

М.С. Қаратаева<sup>1\*</sup>, К.М. Беркімбаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ, Қазақстан

<sup>2</sup>Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті, Түркістан қ, Қазақстан  
\*\* e-mail: mondra-mali@mail.ru

## STEM ТЕХНОЛОГИЯСЫН ОҚЫТУДЫҢ ӘДІС-ТӘСІЛДЕРІ

*Аңдатпа*

STEM білім беру – ғылымды, технологияны, инженерияны және математиканы біріктіретін оқытудың динамикалық тәсілі. Информатикаға қолданылғанда, ол білімалушыларға проблеманы шешу дағдыларын, сыни тұрғыдан ойлауды және кодтауда практикалық тәжірибені дамытуға мүмкіндік береді. Бұл мақалада информатикада STEM білім беруді оқытудың әртүрлі тиімді әдістері зерттеледі, жобада оқытудағы бағдарламаны кодтау қиындықтарын, өздігінен жүретін робототехниканы оқыту ресурстарының маңыздылығы ашып көрсетіледі. Мақалада, STEM білім беру технологиясын ашып көрсету басты мақсатымыз болды. Тақырыпқа сай келесідей зерттеу міндеттерін анықтадық: информатика бойынша STEM білім берудегі әртүрлі оқыту әдістерінің тиімділігін зерттеу, жобалық оқытудың (PBL) информатиканы оқыту нәтижелеріне әсерін бағалау, кодтау дағдылары мен проблемаларды шешу қабілеттерін жетілдірудегі кодтау тапсырмалары мен конкурстардың тиімділігін бағалау, ынтымақасиық оқыту, информатиканың басқа пәндермен кіріктіріп оқытудың артықшылықтарын анықтау, робототехниканы информатика сабақтарына енгізудің әсерін зерттеу, информатика саласындағы дағдыларды дамытудағы дербес оқу ресурстарының тиімділігін талдау.

**Түйін сөздер:** STEM технологиясы, оқыту әдістері, есептеу техникасы, жобалық оқыту, кодтау қиындықтары, ынтымақасиық оқыту, кіріктірілген оқыту технологиясы.

*Аннотация*

М.С. Қаратаева<sup>1</sup>, К.М. Беркімбаев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г.Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави, г. Туркестан, Казахстан

## МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ОБУЧЕНИЯ STEM-ТЕХНОЛОГИЯМ

STEM-образование – это динамичный подход к обучению, который объединяет науку, технологии, инженерия и математику. Применительно к информатике это позволяет учащимся развивать навыки решения проблем, критическое мышление и практический опыт программирования. В этой статье исследуются различные эффективные методы преподавания STEM в области информатики, освещаются проблемы программирования в проектном обучении, а также важность ресурсов обучения автономной робототехники. В статье главной целью было раскрыть технологию STEM-образования. Согласно теме, мы определили следующие исследовательские задачи: изучить эффективность различных методов обучения в STEM-образовании по информатике, оценить влияние проектного обучения (PBL) на результаты обучения информатике, оценить эффективность задач и соревнований по кодированию в улучшении навыков кодирования и способности решать проблемы, совместное обучение, интеграция информатики с другими предметами, определение преимуществ обучения, изучение влияния внедрения робототехники на занятиях по информатике, анализ эффективности независимых учебных ресурсов в развитии навыков в области информатики.

**Ключевые слова:** технология STEM, методы обучения, вычисления, проектное обучение, задачи кодирования, совместное обучение, встроенные технологии обучения.

*Abstract*

## METHODS AND TECHNIQUES OF TEACHING STEM TECHNOLOGY

Karatayeva M.S.<sup>1</sup>, Berkimbayev K.M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>International Kazakh-Turkish University named after Khoja Ahmed Yasawi, Turkestan, Kazakhstan

STEM education is a dynamic approach to learning that integrates science, technology, engineering, and mathematics. When applied to computer science, it allows students to develop problem-solving skills, critical thinking, and hands-on experience in coding. This article explores various effective methods of teaching STEM education in computer science, highlights the challenges of programming programming in project learning, and the importance of autonomous robotics learning resources.

In the article, our main goal was to reveal the technology of STEM education. According to the topic, we identified the following research tasks: to study the effectiveness of different teaching methods in STEM education in computer science, to evaluate the impact of project-based learning (PBL) on the results of computer science education, to evaluate the effectiveness of coding tasks and competitions in improving coding skills and problem-solving abilities, cooperative learning, integration of computer science with other subjects determining the advantages of training, studying the impact of introducing robotics to computer science classes, analyzing the effectiveness of independent learning resources in the development of skills in the field of computer science.

**Keywords:** STEM technology, teaching methods, computing, project-based learning, coding challenges, cooperative learning, embedded learning technology.

### **Кіріспе**

Технология мен инновацияға негізделген дәуірде информатика білімі білім беру ландшафтының маңызды құрамдас бөлігі болды. Білім алушыларын цифрлық болашаққа дайындау үшін оқытушылар STEM (ғылым, технология, инженерия және математика) біліміне көбірек бет бұруда - сыни ойлау мен проблемаларды шешу дағдыларын ынталандыратын пәнаралық тәсіл. Информатикаға қатысты STEM білімі Білім алушыларға осы үнемі дамып келе жатқан салада жетістікке жету үшін қажетті білім мен практикалық тәжірибе жүргізілді. Экспериментке қатысушылар, информатика білім беру бағдарламасы бойынша ЖОО студенттері мен орта мектеп мұғалімдері болды. Оған қажетті деректерді жинау, алдын ала және қорытынды бағалау үшін, білім алушылар информатика саласындағы алғашқы білімдері мен дағдыларын бағалау сынақтарынан өтеді. Оқытудың әртүрлі әдістерін қолданып STEM технологиясының ерекшеліктерімен танысқаннан кейін олардың білімі мен дағдыларын тағы бір рет бағалау үшін қорытынды сынақтар өткізілді.

Білім алушылар, STEM технологиясына оқыту әдістері мен тәсілдерін әрі оны пайдаланудың тиімділігін анықтау үшін кері байланыс жасап, сауалнамаларды толтырды. Оқытудың әрбір әдісінің енгізілуі мен нәтижелілігін бағалау үшін сыныпта бақылаулар жүргізілді.

Деректерді сандық талдау арқылы, STEM технологиясына оқыту әдісі мен тәсілдерін қолдану білім алушылардың игерген, білімі мен дағдыларына әсерін өлшеу үшін бағалауға дейінгі және соңғы қорытынды ұпайлар салыстырылады. Т-тесттер сияқты статистикалық әдістер қолданылады. Ал, сапалық талдау арқылы, білім алушылардың тәжірибесі мен білімді игеру туралы сапасын анықтау үшін, білім алушылардың сауалнамалары мен бақылау жауаптары талданды.

Нәтижеде, бағалауға дейінгі және соңғы қорытынды нәтижелерді талдау жобалық проблемалық оқыту (PBL) білім алушылардың STEM білімі мен проблемаларды шешу дағдыларын айтарлықтай жақсартқанын көрсетті. Кодтау тапсырмалары мен жарыстар кодтау дағдыларын арттырып, бәсекелестік рухын тәрбиелейтіні анықталды, бұл кодтау қабілеттерін жақсартуға әкеледі. Ұнтымақтастық оқыту білім алушылардың сабаққа қатысуына және командалық жұмыс дағдыларына оң әсер етті, бұл информатика саласындағы білімді тереңірек игеруге әкелді. Робототехниканы оқытуда кіріктірілген оқыту әдісі білім алушыларды шығармашылық қабілеті мен проблемаларды шешуге ынталандырып, сонымен қатар, білім алушылардың информатиканың нақты қолданылуын түсінуін жақсартты. Өзін-өзі оқытуға арналған ресурстар икемділікті қамтамасыз етеді және білім алушылардың дербестігін арттыруға әкелетін жеке оқу стильдерін ескереді. Бұл зерттеу әртүрлі оқыту әдістерінің тиімділігіне дәлелдер келтіре отырып, STEM технологиясына оқыту әдістерін қолдану арқылы білім алушылардың білім сапасын арттыруда және информатика әдістемесі бойынша өзіндік үлес қосады. Зерттеу көрсеткендей, оқытудың әртүрлі тәсілдері білім алушылардың түрлі деңгейлері мен бейімділіктеріне сәйкес келуі мүмкін. Сонымен қатар, ол информатика білімін жақсарту үшін практикалық тәжірибені, конкурстарды және өзін-өзі дамыту ресурстарын біріктіруде өте құнды, әрі бұл ғылым үшін маңызды болып табылады. Зерттеудің нәтижелері оқытушыларға, оқу жоспарын жасаушыларға және ізденушілерге құнды ақпарат береді. Олар информатика мен STEM біліміне көп қырлы көзқарастың маңыздылығын атап көрсетеді, бұл инклюзивті және тиімді білім беру ортасын құруға ықпал етеді. Сайып келгенде, зерттеу STEM технологиясына оқытуда дамытуға және білім алушылардың информатика және онымен байланысты салалардағы мансапқа болашақ дайындығына ықпал етеді.

### **Зерттеу әдіснамасы**

Информатика саласындағы STEM технологиясы дәстүрлі оқыту әдістерінен асып түседі және интерактивті және динамикалық оқу ортасын құруға бағытталған. Мұнда біз информатика саласындағы STEM технологиясына оқыту әдістерін қарастырамыз және оқытушылар білім

алушыларын тарту және пәнді тереңірек түсінуге көмектесу үшін пайдалана алатын әдістер мен тәсілдерді негізге аламыз.

*Жобалық оқыту:* Информатика саласындағы STEM білім беруде негізгі әдістердің бірі - жобалық оқыту (PBL). PBL білім алушыларын нақты өмірдік жағдаяттарды шешуге бағыттайды, онда олар нақты мәселелерді шешу үшін бағдарламалау дағдыларын қолдануы керек. Веб-сайт құру, мобильді қосымшаны әзірлеу немесе қарапайым ойын құру болсын, PBL білім алушыларын сыни тұрғыдан ойлауға және бірлесіп жұмыс істеуге баулиды. Осы жобалар арқылы білім алушылар өздерінің бағдарламалау дағдыларын жетілдіріп қана қоймай, олардың туындыларының өмірге келуін бақылай отырып, жетістік сезімін сезінеді [1].

*Кодтау бойынша тапсырмалар мен жарыстар ұйымдастыру:* Бағдарламалау тапсырмалары мен конкурстары Білім алушыларға бағдарламалау дағдыларын тексеруге арналған тамаша платформа ұсынады. LeetCode, Codeforces және HackerRank сияқты платформалар әртүрлі шеберлік деңгейлеріне сәйкес келетін кодтау тапсырмаларының кең ауқымын ұсынады. Бұл платформалар салауатты бәсекелестікті ынталандырып қана қоймайды, сонымен қатар Білім алушыларға проблемаларды шешу дағдыларын жетілдіруге және құрдастарынан үйренуге мүмкіндік береді.

*Ынтымақтастық оқыту:* ынтымақтастық педагогикасы негізінде информатика саласындағы STEM білімінің негізгі элементі болып табылады. Топтық жобалармен жұмыс жасау немесе жұптық бағдарламалауға қатысу арқылы білім алушылар тиімді қарым-қатынас жасауды, пікір алмасуды және бір-бірінің күшті жақтарын пайдалануды үйренеді. Кіріктірілген оқыту қоғамдастық сезімін дамытады және білім алушыларын әртүрлі көзқарастармен таныстырады, оларды жан-жақты информатика мамандарына айналдырады.

*Робототехниканы кіріктіре ақытуды енгізу:* Робототехника информатика саласындағы STEM білімі үшін қызықты бастау нүктесін ұсынады. LEGO Mindstorms және Arduino сияқты жиынтықтар броботтарды құру және бағдарламалау кезінде бағдарламалау, электроника және инженерия салаларына енуге мүмкіндік береді. Бұл практикалық тәжірибе информатика тұжырымдамаларын өмірге әкеліп қана қоймайды, сонымен қатар автоматтандыру мен робототехника мүмкіндіктеріне деген қызығушылықты оятады.

*Өзіндік оқуға арналған ресурстар.* Цифрлық дәуірде өзіндік оқу барған сайын қол жетімді бола бастады. Khan Academy, Codecademy және Coursera сияқты платформалардағы онлайн ресурстар мен оқу құралдары Білім алушыларға информатиканы өз қарқынымен үйренуге мүмкіндік береді. Бұл ресурстар білім алушыларға өзіндік білім алуға қызығушылықтарын арттырып, мақсатты жоспар жасауға мүмкіндік беретін көптеген курстарды ұсынады.

Қорыта келе, информатика саласындағы STEM технолгиясы - бұл білім алушыларын цифрлық дәуірде табысқа жету үшін қажетті дағдылар мен біліммен қаруландыратын оқытудың трансформациялық тәсілі. Жобалық оқытуды, кодтау тапсырмаларын, ынтымақтастықты, робототехниканы және өзіндік оқу ресурстарын біріктіру арқылы оқытушылар білім алушыларға информатиканың үнемі дамып келе жатқан әлемінде табысқа жетуге мүмкіндік беретін бай және қызықты білім беру тәжірибесін жасай алады.

Болашақ информатика пәні мұғалімдерін даярлауда STEM технолгиясының бес негізгі оқыту әдіс-тәсілдері негізге алынды [2].

1. *Жобалық оқыту.* Мұнда проблеманы шешуге бағытталған оқыту (PBL) технологиясы: PBL информатиканы оқыту нәтижелеріне қалай әсер ететінін зерттеу. Проблеманы шешуге бағытталған оқыту (PBL) – бұл нақты әлемдегі күрделі мәселелер білім алушылардың фактілер мен тұжырымдамаларды тікелей ұсынудан гөрі ұғымдар мен принциптерді игеруіне ықпал ету құралы ретінде қолданылатын оқыту әдісі. Курстың мазмұнынан басқа, PBL сыни ойлау дағдыларын, мәселелерді шешу қабілеттерін және қарым-қатынас дағдыларын дамыта алады. Ол сондай-ақ топтарда жұмыс істеуге, зерттеу материалдарын іздеуге және бағалауға және өмір бойы білім алуға мүмкіндіктер бере алады.

Болашақ информатика пәні мұғалімдерін даярлауда сабақтарда қолданылатын PBL технологиясы стандартты схема келесідей көрінеді:

Мәселені өз бетінше зерттеу.

Мәселені шешу әдістерін анықтау. Білім алушылардан, тиісінше, STEM немесе STEAM туралы білімді қайдан аламыз?

*Ұжымдық брейнсторминг.* Білім алушылар (алдын-ала топтарға бөлінген) бір-бірімен өз идеялары мен пікірлерімен бөліседі.

*Идеяларды көрнекі пішінге келтіру.* Білім алушыларға рефераттар, тақырып бойынша таңдалған әдебиеттерге талдау жасалады.

*Жұмыстың тұсаукесері.* Білім алушылар презентациялар мен баяндамалар жасайды.

*Жеке зерттеу.* Білім алушылар, университет кітапханасы мен Интернет желісі көмектеседі.

*Қорытындылау.* Топтар арасында алынған мәліметтермен алмасу, оқытушылар тапсырманың дұрыс нұсқаларын жариялау. Дәл осы кезеңде білім алушылар жаңа тапсырма алады.

2. *Кодтау қиындықтары мен жарыстары:* кодтау дағдылары мен проблемаларды шешу қабілеттерін арттырудағы кодтау қиындықтарының тиімділігін бағалауға көмектеседі. Мысалы, түсті кодтау үшін, екілік жүйені қолдана отырып, түрлі-түсті кескіндегі ақпаратты кодтау процесі келесідей жүреді. Бастапқыда фотосурет көптеген кішкентай түсті нүктелерге-пиксельдерге бөлінеді. Содан кейін әр пиксельдің түсі екілік кодты пайдаланып құрылғыға жазылады. Егер фотосуреттің өлшемі 325×325 болса, онда ол 105625 байт матрица түрінде пайда болады, оны тігінен нүктелер санын көлденең нүктелер санына көбейту арқылы аламыз. Кескінді нүктелерге орналастыру кез - келген заманауи фото немесе бейне құрылғысының көмегімен мүмкін болады. Егер камера сипаттамасы оның 12 Mega Pixels екенін көрсетсе, бұл камера алынған суретті екілік ақпаратты кодтау жүйесінде жазу үшін 12 миллион пиксельге жайып жатқанын білдіреді. Құрылғы деректерді беру үшін фотосуретті бөлетін пикселдер саны неғұрлым көп болса, декодтаудан кейін, экранда ойнағанда немесе фотосуретті басып шығарғаннан кейін соғұрлым шынайы, жарқын, айқын сурет пайда болады [3].

Айта кету керек, кескінді екілік кодпен кодтау сапасы оның соғатын нүктелерінің санымен, сондай-ақ кодтау кезінде пикселдердің түстің әртүрлілігімен анықталады. Екілік кодтау кезінде түстерді жазудың бірнеше әдісі бар, ең танымал нұсқа – RGB жүйесі (ағылшын тіліндегі түстердің бірінші әріптері бойынша: қызыл – қызыл, жасыл – жасыл, көк – көк). Осы 3 түсті әртүрлі арақатынаста араластырған кезде кескіндерді кодтау кезінде әртүрлі түстер мен реңктер пайда болады. RGB жазу алгоритмі-әр пиксель екілік кодта оның құрамындағы қызыл, жасыл және көк түстердің мөлшерін көрсете отырып бекітіледі. Әр пиксель кодталған биттер саны неғұрлым көп болса, соғұрлым көп реңк опцияларын код арқылы беруге болады, яғни фотосуреттің түс қанықтылығының нұсқалары соғұрлым көп болады, кескін түсінің тереңдігі соғұрлым көп болады.

Алынған сурет растрлық кескін деп аталады, бұл экранда, қағазда және басқа құрылғыда тор, пиксель мозаикасы арқылы алынған кескінді білдіреді. Бұл кескінді қалыптастыру әдісі ең көп таралған.

Ақпаратты кодтау кезеңдері:

- Кодталатын ақпараттың көлемін анықтау;
- Ақпаратты жіктеу және жүйелеу;
- Кодтау жүйесін және кодтау белгілерін анықтау;
- Тікелей кодтау.

Мысалға бір есепті кодтау жүйесі бойынша қарастырып көрсек. Windows 1251 кестелік кодын пайдаланып, «КОМПЬЮТЕР» деген сөзді кодтаңыз (Кесте 1).

Кесте 1. Шешімі

К	О	М	П	Ь	Ю	Т	Е	Р
234	206	204	239	252	254	242	197	208

Жауап: 234206204239252254242197208

Осындай тапсырмаларды беру арқылы түрлі жарыстарды ұйымдастырып, білім алушылардың танымдық қызығушылығын арттырамыз.

3. *Ынтымақтастық оқыту технологиясы* – білім алушы мен оқытушының арасындағы қарым – қатынастың тең дәрежеде, бірлік одақта жүзеге асуы.

Шетелдік әдебиеттерде бұл әдістің алғашқы сипаттамалары 1970 жылдардың аяғы мен 1980 жылдардың басында әлемнің әртүрлі елдерінде (Ұлыбритания, Канада, Батыс Германия, Австралия, Нидерланды, Жапония, Израиль және т.б.) басылымда пайда болды. Бірақ ынтымақтастықта оқытудың негізгі идеологиясын Джонс Хопкинс университетінің американдық тәрбиешілерінің үш тобы (Р.Славин, 1990), Миннесота университетінің (Роджерс Джонсон және Дэвид Джонсон, 1987) және

Дж.Аронсон (1978, Калифорния), сондай-ақ Тель-Авив университетінің Шломо Шаран тобы, Израиль (1988). Student Team Learning (STL, тотық оқыту) [4].

К.Д.Ушинский, Н.П.Пирогов, Л.Н.Толстой, С.Т.Шацкий, В.А.Сухомлинский, А.С.Макаренко, Ж.-Ж. Руссо, Я.Корчак, К.Роджерс, Э.Берн идеяларының негізінде ынтымақтастық педагогика туындады.

Ынтымақтастық педагогикасының 3 мақсаттық бағыты анықталған:

1. Педагогикалық талап етуден педагогикалық қарым-қатынасқа көшу.
2. Білім алушыларға ізгілік-жеке тұлғалық тұрғысынан қарау.
3. Оқыту мен тәрбиенің бірлігі.

Топтық оқыту әдісінің бұл нұсқасы Джонс Хопкинс университетінде жасалған. 1. Шағын топтарда ынтымақтастықта оқытуды ұйымдастыру (STAD, Славин, 1986) төрт адамнан тұратын білім алушылар тобын қарастырады (әр түрлі деңгейдегі ұлдар мен қыздар). Мұғалім жаңа материалды түсіндіреді, содан кейін білім алушылар топтарда оны бекітуді, түсінуге тырысуды, барлық мәліметтерді түсінуді ұсынады. Психология тілінде іс-әрекеттің индикативті негізін қалыптастыру бойынша жұмыс ұйымдастырылады (бірақ әр студент үшін). Топтарға белгілі бір тапсырма, қажетті тіректер беріледі. Тапсырма бөлімдер бойынша (әр білім алушы өз бөлігімен айналысады) немесе "айналмалы үстел" арқылы орындалады (әрбір келесі тапсырманы келесі студент орындайды, күшті студент немесе әлсіз бастай алады). Бұл жағдайда кез-келген тапсырманың орындалуын білім алушы дауыстап түсіндіреді және бүкіл топ бақылайды. Барлық топтардың тапсырмаларын аяқтағаннан кейін, әр сабақтағы оқытушы әр түрлі топтардың осы тапсырманы орындауы туралы жалпы талқылауды ұйымдастырады (егер тапсырма барлық топтар үшін бірдей болса, мысалы, жаттығу немесе тапсырма, тапсырмалар сериясы) немесе тапсырмалар әр түрлі болса, әр топтың тапсырмаларын қарастыру. Оқытушы материалды барлық білім алушылар игергеніне көз жеткізгенде, ол жаңа материалды түсіну мен игеруді тексеруге тест береді. Тест тапсырмаларында жеке, топтан тыс жұмыс істейді. Сонымен бірге, оқытушы, әрине, тапсырмалардың күрделілігін ажыратады. Жеке жұмыс бағалары (тест) топта жинақталады және жалпы бағалау жарияланады [5].

4. *Робототехниканы кіріктіре оқыту*: информатика сабақтарына робототехника интеграциясының әсерін зерттеу. Информатика бойынша білім беруде кіріктірілген оқудың артықшылықтарын бағалау.

Кіріктіру, яғни интеграция (лат. *integratio*-қосылыс, қалпына келтіру) - олардың өзара тәуелділігі мен толықтырылуына негізделген жүйенің бұрын бөлінген бөліктері мен элементтерінің біртұтас тұтастығына бірігу. Кіріктірілген оқытуды ұйымдастыру бойынша С.М.Гапеенков пен Г.Ф. Федоренко еңбектерінде қарастырылады. Интеграция принципі оқу процесінің барлық компоненттерінің, жүйенің барлық элементтерінің, жүйелер арасындағы байланыстың өзара байланысын болжайды, ол мақсат қоюды, оқу мазмұнын, оның формалары мен әдістерін анықтауда жетекші болып табылады. Кіріктіру - бұл белгілі бір саладағы жалпыланған білімнің бір оқу материалында мүмкіндігінше терең ену, бірігу [6].

Интеграция өзін-өзі жүзеге асыруға, өзін-өзі көрсетуге, мұғалімнің шығармашылығына мүмкіндік береді, қабілеттердің ашылуына ықпал етеді. Кіріктірілген сабақтардың артықшылықтары:

– оқу мотивациясын арттыруға, білім алушылардың танымдық қызығушылықтарын қалыптастыруға және дамытуға, әлемнің тұтас бейнесін қалыптастыруға және құбылысты бірнеше жағынан қарастыруға ықпал етеді;

– әдеттегі сабақтардан гөрі білім алушылардың коммуникативті құзыреттілігін, жалпы білім беру және пәннен тыс дағдыларын дамытуға ықпал етеді;

– оқу-тәрбие процесін күшейтеді, шамадан тыс жүктемені алып тастайды.

– оқытушының кәсіби шеберлігінің өсуіне ықпал етеді, өйткені олар оқытуда белсенділік тәсілін жүзеге асыруды талап етеді [7].

Кіріктірілген сабақтардың заңдылықтары:

– бүкіл сабақ автордың дизайнына бағынады,

– сабақ негізгі оймен біріктіріледі (сабақ өзегі),

– сабақ біртұтас тұтастықты құрайды, Сабақтың кезеңдері бүтіннің үзінділері болып табылады,

Сабақтың кезеңдері мен компоненттері логикалық және құрылымдық тәуелділікте, сабақ үшін таңдалған дидактикалық материал дизайнға сәйкес болып, Ақпарат тізбегі "берілген" және "жаңа" ретінде ұйымдастырылады.

Мұғалімдердің өзара әрекеттесуі әртүрлі тәсілдермен құрылуы мүмкін:

– Олардың әрқайсысының тең үлестік қатысуымен тең;

– Оқытушылардың бірі жетекші, ал екіншісі ассистент немесе кеңесші бола алады;

– Бүкіл сабақты бір мұғалім екіншісінің қатысуымен белсенді бақылаушы және қонақ ретінде жүргізе алады.

Кіріктірілген бірнеше пәндік сабақта біреуі жетекші болады. Көбінесе кіріктірілген сабақтар жұптасады және оларды оқытушылар бірлесіп жүргізеді. Оқу пәндерінің әртүрлі интеграциясы мүмкін. Кіріктірілген сабақтар пәнаралық байланыс жүйесінің маңызды бөлігі болып табылады. Мұндай сабақтарға арналған Материал бізді қоршаған әлемде болып жатқан процестердің бірлігін көрсетеді, білім алушыларға әртүрлі ғылымдардың өзара байланысын көруге мүмкіндік береді. Негізгі назар белгілі бір білімді игеруге емес, бейнелі ойлауды дамытуға бағытталған. Интеграцияланған сабақтар сонымен қатар білім алушылардың шығармашылық белсенділігін міндетті түрде дамытуды көздейді. Бұл барлық оқу пәндерінің мазмұнын пайдалануға, ғылымның, мәдениеттің, өнердің әртүрлі салаларынан ақпарат тартуға, қоршаған өмірдің құбылыстары мен оқиғаларына жүгінуге мүмкіндік береді.

STEM немесе STEAM білім беруде ғылым, технология мен инженерия, математика мен бейнелеу өнері пәніндерінен алған білімдерін информатика сабақтарында қолданып, түрлі роботтар үлгілерін жобалауларына болады [8].

Білім алушылар:

1) Роботтарды жобалау және басқару негіздерін білу мен түсінуді көрсетеді;

2) Робототехника құралдарын пайдалана отырып, сабақты жобалау тәсілдерін қолданады;

3) LEGO MINDSTORMS EV3 конструкторы мен Arduino микроконтроллерін қолдана отырып, әртүрлі мәселелерді шешуге арналған роботтарды жобалау және бағдарламалау тәсілдерін зерттейді.

5. *Өздігінен оқу ресурстары*: информатика дағдыларын дамытудағы өздігінен жүретін оқу ресурстарының тиімділігін талдау [9].

STEM принциптері (ғылым, технология, инженерия және математика) информатикада шешуші рөл атқарады. Информатикадағы STEM технологиясы инновацияларға, мәселелерді шешуге және дағдыларды дамытуға ықпал ететін осы пәндердің қиылысы болып табылады. Міне, информатикадағы STEM технологиясының негізгі аспектілері:

Пәнаралық оқыту: STEM технологиясы пәнаралық оқытуға ықпал етеді. Информатикада бұл нақты есептерді шешу үшін математикалық ұғымдарды, ғылыми принциптерді және инженерлік дағдыларды біріктіруді білдіреді. Мысалы, алгоритмдерді әзірлеу (информатика) көбінесе оңтайландырудың математикалық тұжырымдамаларына сүйенеді.

Практикалық зерттеу: STEM технологиясы практикалық зерттеулер мен эксперименттерді ынталандырады. Информатикада бұл кодтау, аппараттық құралды конфигурациялау және бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу жобаларында көрінеді. Білім алушылар бағдарламалық жасақтаманы құру немесе аппараттық компоненттерді жобалау және құрастыру үшін кодтау дағдыларын қолдану арқылы тәжірибеден үйренеді.

Мәселелерді шешу: STEM технологиясы мәселелерді шешуге баса назар аударады. Информатика кодты түзету немесе тиімді Алгоритмдер құру болсын, мәселелерді анықтауды және шешуді қамтиды. STEM принциптері информатика саласындағы сыни ойлау мен проблемаларды шешу дағдыларын дамытады.

Нақты әлемдегі қосымшалар: STEM технологиясы сыныптағы оқытуды нақты әлемдегі қосымшалармен байланыстыруға тырысады. Информатикада бұл практикалық мәселелерді шешетін бағдарламалық қосымшаларды әзірлеуді немесе нақты сценарийлерді модельдеу үшін компьютерлік модельдерді қолдануды білдіреді.

Инновация және шығармашылық: STEM инновация мен шығармашылықты ынталандырады. Информатика білім алушыларына пайдаланушы интерфейстерін жобалау, бағдарламалық жасақтама немесе Алгоритмдер жасау кезінде шығармашылықпен ойлауға кеңес беріледі. Бұл жаңалық қарқынды дамып келе жатқан салада өте маңызды.

Топтық жұмыс және ынтымақтастық: бірлескен оқыту STEM технологиясының ажырамас бөлігі болып табылады. Информатика саласындағы жобалар көбінесе нақты даму орталарын көрсететін топтық жұмысты қамтиды. Мәселелерді бірлесіп шешу және жобалық жұмыс білім алушыларын информатика саласындағы болашақ мансапқа дайындайды.

Этикалық және әлеуметтік ойлар: STEM технологиясы этикалық және әлеуметтік салдарды да ескереді. Информатика саласында бұл деректердің құпиялылығы, киберқауіпсіздік және технологияны этикалық қолдану туралы пікірталастарды қамтиды. STEM білімі информатика саласындағы жауапты және этикалық мінез-құлыққа ықпал етеді.

Технологияны біріктіру: STEM технологиясының өзі оқуды жақсарту үшін технологиялық құралдар мен платформаларға сүйенеді. Информатика білімінде бұл кодтау платформаларын, модельдеу бағдарламалық жасақтамасын немесе интеграцияланған даму орталарын (IDE) кодтау мен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу бойынша оқыту мен тәжірибе үшін пайдалануды қамтиды.

Бейімделу: STEM технологиясы білім алушыларға жаңа технологиялар мен құралдарды қолдануға үйрету арқылы бейімделуге ықпал етеді. Информатикада бағдарламалау тілдері, құрылымдар мен құралдар туралы хабардар болу өте маңызды. STEM принциптері білім алушыларын үнемі дамып келе жатқан салада жұмыс істеуге дайындайды.

Мансапқа дайындық: информатика саласындағы STEM технологиясының түпкі мақсаты – білім алушыларын технология саласындағы мансапқа дайындау. Бұған бағдарламалық жасақтама жасаушылар, деректер талдаушылары, киберқауіпсіздік сарапшылары және т.б. мансап кіреді. STEM технологиясы білім алушыларға цифрлық экономикада өркендеу үшін қажетті дағдылар мен білім береді [10].

Негізінде, информатика саласындағы білім берудегі STEM технологиясы білім алушыларға техникалық дағдылары ғана емес, сонымен қатар осы дағдыларды күрделі мәселелерді шешуге, жаңа технологияларға бейімделуге және олардың жұмысының этикалық және әлеуметтік салдарын ескеруге қабілетті информатика саласындағы тәжірибелі мамандар болуға мүмкіндік береді. Бұл информатика білімін 21 ғасырдың талаптарына сәйкес келтіреді және технологияны жақсы білетін, инновациялық және этикалық мамандардың жаңа буынын тәрбиелейді [11].

Зерттеу жұмысымыздың негізгі мақсаты STEM технологиясына оқыту әдістері мен тәсілдерін қолдана отырып білім алушылардың білімі мен дағдысын арттырудың тиімділігін бағалау болды. Біз әрбір әдіс пен тәсілдің білімалушының білімді игеруге, дағдыларды қалыптастыруға және оны дамытуға әрі оның жалпы оқу тәжірибесіне қалай әсер еткенін бағалауды мақсат еттік. Осы мақсатты шешу арқылы зерттеу барысында STEM технологиясына оқытудың әртүрлі әдістері мен тәсілдері жан-жақты білімді игеруіне қалай ықпал ететінін анықталды. Зерттеу нәтижесінде, тексерілген ғылыми болжамдар төмендегі мәліметтерді алуға мүмкіндік берді:

1 - ғылыми болжам: Жобалық оқыту, проблеманы шешуге бағытталған оқыту (PBL) білім алушылар арасында информатика және STEM технологиясы бойынша білім мен есептерді шешу дағдыларын айтарлықтай жақсартады.

2 - ғылыми болжам: Кодтау әдісі тапсырмалары мен жарыстар кодтау дағдыларын жақсартады және білім алушылардың проблемаларды шешу қабілеттерін дамытады.

3 - ғылыми болжам: Ынтымақтастықта оқыту білім алушылардың сабаққа қатысуы мен топтық жұмыс дағдыларына оң әсер етеді, бұл информатика білімін сақтаудың жоғарылауына әкеледі.

4 - ғылыми болжам: Робототехниканың интеграциясы шығармашылық пен есептерді шешуге ынталандырады және білім алушылардың информатиканың нақты әлемдегі қолданбаларын түсінуін жақсартады.

5 - ғылыми болжам: Өзіндік оқуға арналған ресурстарды пайдаланудың тиімділігі мен оның жеке тұлғаның білімді игеру стильдеріне сәйкес келеді, нәтижесінде STEM технологиясын үйренушілер өзін-өзі басқарады және білімді игеруге қызығушылығы мен ынтасы арта түседі.

Осы ғылыми болжамдарды эмпирикалық түрде тексеру арқылы бұл зерттеудің STEM технологиясын игеру үшін оқыту әдістері мен тәсілдерінің тиімділігін көрсетті. Нәтижелер Жоғары оқу орны педагогтары мен болашақ информатика мұғалімдерін STEM технологиясына оқытудың әдістері мен тәсілдерін білім беру тәжірибесінде қолдануда тиімділігін көрсетті.

Тәжірибелік зерттеу жұмысы, Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті мен М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінде болашақ информатика мұғалімдерін даярлау үдерісінде жүргізілді. Оқу күзгі семестрде басталып, келесі жазда аяқталды.

### **Материалдар мен деректер жинау**

Алдын ала және кейінгі бағалаулар: Зерттеуде білім алушылардың STEM технологиясы бойынша білімдері мен дағдыларын бағалау үшін стандартталған бағалау алдындағы және кейінгі сынақтар қолданылды. Бұл бағалау бірнеше таңдау сұрақтарын, кодтау тапсырмаларын және мәселені шешу сценарийлерін қамтыды. Білім алушыларға, оқытушыларға STEM технологиясын оқыту әдістері мен тәсілдерін қолдану тәжірибелері туралы деректер жинау үшін сауалнамалар таратылды. Сұрақтар сабақта қолданылған әдістер мен тәсілдердің тиімділігі мен білім алушылардың сабаққа қатысу деңгейлерін және олардың оқу нәтижелерін анықтау бойынша қойылды.

Бақылау топтарында әрбір оқыту әдісі мен тәсілдердің орындалуы мен әсерін бағалау үшін сыныпта бақылау жүргізді. Бұл бақылаулар білім алушылардың сабаққа қатысуы, топтық динамика және оқытушы мен білімалушының өзара әрекеттесуі сияқты факторларды қарастырды. Зерттеуде деректерді талдаудың сандық және сапалық әдістері қолданылды. Сандық талдауда, әрбір оқыту әдісінің STEM технологиясы бойынша білімі мен дағдыларына айтарлықтай әсер еткенін анықтау үшін статистикалық әдістерді, соның ішінде t-тесттерін және ANOVA көмегімен бағалауға дейінгі және кейінгі ұпайлар талданды [12].

Сапалық талдау үшін, сапалы түсініктерді алу үшін сауалнама жауаптары мен бақылау деректеріне мазмұнды талдау жасалды. Бұл түсініктер білім алушылардың тәжірибесін, қабылдауын және әрбір оқыту әдісінің тиімділігінің нюанстарын түсінуге көмектесті.

### **Зерттеу нәтижелері**

Нәтижелер бірінші ғылыми болжамды растады. *Жобалық оқытуда* проблеманы шешуге бағытталған оқыту (PBL) әдісі білім алушылардың STEM технологиясы бойынша білімін арттырып, есептерді шешу дағдыларына айтарлықтай оң әсер етті. Бағалаудан кейінгі ұпайлар эксперимент басындағы бағалау ұпайлармен салыстырғанда айтарлықтай жақсарғанын көрсетті.

Екінші, ғылыми болжам, *кодтау әдісі бойынша тапсырмалар мен жарыстар ұйымдастыру білім алушылардың* кодтау дағдыларын арттырып, проблемаларды шешу қабілеттерін дамыту мүмкіндіктерін көрсетті. Кодтау сынақтарына қатысқан білім алушылар кодтау дағдыларының жоғары деңгейін көрсетті.

Үшінші, ғылыми болжам бойынша, *ынтымақтастық оқыту* әдісі бойынша оқыту оң әсер етті. Ынтымақтастықпен оқытуға қатысқан білім алушылар белсенділіктің жоғары деңгейін көрсетті және топтық жұмыс дағдыларын арттырды, ол топтық іс-шараларға белсенді қатысуды көрсететін бақылау деректерімен расталды.

Төртінші, ғылыми болжам, нәтижелері расталды, яғни, *робототехниканы кіріктіре оқыту әдісі* шығармашылық пен мәселелерді шешуге білім алушылардың ынтымақтасуын жоғарылататыны анықталды. Сонымен қатар, білім алушылардың робототехника бойынша түрлі жобалары STEM технологиясының бүгінгі тұрмыста қажеттілігін тереңірек түсінетінін көрсетті.

Бесінші, ғылыми болжам да қолдау тапты. Өзіндік оқуға арналған ресурстарды пайдалану арқылы STEM технологияны игеруде өзін-өзі басқарып, білімді игеруге деген ынтымақтасуы, өзіндік оқу стильдерінің тиімділігін байқатты. Яғни, білім алушылардың сауалнамаға берген жауаптары өзіндік оқуға арналған ресурстарды қолданудың тиімділігін жоғары деңгейін көрсетті.

### **Талқылау**

Зерттеу нәтижелері информатика үшін STEM технологиясын оқытудың әдістері мен тәсілдерінің тиімділігін көрсетеді. Ол әртүрлі оқыту әдістері білім алушылардың STEM технологиясын игеруге деген қызығушылықтарын қанағаттандыру үшін көп қырлы тәсілді қолданудың маңыздылығын негіздейді. Нәтижеде, жобалап оқыту, кодтау тапсырмалары мен жарыс сабақтары, ынтымақтастық оқыту әдісі, Робототехниканы кіріктіре оқыту әдісі мен жобалар жасау және өзіндік оқуға арналған ресурстарды пайдалану STEM технологияны қолданудың тиімділігін көрсетті. Маңыздысы, бұл зерттеу ЖОО-да осы оқыту әдістерін болашақ информатика мұғалімдерін STEM технологиясына оқыту үшін, оқу бағдарламаларына енгізуді қарастыру керектігін көрсетеді. Ол әртүрлі студенттік топтың қажеттіліктерін қанағаттандыра отырып, инклюзивті және тартымды оқу орталарын құру әлеуетін көрсетеді.

Нәтижелер тәжірибелік, интерактивті оқыту тәсілдерінің маңыздылығын көрсететін алдыңғы зерттеулермен сәйкес келеді. Сонымен қатар, нәтижелер осы оқыту әдістерін тиімді ететін механизмдерді одан әрі зерттеуге мүмкіндік береді. Келешекте зерттеу перспективасы осы оқыту әдістерінің білім алушылардың STEM технологияны меңгертуде және информатика мұғалімдерін даярлауда жоғары жетістіктерге жету үшін, ұзақ мерзімді әсерін зерттеуді қамтиды. Бұл зерттеу білім алушыларын информатиканы оқытудағы кездесетін қиындықтар мен оларды шешу мүмкіндіктерін табуда инновациялық оқыту әдістерінің тиімділігін эмпирикалық дәлелдеу арқылы, STEM технологиясын оқытуға ықпал етеді [13].



### Қорытынды

Информатика үшін STEM технологиясына оқыту әдістері мен тәсілдері бойынша жүргізілген зерттеулер оқытудың әртүрлі тәсілдерінің тиімділігі туралы құнды түсініктер берді. Бұл зерттеу мұғалімдерге, оқу бағдарламаларын құрастырушыларға және әдіскерлерге информатика бойынша білім беруді жақсартуда басшылыққа алатын маңызды қорытынды жасауға мүмкіндік берді.

Оқыту әдістерінің тиімділігі: жобалық оқыту, кодтау әдісі бойынша тапсырмалар мен жарыстар ұйымдастыру, ынтымақтастық оқыту, робототехниканы кіріктіре оқыту әдісі, өзіндік оқуға арналған ресурстарды пайдалану - STEM технологияны оқытуға оң әсер ететінін растайды. Бұл әдістер мен тәсілдер білімгерлердің білімін, дағдысын, белсенділігін және жалпы оқу тәжірибесін арттырады.

Робототехниканы кіріктіре оқыту әдісі мен өзіндік оқуға арналған ресурстарды пайдалану білім алушылардың белсенділігі мен мотивациясына айтарлықтай әсер етеді. Ынтымақтастықтағы оқыту топтық жұмысты және «тең-теңімен» оқуды ынталандырады, *Өзіндік оқуға арналған ресурстар* Білім алушыларға оқу саяхатын бақылауға мүмкіндік береді. Белсенді және ынталы білім алушылар STEM технологиясы бойынша білім беруде табысқа жету ықтималдығы жоғары.

Қорытындылай келе, бұл зерттеу информатика үшін STEM білім берудегі инновациялық оқыту әдістерінің трансформациялық әлеуетін атап көрсетеді. Ол білім алушылардың цифрлық дәуірде озық білімді игеру үшін қажетті дағдылар мен біліммен қаруландыратын, динамикалық және тартымды оқу ортасын құрудың маңыздылығын көрсетеді. Осы оқыту әдістері мен тәсілдерін қолдана отырып, STEM технологиясы бойынша білім беру саласы үнемі дамып келе жатқан технологиялық ландшафтқа бейімделіп, өркендей алады.

### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1 Heather B.Gonzalez, Jeffrey J.Kuenzi. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Prime* [Электронный ресурс] //CRS Report for Congress – 2012. pp. 153-179. Режим доступа: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R45223.pdf> (дата обращения: 10.10.2023)

2 Баурова В.Р. *STEAM-образование как универсальный инструмент преподавания в начальной школе* / В.Р. Баурова // *Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей VIII Международной научно-практической конференции*. - 2019. - С. 276-280.

3 С.Г. Григорьев, М.В. Курносенко *Білім беретін педагогикалық STEM-парк технологияларын интеграциялау – цифрлық университет қалыптастырудың негізі. Мақала. Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Хабаршы «Физика-математика ғылымдары» сериясы № 2 (62), - Алматы. 2018. - 80 бет.*

4 Алексанков А.М. *Четвертая промышленная революция и модернизация образования: международный опыт* / А.М. Алексанков // *Стратегические приоритеты*. 2017. № 1 (13). С. 53-69.

5 Квачев В.Г. *Индустрия 4.0: поражение работы или победа творческого труда?* / В.Г. Квачев, М.А. Юдина // *Государственное управление. Электронный вестник*. 2017. № 64. С. 140-158.

6 Савинова С.Ю. *Проектная деятельность в профессиональной подготовке бакалавров-менеджеров* / С.Ю. Савинова, Н.Г. Шубякова // *Инновационные проекты и программы в образовании*. 2015. № 5. С. 46-52.

7 Нечитайло А.Н. *Принцип двойственности сознания и его учёт в современных технологиях преподавания курса общей физики* / А.Н. Нечитайло, А.А. Макеев // *Мир науки, культуры, образования*. 2018. № 1 (68). С. 79 - 80.

8 Конюшенко С.М. *STEM vs STEAM — образование: изменение понимания того, как учить* / С.М. Конюшенко, М.С. Жукова, Е.А. Мошева // *Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки*. — 2018. - № 2 (44).- С. 99-103.-URL:ссылка на ресурс [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_35248833\\_45946938.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35248833_45946938.pdf)

9 Caplan M. *Scientists for tomorrow — A self-sustained initiative to promote STEM in out-of-school time frameworks in under-served community-based organizations: Evaluation and lessons learned* / M.Caplan // *ASEE Annual Conference and Exposition (24—28 June 2017)*. — Columbus, Ohio, 2017. pp. 15-19.

10 Chanthala Ch. *Instructional designing the STEM education model for fostering creative thinking abilities in physics laboratory environment classes* /Ch.Chanthala, T.Santiboon, K.Ponkham // *Journal 5<sup>th</sup> International conference for science educators and teachers (ISET 2017)*. — 2018. pp. 13-18.

11 Sabirova F.M. *The creation of junior schoolchildren's interest in the experimental study of physical phenomena using the elements of the technology of problem-based* / F.M. Sabirova, A. V. Deryagin // *International Journal of Engineering & Technology*. — 2018. — Vol. 7 (2.13). — P. 150—154.

12 *The sound of STEAM: Acoustics as the bridge between the arts and STEM* / C.B. Goates, J.K. Whiting, M.L. Berardi, K.L. Gee, T.B. Neilsen // *Journal 172nd Meeting of the Acoustical Society of America*. — 2017. pp. 163-171.

13 Хавенсон Т.Е., Котик Н.В., Королева Д.О. *Цифровая технологическая готовность школьных учителей// Мониторинг экономики образования. ВШЭ. 2020. № 8. С. 1–7.*

References:

- 1 Heather B.Gonzalez, Jeffrey J.Kuenzi. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Prime* [Электронный ресурс] //CRS Report for Congress – 2012. pp. 153-179. Режим доступа: <https://sgp.fas.org/crs/misc/R45223.pdf> (дата обращения: 10.10.2023)
- 2 Bayurova V.R. (2019) *STEAM-obrazovanie kak wniversalnyy instrvment prepodavaniya v naçalnoy škole* [STEAM education as a universal teaching tool in primary school]. V.R. Bayurova *Sovremennye nauçnye issledovaniya: aktualnie suraq, dostijeniya jâne innovacii: sbornik statey VIII Mejdwnarodnoy nauçno-praktičeskoj konferencii*. 276-280. (In Russian)
- 3 S.G. Grigorev, M.V. Kwrnosenko (2018) *Bilim Beretin Pedagogikalıq Stem-Park Texnologiyaların İntegraciyalaw – Cıfırlıq Wniversitet Qalıptastırwdıñ Negizi* [Integration Of Educational Pedagogical Stem-Park Technologies Is The Basis Of Creating A Digital University]. Maqala. Abay atındağı Qazaq ulttıq pedagogikalıq wniversiteti, XABARŞI «Fızıka-matematika ğılımdarı» seriyası № 2 (62), Almatı. 80. (In Russian)
- 4 Aleksankov A.M. (2017) *Çetvertaya promıšlennaya revolyuciya i modernizaciya obrazovaniya: mejdwnarodnyy opıt* [The Fourth Industrial Revolution and the modernization of education: international experience]. A.M. Aleksankov *Strategičeskie prioriteti*. 2017. № 1 (13). 53–69. (In Russian)
- 5 Kvaçev V.G. (2017) *İndwstriya 4.0: porajeniye raboti nemese pobeda tvorçeskogo trwda?* [Industry 4.0: the defeat of work or the victory of creative work]. V.G. Kvaçev, M.A. Yudiña *Goswdarstvennoe wpravljenje. Élektronnyy vestnik*. № 64. 140–158. (In Russian)
- 6 Savınova S.Yu. (2015) *Proektnaya deyatelnost v professionalnoy podgotovke bakalavrov-menedjerov* [Project activities in the professional training of bachelor managers]. S.Yu. Savınova, N.G. Şwbnyakova, *İnnovacionnie proektı i programmu v obrazovanii*. № 5. 46–52. (In Russian)
- 7 Neçıtaylo A.N. (2018) *Prıncıp dvoystvennosti soznaniya i ego wçyot v sovremennix texnologiyax prepodavaniya kwrsa obşçey fıziķi* [The principle of duality of consciousness and its consideration in modern technologies for teaching general physics courses]. A.N. Neçıtaylo, A.A. Makeev, *Mir nauķi, kwltwri, obrazovaniya*. № 1 (68). 79–80. (In Russian)
- 8 Konyuşenko S.M. (2018) *STEM vs STEAM — obrazovanie: izmeneniye ponımaniya togo, qalay üyrenw* [STEM vs STEAM - education: changing understanding of how to teach]. S.M. Konyuşenko, M.S. Jwkova, E.A. Moşeva, *İzvestiya Baltiyskoj goswdarstvennoy akademii ribopromislovogo flota: psixologo-pedagogičeskie nauķi*. № 2 (44). 99-103.- URL:ssılka na reswrs [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_35248833\\_45946938.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_35248833_45946938.pdf) (In Russian)
- 9 Caplan M. *Scientists for tomorrow — A self-sustained initiative to promote STEM in out-of-school time frameworks in under-served community-based organizations: Evaluation and lessons learned* / M.Caplan // *ASEE Annual Conference and Exposition* (24–28 June 2017). — Columbus, Ohio, 2017. pp. 15-19.
- 10 Chanthala Ch. *Instructional designing the STEM education model for fostering creative thinking abilities in physics laboratory environment classes* / Ch.Chanthala, T.Santiboon, K.Ponkham // *Journal 5th International conference for science educators and teachers (ISET 2017)*. — 2018. pp. 13-18.
- 11 Sabirova F.M. *The creation of junior schoolchildren’s interest in the experimental study of physical phenomena using the elements of the technology of problem-based* / F.M. Sabirova, A. V. Deryagin // *International Journal of Engineering & Technology*. — 2018. — Vol. 7 (2.13). — P. 150–154.
- 12 *The sound of STEAM: Acoustics as the bridge between the arts and STEM* / C.B. Goates, J.K. Whiting, M.L. Berardi, K.L. Gee, T.B. Neilsen // *Journal 172nd Meeting of the Acoustical Society of America*. — 2017. pp. 163-171.
- Xavenson T.E., Kotıķ N.V., Koroleva D.O. (2020) *Cıfrovaya texnologičeskaya gotovnost školnix wçiteley* [Digital technology readiness of school teachers]. *Monitoring ékonomiki obrazovaniya. VŞÉ*. 2020. № 8. 1–7. (In Russian)