурбекова Гульмира Фазылгаламовна – PhD, Информатика кафедрасының қауымдастырылған профессор м.а., Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан Республикасы, 010005, Астана қ., Пушкин көш. 11, тел.: 87072987602, e-mail: gulnurfaz@mail.ru.

Зулпыхар Жандос Енсебекұлы – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, заведующий кафедрой информатики, Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010005 г. Астана, ул. Пушкина 11, тел.: 87077691979, e-mail: astzhan@gmail.com.

Жилмагамбетова Раушан Зейнетоллақызы\* – PhD, и.о. ассоц. профессора кафедры информатики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010005 г. Астана, ул. Пушкина 11, тел.: 87716831542, e-mail: ali\_raushan@mail.ru.

Нурбекова Гульмира Фазылгаламовна – PhD, и.о. ассоц. профессора кафедры информатики, Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Республика Казахстан, 010005 г. Астана, ул. Пушкина 11, тел.: 87072987602, e-mail: gulnurfaz@mail.ru.

Zulpykhar Zhandos Yensebekuly – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of computer science, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan, 010005, Astana, 11 Pushkin Str., tel.: 87077691979, e-mail: astzhan@gmail.com.

Zhilmagambetova Raushan Zeinetollakyzu\* – PhD, acting Associate Professor of the Department of computer science, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan, 010005, Astana, 11 Pushkin Str., tel.: 87716831542, e-mail: ali\_raushan@mail.ru.

Nurbekova Gulmira Fazylgalamovna – PhD, acting Associate Professor of the Department of computer science, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Republic of Kazakhstan, 010005, Astana, 11 Pushkin Str., tel.: 87072987602, e-mail: gulnurfaz@mail.ru.

МРНТИ 14.15.15

УДК 378.1(574)

<https://doi.org/10.52269/SRDG2612118>

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЗАХСТАНА: ТИПОЛОГИЯ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ И ВЫЗОВЫ ГЛОБАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТНОЙ СРЕДЫ**

Имангалиева Ш.С. – координатор программ Центра глобального образования и обучения Университета Иллинойс Урбана-Шампейн, США.

Кулсариева А.Т.\* – доктор философских наук, профессор-исследователь Казахского национального педагогического университета имени Абая, г. Алматы, Республика Казахстан.

Скиба М.А. – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор, эксперт, разработчик образовательных программ Национального центра развития высшего образования, г. Астана, Республика Казахстан.

Трансформация высшего образования в Казахстане приобретает ключевое значение в условиях перехода к экономике знаний, усилению глобальной конкуренции и цифровизации управленческих и образовательных процессов. В этих условиях университеты рассматриваются как центральные акторы, на которых возлагаются задачи обновления образовательных моделей, совершенствования управления и укрепления международной позиции страны. Цель исследования состоит в комплексном анализе направлений трансформации казахстанской системы высшего образования с опорой на разработанную типологию институциональных изменений. В рамках исследования уточняются теоретико-концептуальные подходы к трансформации университетов, описывается эволюция государственной образовательной политики, характеризуются управленческие, цифровые и международные изменения в деятельности вузов, а также выявляются структурные ограничения и риски, влияющие на устойчивость реформ. Методологическую основу работы составили качественный анализ нормативных и стратегических документов, тематический контент-анализ, сравнительный и институциональный подходы. Показано, что трансформация высшего образования в Казахстане реализуется как сочетание обязательных адаптаций к внешним вызовам и инициативных стратегий университетов, что приводит к неоднородности траекторий развития различных типов вузов. Научная новизна исследования заключается в адаптации глобальных моделей анализа трансформации университетов к казахстанскому контексту и предложении типологии, позволяющей системно интерпретировать институциональные изменения. Практическая значимость результатов связана с возможностью их использования при совершенствовании государственной образовательной политики, разработке стратегий развития университетов и оценке устойчивости проводимых реформ.