

Н. КАРЕЛХАН¹ , П. ИБРАЕВА², Н. КАРИЛХАН³

¹PhD, доцент

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті
(Қазақстан, Астана қ.), e-mail: knursaule@mail.ru

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің магистранты
(Қазақстан, Астана қ.), gmail.com: ibraeva.perizat2020@gmail.com

³Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Қарағанды қ.), e-mail: iskulai@mail.ru

ОРТА МЕКТЕПТЕ STREAM ТЕХНОЛОГИЯСЫМЕН ОҚЫТУДА SCRATCH ОРТАСЫНДАҒЫ MBLOCK БАҒДАРЛАМАСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Әлемнің алдыңғы қатардағы елдерінде STEM, STEAM және STREAM арқылы оқыту орта мектептің оқу үрдісіне енгізілген. STEM – ғылым, технология, инженерия, математиканың білім берудегі рөлін күшейту болса, STREAM ғылым, технология, инженерия, математиканың білім берудегі рөліне қосымша оқу мен өнерді қосып, жүйеленген ойлау дағдыларын қалыптастыру болып табылады. STREAM дамытуда Scratch+Arduino негізінде құрастырылған mBlock бағдарламалау ортасын қолдануға болады.

Қазақстан Республикасының орта мектептерінде STEM технологиясы арқылы информатика пәнін оқытуда көбінесе робототехника қолданады. Информатика пәнін оқу нәтижесінде оқушыларда оқу мен өнерді, математика мен инженерияны қолданып, цифрлы өнім құрастыру білім, білік, дағдысы қалыптаспаған. Сондықтан, орта мектепте STEM технологиясын қолданып информатика пәнін оқытуда STREAM технологиясын дамыту қажеттілігі бар. Осыған орай, зерттеу жұмысына «Орта мектепте STREAM оқыту әдісінің ерекшелігін анықтау» мақсаты қойылды. Бұл мақсатқа жету үшін алдымен республикалық деңгейде орта мектепте STREAM оқыту әдісінің оқыту жағдайлары анықталып, тәжірибесі талданды. Екіншіден Scratch+Arduino аппараттық-бағдарламалау негізінде құрастырылған mBlock ортасына инженерия және математика ғылымдарын ұштастырып, оқушылардың жүйелі ойлау қабілетін қалыптастыратын жоба құруды үйрететін оқу бағдарламасы әзірленді. Құрастырылған оқу бағдарламасы бойынша ІТ сыныптың факультативтік сабағын жүргізу арқылы STREAM оқыту әдісінің тиімділігі анықталды.

Информатикадан факультативтік сабақтарда өткен Scratch+Arduino аппараттық-бағдарламалау негізін оқыту mBlock кодымен анықталып, практикалық түрде жүзеге асыру жолдары енгізілді. 8-сыныптарға арналған факультативтік сабақтың оқыту бағдарламасы барлығы 36 сағатты қамтиды. Ұсынылған оқыту курстық бағдарламасына қосымша цифрлық білім беру ресурстары құрастырылып, оқу-әдістемелік құрал оқу үрдісінде пайдаланып,

***Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:**

Карелхан Н., Ибраева П., Карилхан Н. Орта мектепте STREAM технологиясымен оқытуда Scratch ортасындағы mBlock бағдарламасын қолданудың ерекшеліктері // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2023. – №2 (128). – Б. 314–328. <https://doi.org/10.47526/2023-2/2664-0686.25>

***Cite us correctly:**

Karelhan N., Ibraeva P., Karilhan N. Orta mektepte STREAM tehnologiiasymen oqytuda Scratch ortasyndagy mBlock bagdarlamasyн qoldanudyn erekshelikteri [Features of Using the mBlock Program in the Scratch Environment in Teaching with STREAM Technology in High School] // *Iasaui universitetinin habarshysy*. – 2023. – №2(128). – B. 314–328. <https://doi.org/10.47526/2023-2/2664-0686.25>

ұсынылған оқыту әдістерінің тиімділігі эксперимент нәтижесінде анықталды. Болашақта «Scratch+Arduino негізіндегі mBlock бағдарламалау» атты оқыту курстық бағдарламасы мен цифрлық білім беру ресурстарын еліміздің кез келген мектептеріндегі STEM кабинеттерінде немесе информатика пәні бойынша факультатив сабақтарында пайдалана алады.

Кілт сөздер: STEM, STREAM, Scratch негізі, mBlock бағдарламалау, Arduino, информатика, білім беру.

N. Karelkhan¹, P. Ibrayeva², N. Karilkhan³

¹PhD, Associate Professor

*L.N. Gumilyov Eurasian National University
(Kazakhstan, Astana), e-mail: knursaule@mail.ru*

*²Master Student of L.N. Gumilyov Eurasian National University
(Kazakhstan, Astana), e-mail: ibraeva.perizat2020@gmail.com*

*³Senior Lecturer of Academician E.A. Buketov Karaganda University
(Kazakhstan, Karaganda), e-mail: iskulai@mail.ru*

Features of Using the mBlock Program in the Scratch Environment in Teaching with STREAM Technology in High School

Abstract. In the leading countries of the world, learning through STEM, STEAM and STREAM is included in the curriculum of secondary schools. While STEM is about strengthening the role of science, technology, engineering, and mathematics in education, STEAM is about building systematic thinking skills by adding reading and art to the role of science, technology, engineering, and mathematics in education. In STREAM development, you can use the mBlock programming environment based on Scratch+Arduino.

In secondary schools of the Republic of Kazakhstan, robotics is often used in the teaching of computer science using STEM technology. As a result of studying informatics, students have not developed the knowledge, skills, and abilities to create digital products using art, mathematics, and engineering. Therefore, there is a need to develop STREAM technology in teaching computer science using STEM technology in high school. In this regard, the purpose of the research work “Determining the specificity of the STREAM teaching method in secondary school” was set. To achieve this goal, firstly, the state of teaching STREAM teaching methods in secondary schools in the republic was determined and the results were analyzed. Secondly, an educational program was developed that combines engineering and mathematics sciences and teaches how to create a project that builds students’ ability to think systematically in the mBlock environment, built on the basis of Scratch+Arduino hardware-programming. The effectiveness of the STREAM teaching method was determined by conducting an optional lesson of the IT class according to the compiled curriculum.

The experience of the research was carried out at R. Koshkarbayev secondary school No. 1 and IT school-lyceum of the city of Koschy. The teaching of the Scratch+Arduino hardware programming framework, which took place in computer science optional classes, was defined with mBlock code and ways of practical implementation were introduced. The curriculum of the optional lesson for 8th grade includes a total of 36 hours. In addition to the proposed training course program, digital educational resources were compiled, the teaching methodology was used in the educational process, and the effectiveness of the proposed teaching methods was determined as a result of the experiment.

In the future, the training course program and digital educational resources of the course “mBlock Programming based on Scratch+Arduino” can be used in STEM classrooms or in elective computer science classes in any schools in the country.

Keywords: STEM, STREAM, Scratch based, mBlock programming, Arduino, computer science, education.

Н. Карелхан¹, П. Ибраева², Н. Карилхан³

¹*PhD, доцент*

*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева
(Казахстан, г. Астана), e-mail: knursaule@mail.ru*

²*магистрант Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева
(Казахстан, г. Астана), e-mail: ibraeva.perizat2020@gmail.com*

³*старший преподаватель Карагандинского университета имени академика Е.А. Букетова
(Казахстан, г. Караганды), e-mail: iskulai@mail.ru*

Особенности использования программы mBlock в среде Scratch при обучении с технологией STREAM в средней школе

Аннотация. В ведущих странах мира обучение по STEM, STEAM и STREAM включено в учебную программу средних школ. В то время как STEM направлен на укрепление роли науки, технологий, инженерии и математики в образовании, STREAM направлен на формирование навыков систематического мышления путем добавления чтения и искусства к роли науки, технологий, инженерии и математики в образовании. Этот метод обучения можно развивать в среде программирования mBlock, разработанный на базе Scratch+Arduino.

В общеобразовательных школах Республики Казахстан при обучении информатике робототехника преподается с применением технологии STEM. В результате преподавания информатики с использованием чтения и искусства, математики и инженерии у обучающихся не сформированы знания, умения и навыки создания цифровых продуктов. Поэтому в общеобразовательной школе возникает необходимость развития технологии STREAM при обучении информатики с использованием технологии STEM. В связи с этим была поставлена цель научно-исследовательской работы «Определение специфики метода обучения STREAM в общеобразовательной школе». Для достижения этой цели, во-первых, было определено состояние преподавания методов обучения STREAM в средних школах по республике и проанализированы результаты. Во-вторых, на основе аппаратного программирования Scratch+Arduino была разработана образовательная программа, объединяющая инженерные и математические науки в среде mBlock и обучающая созданию проекта, развивающего у учащихся способность к системному мышлению. По составленной программе определена эффективность метода обучения STREAM путем проведения факультативного занятия IT-класса.

Опыт исследования проходил в школе №1 им. Р. Кошкарбаева и IT школе-лицее города Косши. Обучение основам аппаратного программирования Scratch+Arduino с определением кода mBlock преподавалось на факультативных занятиях по информатике, также представлены пути практической реализации.

Учебная программа факультативного урока для 8 класса включает в себя в общей сложности 36 часов. В дополнение к предложенной программе учебного курса были составлены цифровые образовательные ресурсы, в учебном процессе использована методика обучения, а также в результате эксперимента определена эффективность предложенных методов обучения. В будущем учебную программу и цифровые образовательные ресурсы курса «Программирование mBlock на основе Scratch+Arduino» могут использовать в STEM кабинетах или на факультативных занятиях по информатике в любых школах страны.

Ключевые слова: STEM, STREAM, основа Scratch, программирование mBlock, Arduino, информатика, образование.

Кіріспе

Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар саласын және цифрлық саланы дамыту тұжырымдамасында білім беру жүйесін цифрландыру туралы: «Әлемдік қоғам эволюциясынан кейін білім беру жүйесіне қойылатын талаптар да өзгереді. Дәстүрлі модельдерді бірлесіп шешім қабылдауға негізделген жаңалары тез алмастырады, мұнда оқу процесі мен академиялық үлгерімнен басқа оқушылардың көңіл-күйі де маңызды. Қазіргі заманғы оқыту әлемдегі өзгерістердің динамикалық және болжанбайтын сипатын сөзсіз ескереді. Сондықтан жауапты білім беру жүйесін дамыту жастарға өзгерістерге бейімделуге, жетістікке жетуге және тіпті болашаққа әсер етуге көмектеседі. Мұндай жаңа бағыттарға эмоционалды интеллект, шығармашылық ойлау және ынтымақтастық кіреді» [1] деп атап көрсетілген.

Сондықтан, мектеп оқушыларын заман талабына сай дара тұлға қылып қалыптастыру басшылыққа алынады. Ол үшін үздік білім беру әдістерін зерделеуіміз қажет.

Адамның дамуы туралы есебінің (Human Development Report) құрамдас бөліктерінің бірі – білім индексі болып табылады. Human Development Report соңғы 2020 жылғы әлемдік рейтингінің деректері бойынша 189 елдің арасында 51-орынды иеленген және адами әлеуеті жоғары елдер тобына кіреді [2].

ICILS (International Computer and Information Literacy Study) – 2018 халықаралық компьютерлік және ақпараттық сауаттылықты зерттеу рейтингісі бойынша Қазақстан Республикасының оқушылары 395 ұпаймен 14 орынды иеленген. Бұл төменгі нәтиже [3].

Біз білім берудегі осы нәтижелерді ескеріп, жаңа заманауи оқыту әдістері мен алдыңғы қатардағы елдердің үздік білім беру тәжірибелерін пайдалануымыз қажет.

Компьютердің инженерлік іспен байланысты мамандықтары және кәсіптері ең жылдам өсіп келе жатқан жоспарлы мамандықтар болып табылады. АҚШ, Канада, Австралия, Гонконг, Финляндия, Германия, Ұлыбритания, Швеция елдері STEM (science, technology, engineering and mathematics) білім беруді белсенді жүргізіп келеді. Бұл елдерде STEM-нің дамуын жүзеге асыратын арнайы мемлекеттік органдар бар [4].

STEM-ғылым, технология, инженерия, математиканың білім берудегі рөлін күшейту болса, STREAM-ғылым, технология, инженерия, математиканың білім берудегі рөліне қосымша оқу мен өнерді қосып, бейнеленген ойлау дағдыларын қолдану болып табылады. Дереккөздерде, соңғы кезде, ғылым мен техниканың дамуымен қатар жасампаз индустриялар да дамуда. Кез келген жаңашылдық мәселені шешуге арналған жасампаз көзқарасты ұсынады, ал жасампаздықтың кілті Reading (оқуға бағытталған ойлау дағдылары) және Arts (өнер) білім беру болып табылады. Сондықтан әлемдік тәжірибеде STEM-нен STREAM-ге білім беруге белсенді қозғалыс жүріп жатыр.

Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, STREAM технологиясын информатика пәнінің бағдарламалау бағытына қолдануға болады. Scratch+Arduino негізінде құрастырылған mBlock бағдарламалау ортасына қолданып оқыту әдістерін дамыту мүмкіндігі жоғары.

Зерттеу мақсаты: Орта мектепте STREAM оқыту әдісінің ерекшелігін анықтау.

Аталған мақсатқа жету үшін, мынадай міндеттер қойылды.

- 1) Республикалық деңгейде орта мектепте STREAM оқыту әдісінің оқыту жағдайларын анықтау мен тәжірибесін талдау.
- 2) Scratch+Arduino аппараттық-программалау негізінде құрастырылған, mBlock ортасына инженерия және математика ғылымдарын ұштастырып, оқушылардың жүйелі ойлау қабілетін қалыптастыратын жоба құруды үйрететін оқу программасын әзірлеу;
- 3) Құрастырылған оқу программасы бойынша IT сыныптың факультативтік сабағын жүргізу арқылы STREAM оқыту әдісінің тиімділігін анықтау.

Зерттеу әдістері

Зерттеу мәселесі бойынша ғылыми нәтижелер мен республикадағы алдыңғы қатардағы педагогикалық тәжірибелер мен орта мектептің оқыту жағдайын талдау; сауалнамалар жүргізу; орта мектепте STREAM технологиясымен оқыту әдістемесін құру және жүзеге асыру; математикалық статистика әдістерін қолданып эксперимент нәтижелерін жинақтап, тиімділігін анықтау.

Талдау мен нәтижелер

Бірінші міндет бойынша «Білімді ұлт – сапалы білім беру» ұлттық жобасын бекіту туралы қаулысында 2025 жылы STEM (science, technology, engineering and mathematics) пәндік кабинеттерімен қамтамасыз етілген негізгі және орта мектептердің үлесі 57% болу қажеттілігін міндеттейді. Білім және ғылым министрлігі Б. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы «STEM білімді енгізу бойынша әдістемелік ұсынымдар» енгізіп, бұл әдістеме оқушылардың нақты оқуға деген қызығушылығын арттыруға бағытталған [5].

Орта мектепте IT сынып кабинеттері STEM негізінде аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз етілгендіктен факультатив сабақтар осы оқыту бағытында жүргізіліп талданды.

Әлемнің алдыңғы қатардағы елдерінде STEM орталықтары құрылған. Бұл орталықтардың әрқайсысы оқушыларды жарқын болашақта өз даралығын көрсете отырып, жоғары технологиялар саласынан мамандық таңдауда ынталандыруға тырысады. (Bureau of Labor Statistics, BLS) статистикалық бюросы STEM білім берумен байланысты кәсіптердің жыл сайынғы өсуін болжайды [6].

Тақырып бойынша Scopus және Web of Sciences деректер қорындағы журналдарды соңғы жылдары көптеген мақалалар жариялануда, оның ішінде мектеп оқушыларына STREAM технологиясын білу қажеттілігі туралы мақалалар бар:

– Scratch бағдарламасы mBlock көмегімен негізгі бағдарламаның демонстрациясын жасауда қолданылады. Бұл тақырып бойынша орта мектепте оқу материалдарын әзірлеу екі әдіс бойынша құрастырылады, біріншісі – бұл қазіргі технология мен инжиниринг, ал екіншісі пәнаралық сипатқа ие болғандықтан STEAM технологиясымен құрастырылады (Makeblock Co., 2021) [7].

– Arduino аппараттық құралының алғашқы пайда болуы 2005 жыл, ал жалпыға қол жетімді Scratch бағдарламалық жасақтамасы 2007 жылы пайда болды. Arduino аппараттық құрал мен Scratch бағдарламалық жасақтама екеуін бірге қолданған, алғашқы жарияланған мақалалар 2014 жылы жарық көрді. Бұл бағдарламалық жасақтамалар орта мектепте қолдануға ыңғайлы (Aamir Fidai, Mary Margaret Capraro, Robert M. Capraro, 2020) [8].

– «Есептеу ойлауын дамытудағы және есеп шығарудағы технологиялық жоба» атты мақалада технологиялық жобалардың қызметі Arduino тақтасы, mBlock бағдарламалық құралы және электронды сенсорлар сияқты технологиялық ресурстарды пайдалана отырып әзірленген құрал, білім алушылардың есептеуіш ойлау қабілетін дамытуға ықпал ететіні көрсетілді (Paucar-Curasma, Villalba-Condori, Jara, Llamoca, Tovar, Malpartida, 2022) [9].

Білім берудегі цифрлық технологиялар оқытушыдан үздіксіз педагогикалық, әдістемелік, тәрбиелік қызметті жүзеге асыру, цифрлық құзыреттерді үздіксіз дамыту және толық жетілдіру үшін жоғары деңгейдегі кәсіптік даярлықты талап етеді. Бұл заманауи мұғалімнің кәсіби қызметінің негізі [10].

Scratch+Arduino аппараттық бағдарламалау негізінде құрастырылған mBlock ортасына инженерия және математика ғылымдарын ұштастырып, оқушылардың орта мектепте құрастырған жобалары (қосымша, қолданба) кез келген бағыттағы IT саласының маманы болуға бағыт береді.

Мұғалім міндетті адал, сүйіспеншілікпен атқарғанда ғана бұл мамандықтың мәртебесі өседі. Шебер педагог дәрежесіне жетудің сыры, сабақтан тыс қосымша сабақтарға уақыт бөлу, бағыт беру, оқушының ішкі күшін оятуға тырысу.

Заманауи технологиялық әлемде ғұмыр кешіп жатсақ та дүниежүзінің көптеген елдерінде, ғылыми-техникалық кадрлардың тапшылығы ақпарат көздерінен байқалады. Сондықтан, көптеген елдерде STEM технологиясы, яғни кіріктірілген пәндер негізінде білім беруге айрықша көңіл бөлуде.

Қазақстан республикасында кейбір орта мектептерде информатика пәнін оқытуда STEM технологиясымен робототехника оқытыла басталғанымен, орта мектептерде информатика пәнін оқытуда STREAM қолданып, бағдарламалау арқылы дамыту осы күнге дейін жетілмеген.

Оқушыларда ғылыми тұрғыда бейнелеу, оқу-жазуды математика мен инженерияны қолданып цифрлы өнім құрастыру дағдысы қалыптаспаған. Сондықтан, орта мектепте STREAM технологиясымен оқытуды дамыту мақсатында, эксперимент ретінде STREAM технологиясын қолданатын ІТ сыныптарында жүргізілген информатика пәнінің факультативтік сабақтар нәтижелері қарастырылды.

Жаһандық экономиканың өзгеруіне байланысты, ағымдағы жұмыс орындарын автоматтандыруға байланысты кейбір жұмыс орындары жойылып барады және күн сайын технологиялық жетістіктер нәтижесінде жаңа жұмыс орындары пайда болуда. STREAM арқылы дамытатын дағдылар оларға мектепте және одан тыс жерде жетістікке жету үшін негіз болады [11].

STREAM арқылы балалар ғылым, технология, инженерия және математика туралы түсініктерін бейнелеп интеграцияланған және инновациялық тәсілдермен қолдана отырып, шынайы әлемдегі мәселелермен шығармашылықпен айналыса алады (1-кесте).

1-кесте – STREAM-технологиясының бағыты мен сипаттамасы

Технология	Неге бағытталған?	Жоба сипаттамасына мысал
1	2	3
S (science)	Нені және оны қалай зерттейміз? Нені және оны қалай меңгереміз? Нені және оны қалай танимыз?	Жобаға қажетті элементтерді қолданып, 4×4 мембраналы Keypad-та қарапайым қауіпсіздік шифр кілті қосымшасын әзірлеу. Ардуино аппаратымен 4×4 Keypad пернелерін басқанда бірқатар операцияларды орындауға болады, бұл қосымшада қауіпсіздік шифр символдарын дұрыс енгізгенде, экран бетінен хабар шығып, жасыл жарықдиод жанып серво-мотор ашылуға сигнал беру керек. Ал символдар қате енгізілсе қызыл жарықдиод жанып ашылмайтын сигнал беру керек. Ол үшін MBlock бағдарламалау ортасына Extensions мәзірі арқылы екі қондырма Keypad_4x4_Strings_Char_TR, LiquidCrystal_I2C_TR орнату ұсынылады.
T (technology)	Оқушылар қандай алгоритм қызметін меңгереді?	Жобаны жасау үшін, Scratch негізінде mBlock бағдарламалау ортасын қолдану. Arduino UNO платформасына берілген электр схемасы арқылы құрастыру. key_say деп аталатын кілттер санын сақтау үшін сандық айнымалы енгізіп, алгоритм бойынша код жазу.
R (reading)	Қосымша қандай әдеби шығарма оқыдың, одан не түртіп алдың?	«Сүлеймен патшаның қазынасы» құпиясының шифр кілті туралы аңыз.

1	2	3
E (engineering)	Оқушылар қандай жоба (өнім) жасайды?	4×4 мембраналы KeyPad-та қарапайым шифрланған қауіпсіздік кілт қосымшасына үш рет кодты қате енгізгенде жеке сандық нөмірді сұрайтындай өнім жасайды.
A (arts)	Оқушы қандай көркем-өнер құралын дамытады?	Шифрланған қауіпсіз кілт жобасының электр схемасын tinkercad кроссплатформа бағдарламасында моделін сызу.
M (mathematics)	Қандай элемент оқушының математикалық ойлауын дамытады?	Логикалық шартқа байланысты Pin қолданыстары.

Massachusetts Institute of Technology зертханасында әзірленген, Scratch бағдарламалау ортасымен жұмыс жасау, біздің елімізде 1–4 сырыптарда оқу үрдісіне енгізілген. Блок арқылы код жазып, көрнекі жоба құру үшін қолданады. Бұл бағдарламалық қамтамасыз ету ортасы бүкіл әлемге тегін таратылады. Ақпарат көздерінен Scratch жобалары 150 елде жасалғанын және 40-тан астам тілде қолжетімді екенін білуге болады. Бұл бағдарламалық өнімнің маңызды артықшылығы, сыртқы қарапайымдылықтың астарында жатқан алгоритмді дамытудың қуатты құралы болып табылуында.

Информатика пәнінен бастауыш сыныпта меңгерген бағдарламалауды, орта буында қосылған физика математика жаратылыстану пәндерінен меңгерген білімін ұштастырып Scratch негізіндегі mBlock бағдарламалау ортасына Arduino аппараттық құралын қолданып факультатив сабақтар жүргізуге болады.

Scratch – иллюстративті (суреттелген) көпплатформалы тегін бағдарламалық қамтамасыз ету ортасы және сондықтан оны мектепте де, негізгі білім беру шеңберінде сыныпта да қолдануға болады мектептен тыс жұмыстармен немесе мектеп оқушыларына қосымша білім беру шеңберінде, жылдам нәтиже ала отырып, бағдарламалау негіздерімен танысқысы келетіндер ойындарды, интерактивті оқулықтарды, шығармашылық жобаларды, түрлі процестерді бейнелейді. Бұл тегін бағдарламалық құрал болғандықтан, ата-анадан қаржылық шығындарды талап етпейді және үйде пайдалануға болады [12].

Arduino жылдар бойы 100-ден астам аппараттық өнімдерді шығарды: тақталар, қалқандар, тасымалдаушылар, жинақтар және басқа керек-жарақтар. Arduino IDE 2.0 - өнімділігі жоғарылаған, жақсартылған пайдаланушы интерфейсі және автотолтыру, кірістірілген отладчик және Arduino Cloud көмегімен эскиздерді синхрондау сияқты көптеген жаңа мүмкіндіктері бар классикалық IDE ортасы [13]

mBlock – Scratch 3.0 және Arduino кодын пайдаланатын STEAM курстық бағдарламасы, балаларды өз ойындары мен анимацияларын жасауға үйрету. Блоктық және мәтіндік бағдарламалау тілдерінде қол жетімді. mBlock бағдарламалау дағдыларын жақсартқысы келетіндер үшін программалау, дизайн және бағдарламалық қамтамасыз ету қызметтерін ұсынады. Сондай-ақ, балалар жасанды интеллект және mBlock көмегімен заттар интернеті сияқты озық технологияларды пайдалана отырып жобалар жасай алады [14].

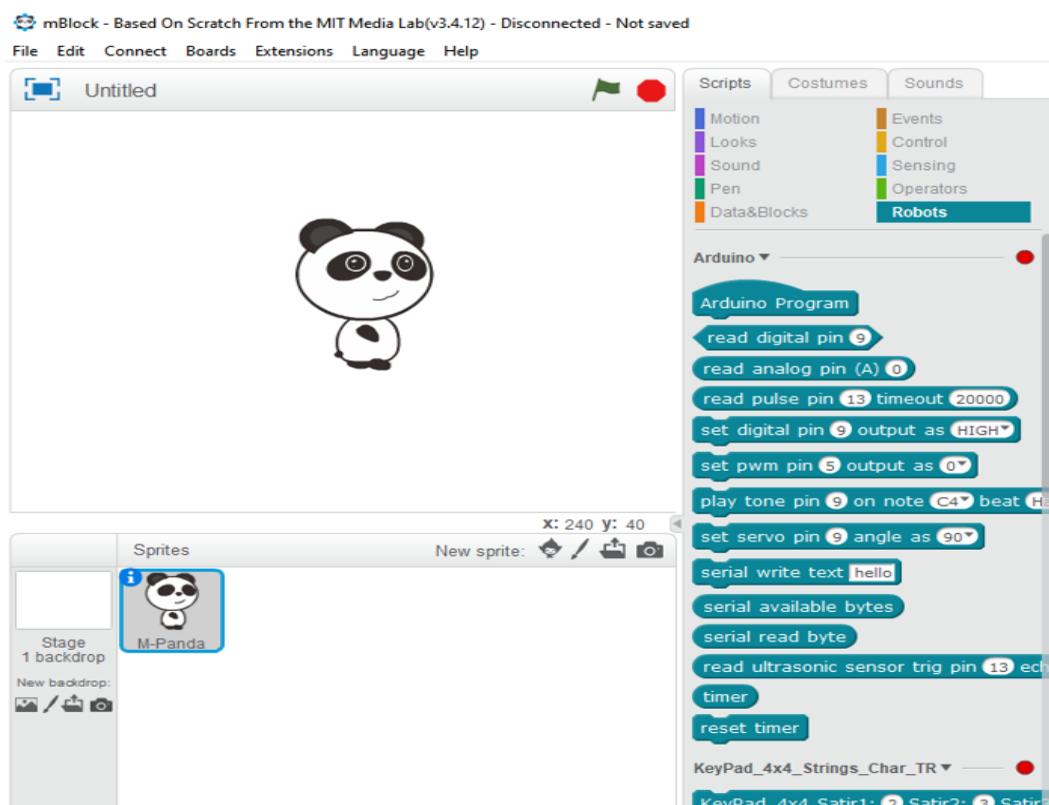
Информатика пәнінен факультатив сабақта STREAM технологиясы арқылы **mBlock** программалау ортасын оқыту күнтізбелік тақырыптық жоспарда көрсетілгендей кез келген жоғары деңгейдегі бағдарламалау тілін үйренуге дейінгі, оқушылар алгоритмдік құрылым туралы түсінік алады. Қазір көптеген оқушылар, ерте жастан бастап, барлық SMART құрылғылармен қамтамасыз етілген. Компьютерлік технология креативті салаларға бағытталғанын ескере отырып, біз иллюстрацияланған бағдарламаларды қолдану кезінде (Arts-өнер) шығармашылық қабілетін дамыта аламыз. Оқушының білімге өз бетінше ұмтылуына, Reading/Writing (оқу мен жазуға бейнеленген ойлау дағдылары) қосымша әдеби

шығармаларды оқып түсінгенін жазып-түртіп алуын, оқушының әрі қарай зерттеуді жылдам жүргізуге, яғни оқушының ынтасын арттырып тез аралықта нәтиже алудың құралы болу қажет екендігін уақыт талап етіп отыр. Сондықтан, алгоритмдеуді іске асырудың күрделілігінен қорықпай бағдарламалау мүмкіндігін ұсынатын құрал – қабілетті бағдарламалық орта қажет. Факультатив сабақ атауы «mBlock программалау» ортасы STREAM білім беру арқылы оқушының шығармашылық қабілетін дамытуға бағытталған.

Балалар қызықты мультимедиялық оқу сабақтарының тепе-теңдігінен пайда көретіндіктен, негізгі идея – балаларды білім алу кезінде осындай іс-шараларға тарту» [15].

Бұл факультатив сабақ жобалап оқыту технологиясына негіздеп құрастырылды. Жобалау іс-әрекетінің бағдарламасы әр сабақта әр оқушы өзінің шағын жобасын құрастырып жасайды және нәтижеге қол жеткізгенде ынталану, табысқа жету, жағдайын бастан кешіреді.

mBlock бағдарламалық жасақтама ортасы алгоритмдік ойлауды дамытуға және программалық дайындыққа арналған барлық қажетті конструкцияларды қамтиды. Инженерлік білім берудің басты құралы ретінде қарастырылған (1-сурет).



1-сурет – mBlock бағдарламалық жасақтама ортасы

Scratch бағдарламасында басты кейіпкер – Scratch (тырнауыш) болса, mBlock бағдарламалау ортасында басты кейіпкер – M-Panda. программа терезесінің ең жоғарғы мәзір жолағында File, Edit, Connect, Boards, Extensions, Language, Help бұйрықтары орналасқан. Көмек сұраудан кейін, қолданатын тілді таңдауға (қазақ тіліге аударылмаған) болады. Кеңейтілімде джойстик, 4x4 пернетақта, SMART Servo, т.б. жүктеп алып, баптау қарастырылған. Тақтада Arduino-ның сәйкес түрлерін белгілеуге мүмкіндік бар. Порт сериясы арқылы құрған блок кодтармен, дереккөздермен байланысады. Файлды жаңадан құруға, компьютерден жүктеуге, сақтауға мүмкіндік береді. mBlock терезесінің аспап қойындыларында скрипттер, костюмдер, дыбыстар құрал-саймандарымен берілген. Скрипт қойындысында командалардың әрбір блогы өз атауымен, және сонымен қатар өз түсімен

боылған. Scratch терезесінен айырмашылығы робототехникаға байланысты көк түспен берілген Robots командалары бар. Бұл mBlock программасының балаларға көрнекі тартымдылығын қамтамасыз етеді және Scratch-пен ұқсастығы тереңірек меңгеруге ықпал етеді. Команданы дұрыс таңдау үшін балаға алдымен ол қандай түсті немесе қандай қызмет атқаратынын және сәйкесінше нені орындайтынын, қандай блокқа жататындығын еске түсіруге жеңіл.

mBlock – әртүрлі микроконтроллерлерді бағдарламалауға мүмкіндік беретін танымал Scratch негізіндегі визуалды бағдарламалау ортасы болып табылады. Arduino – DIY (Do It Yourself (Өзің жаса!)) электроникасын құруға арналған ең кең таралған микроконтроллер. Микроконтроллерлер тек ересектерге ғана емес, балаларға да қолжетімді болып келеді. Scratch негізіндегі графиканы әзірлеу құралдарының негізінде Arduino-мен қажетті жұмысты орындауға үйрету оңайырақ болды.

Жас өнертапқыштар өздерін компьютерлік ойындарды бағдарламалаушы-әзірлеуші рөлінде сезіне алады. Жас ұрпақтың инженерлік білімі мен техникалық шығармашылығы алдағы жылдарда ерекше маңызды сала бола беретіне бекер емес.

mBlock балаларға блоктар немесе коды бар ойындар мен анимацияларды жасауға ғана емес, сонымен қатар роботтар мен қалаған тақталарды пайдалануға, оны бағдарламалауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, балалар жасанды интеллект және mBlock көмегімен заттар интернеті сияқты озық технологияларды пайдалана отырып, жобалар жасай алады. программалық құрал мен роботтардың үйлесімі кодтауды үйренуді қызықты етеді. mBlock көмегімен оқушылар роботтарды елестете алатын кез келген тапсырманы орындау үшін бағдарламалай алады. Нақты әлемде кодтау нәтижелерін хабарлау арқылы біз оқушылардың кодтауға деген қызығушылығын сақтап, қанағаттану сезімін қалыптастырамыз деп үміттенеміз. Сонымен қатар, mBlock мұғалімдер мен оқушыларға өздерінің бірегей идеяларын жүзеге асыруға мүмкіндігі зор.

mBlock бұл жасанды интеллектке (AI) кіріспе ретінде геймификацияға негізделген оқу құралы. Геймификация – ойын элементтерін, ойыннан тыс жағдайда қолдану болып табылады. IoT қолданбасынан жасалған физикалық әлемдегі mBlock жобасы, бұлттық қызметті пайдалана отырып IoT (Заттар интернеті) туралы білудің жолы.

IoT «Заттар интернеті» – құрылғылардың арасында және әртүрлі ақпараттық жүйелердің арасында деректер беруді, жинауды және талдауды қамтамасыз ететін бағдарламалар кешені бар кез келген көптеген құрылғылар жиынтығынан тұратын желі [16].

Оқушыларға IoT (Заттар интернеті) туралы білудің ең жақсы жолы – оның нақты өмірде қалай жұмыс істейтінін көру. Роботтарды немесе электронды модульдерді пайдалана отырып, ауа райы туралы есеп, өсімдіктерді суаратын автономды робот және ақылды жарықтандыру сияқты қызықты жобалар жасалады.

Бағдарламалық ортадағы циклдар әртүрлі командалармен көрсетіледі. Олар шекті, шексіз және белгілі бір шарттармен шектелген болуы мүмкін. Кірістірілген циклдармен жұмыс жасау мүмкіндігі жүзеге асырылады. Бағдарламалық ортада тармақталған алгоритмдер құру қарастырылған. Осы мақсатта толық және қысқа тармақталу формалары да бар. Айнымалыларды, операторларды және сенсорларды кең көлемде пайдалану ұсынылған.

Барлық командалар сәйкес блоктарға енгізілген. Бұл орта буын оқушылары үшін өте қолайлы, өйткені ол бағдарламалаумен тәжірибе жасауға үлкен мүмкіндік береді. Блоктардан программа құрастыру үшін, оларды командалар өрісінен жұмыс өрісіне жәй сүйреп апару жеткілікті.

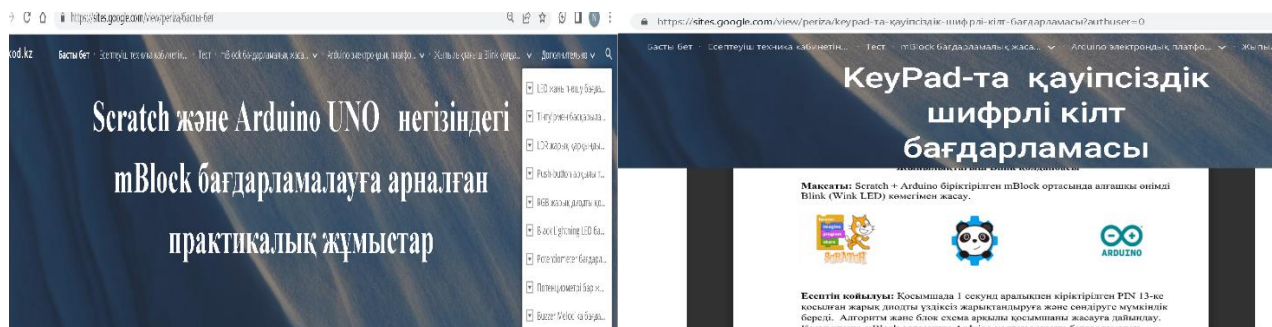
Орта буын 8 сынып оқушыларына арналған «**Scratch+Arduino негізіндегі mBlock бағдарламалау**» факультатив сабағын STREAM технологиясы арқылы оқыту курстық бағдарламасының күнтізбелік тақырыптық жоспар (2-кесте, аптасына 1 сағат, барлығы 36 сағат).

2-кесте – Scratch-Arduino негізіндегі mBlock бағдарламалау (36 сағат) (8-сыныптар үшін құрастырылған)

№	Тақырып	Мақсаты	Сағат саны
1	2	3	4
<i>Аппараттық және бағдарламалық қамтамасыз ету (5 сағ.)</i>			
1	Есептеуіш техника кабинетіндегі техника қауіпсіздік және тәртіп ережесі.	Техниканың қауіпсіздік ережесімен таныстыра отырып, оның адам өміріне, денсаулығына тигізетін әсерін әңгіме ету.	1
2	Алгоритмді бейнелеу тәсілдері. Блок-схема	Алгоритм, алгоритм қасиеттері және блок-схема ұғымдары туралы білімдерін ұштау.	1
3	mBlock бағдарламалық жасақтама	mBlock ерекшеліктерінің сипаты, интерфейстің негізгі элементтері	1
4	Arduino электрондық платформасы	Arduino IDE әзірлеу ортасының, қауіпсіздігінің дағдыларын білу.	1
5	Құрылым және әзірлеу ортасымен танысу	Жинақтың негізгі компоненттерін анықтау және оны компьютерге қоса білу.	1
<i>Жобалау қызметі (31 сағ.)</i>			
6	Жыпылықтағыш Blink қолданбасы	Жарықдиодты қоса білу, тізбектеу, бағдарламалау және сызба бойынша бір жарықдиодты жыпылықтау режимінде іске қосу. Сызбаларды жинау ережесін білу	1
7	LED жанып-өшу бағдарламасы	Жарықдиодпен жұмыс кезінде импульстік модуляциясының қағидаларын қолданып, бағдарламаларды құру кезінде циклды қолдану	1
8	Тінтуірмен басқарылатын LED жарықдиодтың қолданбасы	импульстік модуляциясының қағидаларын қолданып, құру кезінде циклды қолдану	1
9	LDR жарық қарқындылығына байланысты LED қосымшасы	Басқару панелімен жұмыс істеу үшін инфрақызыл датчикті қосу және бағдарламалау	1
10	Push-button арқылы тосқауыл қосымшасы	Аналогтық және сандық датчиктердің жұмыс істеу дағдыларын, программалау сызбасын білу	1
11	RGB жарық диодты қосымшасы	RGB жарықдиодпен схеманы жинау және программау, жарық диодтың жарықтылығымен түсін бақылау	2
12	Black Lightning LED бағдарламасы	Светодиодты пайдаланып, жарық шамының схемасын жинап, бағдарламалау.	2
13	Potentiometer бағдарламасы	Потенциометрді пайдаланып, жарық қарқындылығын бағдарламалау	2
14	Потенциометрі бар жарық диодты қосымша	Потенциометрді пайдаланып, жарық қарқындылығын бағдарламалау	2
15	Buzzer Melodika программасы	Әуенді ойнайтын Buzzer элементін қосу және программалау	2
16	Buzzer дабыл арқылы қолдану қосымшасы	Дабыл ойнайтын Buzzer элементін қосу және бағдарламалау	2
17	Температура мен ылғалдылық бергіш	Өрт сигналын жасау үшін температура мен ылғалдылық датчигін қолдану және бағдарламалау	2
18	KeyPad-та қауіпсіздік шифрлі кілт бағдарламасы	4x4 дисплейді қосу және бағдарламалау, оның жұмыс істеу дағдыларын білу	2

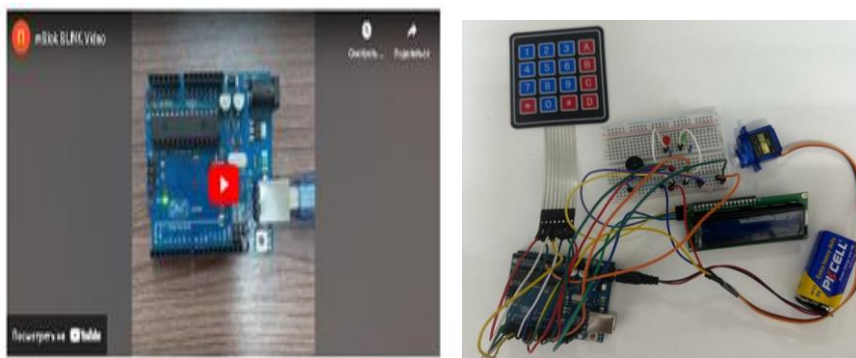
1	2	3	4
19	Калькулятор 1	Калькуляторды сұйық кристалды дисплей және инфрақызыл басқару панелімен жинау	1
20	Калькулятор 2	Калькулятордың сызбасын бағдарламалау	1
21	Калькулятор 3	Калькулятордың сызбасын тесттан өткізу, жөндеу	1
22	PIR датчигі бар Burder-Alarm қосымшасы	Пассивті инфрақызыл датчикті қолдану	2
23	Joystick Game қосымшасы	Ойындар үшін виртуалды джойстикті қолдану	2
24	Қосымшаларды әзірлеу	DHT11 датчик модульін қолдану	1
25	Қосымшаларды әзірлеу	Су деңгейін анықтайтын датчик қолдану	1
26	Қосымшаларды әзірлеу	Қолдың таңбасын анықтайтын оптикалық датчик қолдану	1

Берілген оқу бағдарламасы бойынша цифрлық білім беру ресурстары (ЦББР) STREAM білім беру әдісімен құрастырылды. 5 бөлімнен тұратын цифрлық білім беру ресурстары «Google сайты» қызмет көрсету ортасы арқылы құрастырылған. Цифрлық білім беру ресурстары құрамында теориялық материалдар, практикалық жұмыс, видео материал, білімді бақылау қамтылған. Цифрлық білім беру ресурстарына келесі сілтеме арқылы кіруге болады: mBkod.kz (google.com) Цифрлық білім беру ресурстарының негізгі беті 2-суретте көрсетілген.



2 сурет – Цифрлық білім беру ресурстары орналасқан сайт

Мысал ретінде практикалық бөлімдегі «KeyPad-та қауіпсіздік шифр кілті қосымшасы» тақырыбын қарастырсақ, Scratch + Arduino негізінде mBlock бағдарламалау ортасында қажетті элементтерді қолданып 4×4 мембраналы KeyPad-та қарапайым қауіпсіздік үшін сейфке шифр кілті қосымшасын әзірлеу мақсатында құрастырылған. Әр практикалық жұмыстың жасау жолы мәтінмен және видео арқылы көрсетілген және жұмыс нәтижесінің суреті келтірілген (3-сурет).



3-сурет – Шифрланған сейф.

Scratch + Arduino негізінде mBlock бағдарламалау ортасында құрастырылған

Орта мектепте STREAM әдісі арқылы «Scratch+Arduino негізіндегі mBlock бағдарламалау» факультатив сабақ ретінде оқытуда осы құрастырылған ЦББР қолданылды және мектепте өз үйлесімін тапты. Осы зерттеуде ұсынылған практикалық сабақтар мектепте жүзеге асырудың алғашқы кезеңі болып табылады. Біздің болашақта қарастыратынымыз қосымша сабақ жоспарларын STREAM әдісі негізінде әзірлеу және қызығушылық танытқан әріптестермен және оқушылармен бөлісу.

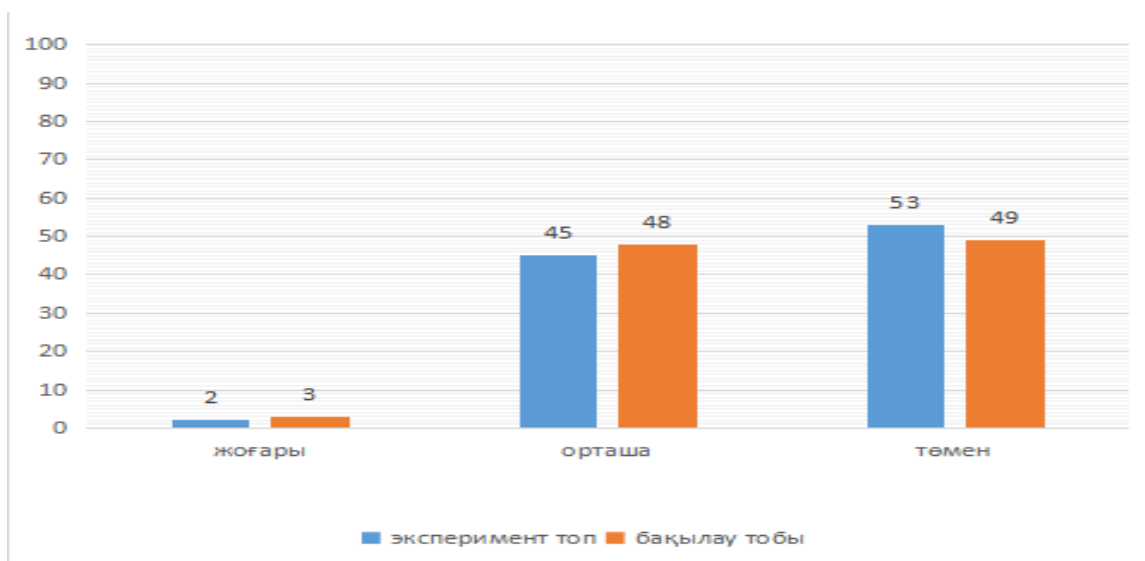
Алғаш рет құрастырылған факультатив сабақтың тиімділігін анықтау үшін эксперимент Қосшы қаласының Р. Қошқарбаев атындағы №1 жалпы орта білім беретін мектепте және IT мектеп-лицейінде өтті. Жалпы экспериментке бақылаушы және эксперимент топтары болып 72 оқушыдан тұратын екі топ қатысты. Оқушылардың білік, білімін бағалау үшін мынадай сауалнама сұрақтары қойылды:

1. STEM дегеніміз не?
2. STEM, STEAM және STREAM айырмашылықтары?
3. STREAM әдісін қолданып шығармашылықпен еңбектенуге қандай өнім ұсынасыз?
4. Ғылыми жоба құру сізді қызықтыра ма?
5. Scratch немесе Arduino немесе mBlock бағдарламалау тілін білесіз бе?
6. Scratch немесе Arduino немесе mBlock аппараттық бағдарламалау тілдерінің арасындағы байланыс қызықтыра ма?
7. Scratch немесе Arduino немесе mBlock бағдарламалау тілін меңгеру не үшін қажет?
8. Әуен қандай шағын динамикпен орындалады?
9. mBlock бағдарламалау тілі қай тілге негізделіп жасалған?
10. Моторлы қолды белгілі бір бұрышқа бұра алатын және қозғалта алатын тұрақты ток моторын атыңыз?

Сауалнама айқындау және қалыптастыру кезеңінде екі рет өтті. Эксперимент өткенге дейінгі сауалнама нәтижесі (3-кесте, 4-сурет).

3-кесте – Эксперимент өткенге дейінгі сауалнама нәтижесі

Топтар	жоғары	орташа	төмен
эксперимент топ	2	45	53
бақылау тобы	3	48	49

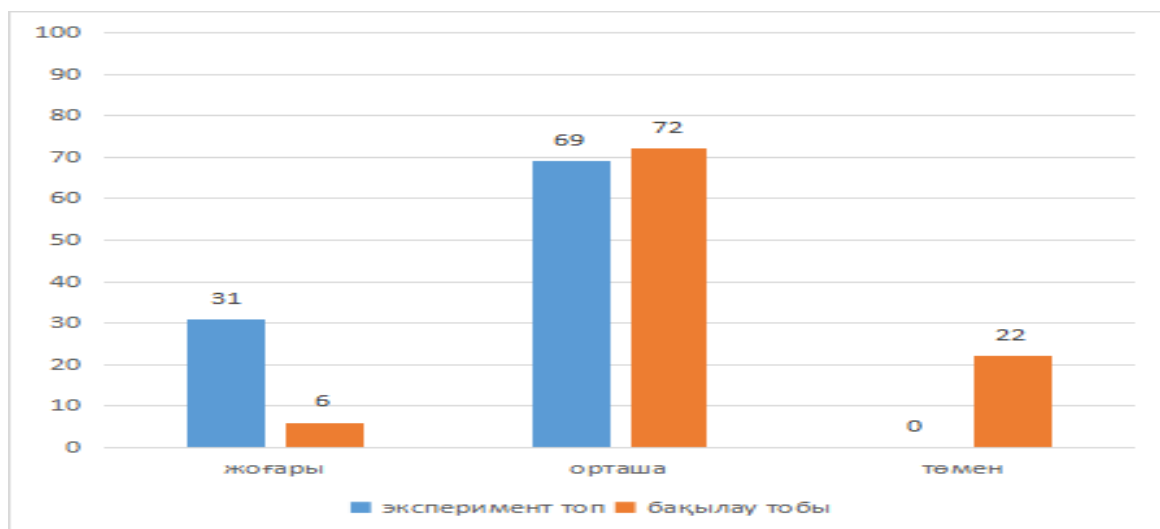


4-сурет – Айқындау эксперимент нәтижелері

Эксперимент өткенге дейінгі сауалнама нәтижесі (4-кесте, 5-сурет)

4-кесте – Эксперимент өткеннен кейінгі сауалнама нәтижесі

Топтар/деңгей	жоғары	орташа	төмен
эксперимент топ	31	69	0
бақылау тобы	6	72	22



5-сурет – Қалыптастыру эксперимент нәтижелері

Оқытылу барысында екі топта да 36 сағаттық оқыту курстық бағдарламасы ұсынылды, сонымен қатар эксперимент тобында бағдарламаға қосымша арнайы құрастырылған әдістемелік нұсқау, цифрлық білім беру ресурстары оқу үрдісінде пайдаланылды.

Оқытылған пәннің қажеттілігі мен қолданылған цифрлық ресурстарының тиімділігіне қатысты эксперимент өткенге дейінгі айқындауға арналған сауалнама нәтижесінен, эксперимент топ (2% – жоғары, 45% – орташа, 53% – төмен), ал оқытылған курс нәтижесі бойынша оқушылардың STREAM әдісін меңгергені туралы сауалнама нәтижесі бойынша эксперимент өткеннен кейін, эксперимент топ (31% – жоғары, 69% – орташа, 0% – төмен) болды. Ал бақылау топта бұл әдіс қолданылмағандықтан қорытынды нәтижесі айтарлықтай өзгермеді. Сонымен қатар бұл әдіспен оқытылған топта жоба құру дағдысына ие болған оқушылар республикалық ғылыми жобалар байқауында жүлделі III-орынға ие болса, курс авторы Республикалық «Ғылым және білім- 2023» атты ғылыми халықаралық конференцияда I-орынға ие болды.

Бұл тәжірибеден, эксперимент тобында mBlock бағдарламалау ортасын үйренуге деген қызығушылығы жоғары, білім алушылардың бағдарламалау дағдысының қалыптасып STREAM әдісін меңгерген оқушылар көп болғандығы және болашақта ұсынылған курсты пайдалануға болатындығы анықталды.

Қорытынды

Орта мектептерде STREAM оқыту әдісінің ерекшелігін анықтау мақсатында жүргізілген зерттеу бойынша.

1) Республикалық деңгейде орта мектепте STREAM оқыту әдісінің оқыту жағдайларын анықтау мен тәжірибесі талданды.

2) Scratch+Arduino аппараттық-бағдарламалау негізінде құрастырылған, mBlock ортасына инженерия және математика ғылымдарын ұштастырып, оқушылардың жүйелі ойлау қабілетін қалыптастыратын жоба құруды үйрететін оқу бағдарламасы әзірленді.

3) Құрастырылған оқу программасы бойынша ІТ сыныптың факультативтік сабақтары жүргізілді. STREAM оқыту әдісінің тиімділігін анықтау барысында, бағдарламаға қосымша арнайы құрастырылған оқу-әдістемелік құрал мен ЦББР оқу үрдісінде пайдаланып, оқытылған сабақтардан оқушылардың жобаға деген қызығушылығы мен білік, дағдысының артқаны анықталды.

Болашақта мақалада аталған «Scratch+Arduino негізіндегі mBlock бағдарламалау» атты 36 сағаттық оқыту курстық бағдарламасы мен цифрлық білім беру ресурстарын еліміздің кез келген мектептеріндегі STEM кабинеттерінде немесе информатика пәні бойынша факультатив сабақтарында пайдалана алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар саласын және цифрлық саланы дамыту тұжырымдамасын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 30 желтоқсандағы №961 қаулысы, [Электронды ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000961> (қаралған күні: 30.05.2022)
2. Human development insights. [Электронды ресурс]. URL: <https://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-ranking> (қаралған күні: 4.05.2022)
3. Школьники Казахстана заняли последнее место рейтинга компьютерной грамотности (ICILS-2018). [Электронды ресурс]. URL: <https://profit.kz/news/58932/Shkolniki-Kazahstana-zanyali-poslednee-mesto-rejtinga-komputernoj-gramotnosti>, (қаралған күні: 14.05.2022).
4. Жалпы білім беретін мектепте STEM бағыттары бойынша білім алушылардың ғылыми-зерттеушілік жұмысын ұйымдастыру бойынша әдістемелік ұсынымдар. – Астана: Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы, 2018. – 257 б.
5. «Білімді ұлт» сапалы білім беру» ұлттық жобасын бекіту туралы. Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2021 жылғы 12 қазандағы №726 қаулысы. [Электронды ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000726> (қаралған күні: 30.05.2022)
6. U.S. Bureau of Labor Statistics. [Электронды ресурс]. URL: <https://www.bls.gov> (қаралған күні: 20.04.2022)
7. Ramos-Teodoro et al. Workshops for promoting Robotics among future engineers // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Т. 55. – №17. – P. 212-217. 10.1016/j.ifacol.2022.09.281.
8. Aamir Fidai, Mary Margaret Capraro, Robert M. Capraro. “Scratch”-ing computational thinking with Arduino: A meta-analysis, Thinking Skills and Creativity. – 2020. – Vol. 38. [Электронды ресурс]. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100726>. (қаралған күні: 20.04.2022)
9. Paucar-Curasma R. et al. Technological project in the development of computational thinking and problem-solving. – 2022 17th Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO). – IEEE, 2022. – P. 1–6. [Электронды ресурс]. URL: DOI 10.1109/LACLO56648.2022.10013445 (қаралған күні: 14.02.2022)
10. Berkimbayev K.M., Niyazova G.Zh. Structural-content Model for Forming the Digital Competence of Teachers // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2021. – №4(122). – P. 73–84. <https://doi.org/10.47526/2021-4/2664-0686.07>
11. Education in WA, STEM. [Электронды ресурс]. URL: <https://www.education.wa.edu.au/stem> (қаралған күні: 30.05.2022)
12. Голиков Д. «Scratch 3 для юных программистов». – СПб.: «БХБ-Петербург», 2020. –168 с.
13. Arduino Hardware | Arduino [Электронды ресурс]. URL: <https://search.arduino.cc> (қаралған күні: 11.02.2023)
14. Блог-код, mBlock дегеніміз не? [Электронды ресурс]. URL: <https://blogkod.com> (қаралған күні:18.02.2023)

15. Ибашова А.Б., Сулейменова Л.А. Ақпараттық білім беру ортасында анимациялық бейнелерді қолданудың тиімділігі // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2022. – №2(124). –Б. 279–289. <https://doi.org/10.47526/2022-2/2664-0686.23>
16. Заттар интернеті (IoT). [Электронды ресурc]. URL: <https://www.astel.kz/kk/services/internet-veshchey-iot/internet-veshchey> (қаралған күні: 02.03.2023)

REFERENCES

1. Aqparattyq-kommunikaciialyq tehnologiiilar salasyn jane cifrlyq salany damytu tujyrymdamasyn bekitu turaly. Qazaqstan Respublikasy Ukimetin 2021 jylgy 30 jeltoqsandagy №961 qaulysy [On approval of the concept of development of information and communication technologies and the digital sphere. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan]. [Electronic resource]. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000961> (qaralghan kuni: 30.05.2022) [in Kazakh]
2. Human development insights. [Electronic resource]. URL: <https://hdr.undp.org/en/content/latest-human-development-index-ranking> (qaralghan kuni: 4.05.2022)
3. Shkolniki Kazahstana zaniالي poslednee mesto reitinga kompiuternoi gramotnosti (ICILS-2018) [Schoolchildren of Kazakhstan took the last place in the computer literacy rating (ICILS-2018)]. [Electronic resource]. URL: <https://profit.kz/news/58932/Shkolniki-Kazahstana-zanyali-poslednee-mesto-reitinga-komputernoj-gramotnosti>, (qaralghan kuni: 14.05.2022).
4. Jalpy bilim beretin mektepte STEM bagyttary boiynsha bilim alushylardyn gylymi-zertteushilik jumysyn uiymdastyru boiynsha adistemelik usynymdar [Methodological recommendations for the organization of research work of students in STEM areas in a comprehensive school]. – Astana: Y. Altynsarin atyndagy Ul'tyq bilim akademiiasy, 2018. – 257 b. [in Kazakh]
5. «Bilimdi ult» sapaly bilim beru» ul'tyq jobasyn bekitu turaly. Qazaqstan Respublikasy Ukimetin 2021 jylgy 12 qazandagy №726 qaulysy. [Electronic resource]. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2100000726> (qaralghan kuni: 30.05.2022) [in Kazakh]
6. U.S. Bureau of Labor Statistics. [Electronic resource]. URL: <https://www.bls.gov> (qaralghan kuni: 20.04.2022)
7. Ramos-Teodoro et al. Workshops for promoting Robotics among future engineers // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – T. 55. – №. 17. – P. 212-217. 10.1016/j.ifacol.2022.09.281.
8. Aamir Fidai, Mary Margaret Capraro, Robert M. Capraro. “Scratch”-ing computational thinking with Arduino: A meta-analysis, Thinking Skills and Creativity. – 2020. – Vol. 38. [Electronic resource]. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100726>. (qaralghan kuni: 20.04.2022)
9. Paucar-Curasma R. et al. Technological project in the development of computational thinking and problem-solving. – 2022 17th Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO). – IEEE, 2022. – P. 1–6. [Electronic resource]. URL: DOI 10.1109/LACLO56648.2022.10013445 (qaralghan kuni: 14.02.2022)
10. Berkimbayev K.M., Niyazova G.Zh. Structural-content Model for Forming the Digital Competence of Teachers // Iasau universitetinin habarshysy. – 2021. – №4(122). – P. 73–84. <https://doi.org/10.47526/2021-4/2664-0686.07>
11. Education in WA, STEM. [Electronic resource]. URL: <https://www.education.wa.edu.au/stem> (qaralghan kuni: 30.05.2022)
12. Golikov D. «Scratch 3 dlia iunyh programmistov». – SPb.: «BHB-Peterburg», 2020. –168 c.
13. Arduino Hardware | Arduino [Electronic resource]. URL: <https://search.arduino.cc> (qaralghan kuni: 11.02.2023)
14. Blog-kod, mBlock degenimiz ne? [Electronic resource]. URL: <https://blogkod.com> (qaralghan kuni: 18.02.2023) [in Kazakh]
15. Ibashova A.B., Suleimenova L.A. Aqparattyq bilim beru ortasynda animaciialyq beinelerdi qoldanudyn tiimdiligi // Iasau universitetinin habarshysy. – 2022. – №2(124). – B. 279–289. <https://doi.org/10.47526/2022-2/2664-0686.23> [in Kazakh]
16. Zattar interneti (IoT). [Electronic resource]. URL: <https://www.astel.kz/kk/services/internet-veshchey-iot/internet-veshchey> (qaralghan kuni: 02.03.2023) [in Kazakh]