

ИНФОРМАТИКАНЫ STEM-ТӘСІЛДЕРІМЕН ИНТЕГРАЦИЯЛАП ОҚЫТУДЫҢ ШЕТЕЛДІК ІС-ТӘЖІРИБЕЛЕРГЕ НЕГІЗДЕЛГЕН ПЕДАГОГИКАЛЫҚ АЛҒЫШАРТТАРЫ МЕН МОДЕЛІ

Б.Г. Бостанов¹ , Е.З. Уксикбаев² , Ж.Т. Жиембаев^{3,*} , К. Беркімбаев² 

¹Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

²Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті,
Қазақстан Республикасы, Түркістан қ.

³І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ.
*e-mail: bbgu@mail.ru, erkebulan.uxikbayev@ayu.edu.kz, zht.zhiembayev@gmail.com,
kamalbek.berkimbaev@ayu.edu.kz

Аңдатпа. Информатика пәнін STEM тәсілдерімен ықпалдастыра оқыту пәнаралық интеграцияны қамтамасыз етіп, білім алушылардың логикалық, алгоритмдік және шығармашылық ойлау қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді. Шетелдік тәжірибелерді (АҚШ, Финляндия, Корея, Жапония, Сингапур және Қытай) талдау аталған бағыттың тиімділігін дәлелдей отырып, оны Қазақстанның білім беру жүйесіне бейімдеудің өзектілігін арттырады.

Зерттеудің мақсаты – информатиканы STEM тәсілдерімен ықпалдастыра оқытудың шетелдік тәжірибелерге негізделген педагогикалық алғышарттарын айқындау, тиімді моделін әзірлеу және оның оқу үдерісіндегі тиімділігін тәжірибелік тұрғыдан дәлелдеу.

Зерттеу барысында теориялық, эмпирикалық және статистикалық әдістер кешені қолданылды. Зерттеу нәтижесінде информатика пәнін STEM тәсілдері негізінде ықпалдастыра оқытудың педагогикалық моделі әзірленді. Ұсынылған модель мақсаттық, мазмұндық, технологиялық, процессуалдық және нәтижелік компоненттерден тұрады және Қазақстан Республикасының білім беру үдерісінің ерекшеліктерін ескереді.

Эксперимент нәтижелері STEM тәсілдері негізінде оқытудың оқушылардың білім сапасын, цифрлық сауаттылығын, инженерлік және алгоритмдік ойлау қабілеттерін, сондай-ақ шығармашылық белсенділігін арттырғанын көрсетті. Эксперименттен кейін бақылау тобының орташа көрсеткіші 3,41 болса, эксперименттік топта бұл көрсеткіш 4,43-ке жетті ($t(18) = 19.18, p = 0.0001$). Алынған айырмашылық статистикалық тұрғыдан маңызды деп танылды.

Қорытындылай келе, зерттеу нәтижелері информатика пәнін STEM тәсілдері негізінде ықпалдастыра оқытудың білім алушылардың білім сапасын, цифрлық сауаттылығын және инженерлік-алгоритмдік ойлауын арттыруда жоғары тиімді екенін дәлелдеді.

Кілт сөздер: информатика, STEM тәсілі, пәнаралық интеграция, педагогикалық модель, инженерлік ойлау, цифрлық сауаттылық.

Кіріспе

Қазіргі жаһандану дәуірінде білім беру жүйесіне қойылатын талаптар үнемі артып, бәсекеге қабілетті, инновациялық ойлайтын мамандарды даярлау өзекті мәселеге айналып отыр. Осы орайда STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) тәсілі оқушылардың ғылыми-техникалық сауаттылығын арттырумен қатар, күрделі проблемаларды шешуге бағытталған дағдыларды қалыптастыратын пәрменді педагогикалық парадигма ретінде танылуда STEM оқытуы білім алушыларды болашақ технологиялық өзгерістерге бейімдеп, тұрақты даму күн тәртібіне сай келетін білім мен құзыреттерді қалыптастыруға мүмкіндік береді [1].

Осы тұрғыда информатика пәнін STEM тәсілдерімен кіріктіре оқыту шешуші мәнге ие: ол сыни ойлау, шығармашылық, есептеу және проблема шешу қабілеттерін жүйелі дамытуға жағдай жасайды. Пәнаралық интеграция арқылы білім алушылар әртүрлі ғылым салаларының ұғымдары мен әдістерін біртұтас контексте ұштастырып, нақты өмірлік мәселелерді шешуде көпсалалы білімді қолдануды меңгереді. Мұндай әдістеме әсіресе

дамушы елдер үшін өзекті, себебі ол білім беру сапасын жақсартып, ғылыми-техникалық мамандықтарға қызығушылықты күшейтеді [2].

Сонымен бірге, отандық тәжірибеде информатиканы STEM тәсілдерімен оқытудың педагогикалық алғышарттары мен модельдерін жүйелі талдау жеткіліксіз. Сол себепті шетелдік озық практикаларға сүйене отырып, кіріктірілген оқытудың теориялық-әдіснамалық негіздерін нақтылау қажеттілігі туындайды. Ұсынылып отырған зерттеу осы олқылықты толтыру мақсатында STEM оқытудың инновациялық тәсілдерін (робототехника, Arduino платформалары, виртуалды/сандық зертханалар және т.б.) және мұғалімдерді соларды тиімді қолдануға даярлау бағдарламаларын терең талдауды көздейді [3]. Шетелдік тәжірибені кешенді сараптау арқылы пәнішілік және пәнаралық қиындықтарды еңсеру жолдары айқындалып, информатика мұғалімдерінің STEM-құзыреттілігін арттыруға арналған тиімді модельдік шешімдер ұсынылады.

Зерттеу нәтижелері информатика пәні бойынша оқу мазмұнын жаңғыртуға, мұғалімдердің STEM-құзыреттілігін арттыруға және оқушылардың ХХІ ғасыр дағдыларын кешенді дамытуға бағытталған модельдік шешімдерді ұсынуға негіз болмақ. Зерттеу міндеттері ретінде STEM тәсілінің теориялық негіздерін талдау, информатика пәніне кіріктіру мүмкіндіктерін анықтау, шетелдік тәжірибелерді сараптап тиімді модель жасау және мұғалімдердің STEM-құзыреттілігін арттыру жолдарын белгілеу көзделеді. Зерттеу нәтижесінде информатиканы STEM тәсілдерімен кіріктіре оқытудың педагогикалық моделі ұсынылды.

Әдеби шолу

Теориялық тұрғыдан, STEM – дәстүрлі пәндік шекараларды бұзып, қолданбалы және интеграцияланған оқытуды насихаттайтын дамып келе жатқан білім беру парадигмасы. Информатиканы осы тұғырда оқыту тек кодтау тілдерін меңгерумен шектелмей, оларды шынайы проблемаларды шешуге қолдану арқылы тереңдетілген түсінік қалыптастырады; бұл үрдіс есептеу ойлауын, жүйелі талдауды, жобалау-ойлауды және жүзеге асыру дағдыларын дамытуға ықпал етеді [4]. Осындай бағыт күрделі практикалық мәселелерді шешу, танымдық икемділік пен шығармашылықты шыңдаумен бірге, ғылыми-инженерлік тәжірибелерді, деректерді талдау және интерпретациялау сияқты математикалық құзыреттерді де нығайтады. Робототехника мен кодтаудағы белсенді қатысу оқушылардың STEM-ге қызығушылығын арттырып, оның пайдалылығы мен өзектілігін айқын көрсетеді [5]. Демек, информатика контексіндегі STEM оқытуы ғылыми-техникалық сауаттылықты өсіріп, болашақ инновациялық мансапқа дайындайды ал бағдарламалауға мән беру есептеу ойлауын және STEM дағдыларын нығайтады.

STEM білім берудің мәні – теорияны практикамен ұштастырып, ғылыми қағидаттар, технологиялық құралдар, инженерлік жобалау және математикалық модельдеуді кешенді қолдануға үйретуде. Мұндай интеграция пәнаралық проблемаларды шешуге мүмкіндік береді, зерттеу және инженерлік жобалау арқылы оқуға мотивация береді және функционалдық сауаттылықты қалыптастырады [6]. Сонымен бірге STEM жеке тұлғаның өсуін, әлеуетін ашуды, әлеуметтік-академиялық интеграцияны қолдайды, ал пәнаралық табиғаты көпсалалы кәсіби құзыреттерді меңгеруге жағдай жасайды [7]. Бұл тәсіл жоғары деңгейлі ойлау, шығармашылық, коммуникация және коллаборация сияқты ХХІ ғасыр дағдыларын дамытады.

Информатиканы оқытудағы STEM-тәсілі дәстүрлі әдістерді жаңғыртып, нақты әлемдік міндеттер арқылы ғылым-технология-инженерия-математика арасындағы байланыстарды терең түсінуге жетелейді. Мысалы, биологиядағы фотосинтез құбылысын химия, физика және математика тұрғысынан біртұтас модельдеу сияқты интеграциялар көпсалалы білімді қолдануға үйретеді [8]. Осындай жобалық-іс-әрекеттік ортада оқушылар зерттеу сұрақтарын қою, гипотеза құру, эксперимент жүргізу, нәтижені сыни бағалау сияқты трансверсал STEM құзыреттерін меңгереді. АКТ-ның кең қолданылуы логикалық-сыни ойлау мен технологиялық сауаттылықты нығайтып, оқуға қызығушылық пен шығармашылықты күшейтеді [9].

Шетелдік тәжірибелерді талдау STEM үлгілерінің эволюциясын, оларды информатикаға кіріктіру жолдарын және білім жүйесін жаңғыртуға қосатын үлесін ашып көрсетеді. Жоғары технологиялық салаларды қолдайтын және жастарды ғылыми-инженерлік мамандықтарға бағыттайтын саясат шешімдері – осы тәжірибенің маңызды нәтижесі [3]. STEM білім берудің түпкі мақсаты ретінде жобалық құзыреттілікті дамыту ерекшеленеді, ал сыни ойлау – STEM құзыреттерінің өзегі. Дамыған елдер (АҚШ, Аустралия, Қытай, Оңтүстік Корея, Финляндия, Ұлыбритания, Германия) STEM-ді ұлттық стратегиялық құжаттар деңгейінде енгізу арқылы жекелеңдіру, өзін-өзі басқару, коммуникация және мәселе шешу қабілеттерін күшейтуде. Бұл елдердегі бағдарламалар академиялық нәтижелермен қатар, заманауи экономикаға қажетті құзыреттерді дамытуды мақсат етеді [10]. Алайда бірқатар жүйелерде мұғалімдердің жеткіліксіз даярлығы мен оқушылардың қызығушылығының төмендеуі секілді шектеулер STEM әлеуетін толық ашуға кедергі келтіріп отыр. Осыған байланысты мұғалімдердің кәсіби дамуын жүйелі қолдау, әсіресе робототехника мен кодтауды оқу процесіне мағыналы енгізуге үйрету – басым міндет [11]. Бұдан бөлек, STEM-педагогика философиясы оқытушылардың эпистемалық еркіндігін арттырып, информатика мұғалімдері үшін жоғары сараптамалық білім мен педагогикалық мазмұндық құзыреттердің үйлесімді жиынтығын қалыптастыру қажеттілігін айқындайды (Canlas, 2023).

Шетелдік әдебиеттерге талдау

Қазіргі таңда әлем елдері білім беру жүйесін жаңғыртуда ерекше назарды STEM тәсіліне аударып отыр. Себебі ғылым, технология, инженерия және математика пәндерін біртұтас жүйеде оқыту – оқушылардың өмірмен байланысты, практикалық тұрғыдан ойлай білуін қалыптастырады. Информатика пәнін STEM тәсілдерімен кіріктіріп оқыту қазіргі білім беру жүйесінің маңызды бағыттарының бірі болып табылады. Себебі информатика тек компьютерді меңгеру ғана емес, ол – алгоритмдік және инженерлік ойлауды дамытатын ғылым.

Бірқатар шетелдік ғалымдардың еңбектерін талдай келе, информатиканы STEM бағытында оқытудың өзіндік педагогикалық негіздері қалыптасқанын байқауға болады (1-кесте).

Кесте 1 – Шетелдік әдебиеттерді талдау нәтижелері

Ел	Зерттеушілер	Негізгі идеясы	Қолданылған әдістер	Нәтижесі
АҚШ	Honey, Pearson&Schwe inruber (2014)	STEM интеграциясы пәнаралық жобаларға негізделген	Project-based learning, inquiry	Инженерлік және зерттеу дағдылары дамыған [12]
Финляндия	Lehto et.al. (2018)	Информатика курсына STEM мазмұнын кіріктіру	Cross-curricular modules	Soft skills мен шығармашылық артқан [13]
Сингапур	Wee et.al. (2020)	Оқу бағдарламасында инженерлік дизайн циклі енгізілген	Design-based learning	Мәселе шешу және топтық жұмыс дағдылары күшейген [14]
Корея	Kim et.al. (2021)	Проблемаға негізделген STEM бағдарламалау	Problem-solving, coding projects	Алгоритмдік ойлау мен инновация жақсарған [15]
Жапония	Saito & Harada (2019)	STEM арқылы информатика мұғалімдерін даярлау	Robotics, Arduino	Практикалық дағдылар мен ынталандыру артқан [16]

Мысалы, АҚШ-та Хани, Пирсон және Швейнгрубер STEM интеграциясын мектеп деңгейінде енгізу арқылы білім алушылардың жобалық ойлау қабілетін дамытуға баса назар аударады. Олар STEM білімін пәнаралық жобалар арқылы беруді ұсынады. Бұл тәсіл оқушыларды тек теориямен емес, нақты тәжірибемен ұштастыра оқытуға мүмкіндік береді.

Финляндияда Лехто және әріптестері информатика курсын ғылым мен технологиямен кіріктіре отырып, студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырудың тиімді жолдарын ұсынған. Олар оқу процесіне компьютерлік модельдеу, бағдарламалау және тәжірибелік тапсырмалар енгізудің маңызын атап өтеді.

Сингапурда Уи және Яп жобалық және дизайнға негізделген оқыту жүйесін кеңінен қолданады. Мұнда информатика сабақтары тек код жазумен шектелмей, оқушылар өз идеяларын жүзеге асырып, прототип жасайды. Бұл тәсіл шығармашылық пен топтық жұмысты дамытады.

Кореяның ғалымдары Ким және әріптестері STEM бағдарламалау арқылы оқушылардың есептеу және проблема шешу қабілеттерін жетілдірудің тиімділігін дәлелдеген. Олар информатика сабағында бағдарламалау, робототехника және Arduino технологияларын кеңінен пайдаланады.

Жапонияда Саито мен Харада информатика мұғалімдерін даярлауда STEM элементтерін, әсіресе робототехниканы, тәжірибелік тұрғыда қолдану үлгісін ұсынған. Бұл тәсіл мұғалімнің кәсіби дамуына, жаңа технологияларды оқытуға деген сенімін арттыруға бағытталған.

Ал Қытай мен Германияда STEM білім берудің мемлекеттік деңгейде қолдау табуы, инженерлік ойлауды дамытуға бағытталған оқу бағдарламаларын жетілдіруге жол ашқан.

Жоғарыда көрсетілген зерттеулерді талдай келе, информатика пәнін STEM тәсілдері негізінде интеграциялап оқыту қазіргі білім беру үдерісінде пәнаралық байланысты күшейтіп, білім алушылардың инженерлік, алгоритмдік және шығармашылық ойлау қабілеттерін дамытуға бағытталған тиімді педагогикалық тәсіл ретінде қарастырылады. Дегенмен, бұл тәсілді оқу үдерісіне жүйелі түрде енгізу үшін оның педагогикалық алғышарттарын айқындау, құрылымдық моделін негіздеу және тәжірибелік тиімділігін ғылыми тұрғыда дәлелдеу қажеттілігі туындайды. Осыған байланысты зерттеудің мазмұны мен нәтижелерін нақтылау мақсатында төмендегі зерттеу сұрақтары айқындалды.

1) Информатика пәнін STEM тәсілдері негізінде интеграциялап оқытудың негізгі педагогикалық алғышарттары қандай?

2) Ұсынылған педагогикалық модельді қолдану білім алушылардың білім сапасына, цифрлық сауаттылығына және инженерлік-алгоритмдік ойлау қабілеттеріне қалай әсер етеді?

Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмысы информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық алғышарттарын айқындап, оның тиімді моделін әзірлеуге бағытталды. Осы мақсатта зерттеу бірнеше өзара байланысты кезеңдер арқылы жүзеге асырылып, әр кезеңде белгілі бір әдістер кешені қолданылды.

Теориялық әдіс. Ғылыми-әдістемелік және педагогикалық әдебиеттерге жүйелі талдау жүргізу арқылы информатика пәнін STEM тәсілдерімен оқытудың мәні мен мазмұны нақтыланды. Шетелдік зерттеушілердің еңбектері [12-14] зерттеліп, олардың білім берудегі STEM қағидаттарын енгізу тәжірибесі сараланды. Бұл талдау информатика пәнін пәнаралық байланыста оқытудың тиімділігін дәлелдеп, зерттеу моделін жасаудың теориялық негізін қалады.

Эмпирикалық әдіс. Зерттеуде информатиканы STEM тәсілдері негізінде интеграциялап оқытудың педагогикалық моделінің тиімділігін анықтауға бағытталған эмпирикалық әдістер кешені қолданылды. Эмпирикалық зерттеу педагогикалық эксперимент түрінде ұйымдастырылып, оған бақылау және эксперименттік екі топ тартылды.

Эксперимент басталмас бұрын зерттеуге қатысушылардың бастапқы жағдайын анықтау мақсатында диагностикалық кезең жүргізілді. Бұл кезеңде бақылау және эксперименттік топтардың бастапқы білім деңгейі, цифрлық сауаттылық деңгейі және информатика пәніне қатысты дайындықтары салыстырылды. Диагностикалық бағалау тест

тапсырмалары, сауалнама және педагогикалық бақылау әдістері арқылы жүзеге асырылды. Алынған деректер екі топтың бастапқы көрсеткіштерінің өзара шамалас екенін анықтауға мүмкіндік берді.

Эксперименттік жұмыс 2025 оқу жылының көктемгі семестрінде Ахмет Ясауи университеті, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Математика кафедрасы, 6B01573 – «Информатика» білім беру бағдарламасы бойынша ЖИА-211 тобына жүргізілді және ол үш негізгі кезеңнен тұрды:

1. Бастапқы (диагностикалық) кезең – екі топтың бастапқы білім деңгейін, дағдыларын және мотивациясын анықтау мақсатында сауалнама мен бақылау тестілері жүргізілді. Бұл кезеңнің мақсаты – зерттеу басталар алдында топтардың дайындық деңгейлерін теңестіру.

2. Негізгі (қалыптастырушы) кезең – информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың моделі тәжірибеге енгізілді. Бұл кезеңде сабақтар жобалық және зерттеу әдістері арқылы ұйымдастырылып, студенттер Arduino, 3D модельдеу, алгоритмдік ойлау, топтық жобалар және виртуалды зертханалармен жұмыс істеуге тартылды.

3. Қорытынды (бақылау және талдау) кезең – модельдің тиімділігін бағалау мақсатында соңғы тестілеу мен сауалнама жүргізіліп, алынған деректер дескриптивті және салыстырмалы статистикалық әдістермен (t-тест) өңделді.

Экспериментке барлығы 20 оқушы қатысты:

- Бақылау тобы ($n = 10$) – информатика сабағын дәстүрлі әдіспен оқыған студенттер.
- Эксперименттік топ ($n = 10$) – информатиканы STEM тәсілдерімен оқыту моделі негізінде оқыған студенттер.

Екі топ та жас ерекшелігі, білім деңгейі және оқу бағыты бойынша тең дәрежеде таңдалды. Эксперименттік топта оқыту барысында пәнаралық байланыс (информатика–физика–математика–технология), жобалық тәсіл, зерттеу элементтері және инновациялық цифрлық құралдар (Arduino, PhET симуляциялары, VR/AR платформалары) пайдаланылды.

Эксперименттік жұмысты бағалау кезеңінде алынған деректерді өңдеу және талдау үшін статистикалық әдістер қолданылды. Атап айтқанда, дескриптивті статистика көмегімен орташа мән (Mean), стандартты ауытқу (SD) және стандартты қате (SE) көрсеткіштері есептелді. Бұл әдістер педагогикалық эксперимент нәтижелерін объективті түрде салыстыруға мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижесі

Осы орайда педагогикалық алғышарттарға тоқталып кетсек. Педагогикалық алғышарт – бұл информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытуда пәнаралық интеграция, жобалық-зерттеу әдісі, алгоритмдік ойлау, цифрлық сауаттылық және мұғалімнің кәсіби даярлығы сияқты факторлар арқылы білім беру үдерісінің тиімділігін қамтамасыз ететін ғылыми-әдістемелік негіздер жиынтығы.

Информатиканы STEM тәсілдерімен кіріктіріп оқытуда ең алдымен пәнаралық интеграция шарты басты рөл атқарады. Бұл принцип информатика пәнін физика, математика және технология сияқты пәндермен өзара байланыстыра оқытуды көздейді. Мұндай байланыс білім алушылардың түрлі ғылым салаларындағы ұғымдарды біріктіріп, біртұтас жүйе ретінде қабылдауына мүмкіндік береді. Мысалы, физикалық заңдылықтарды математикалық модель арқылы түсіндіріп, оны бағдарламалау тілінде жүзеге асыру оқушының теориялық және практикалық білімін ұштастырады, яғни информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық алғышарттары айқындалады (1-сурет).



Сурет 1 – Информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық алғышарттары

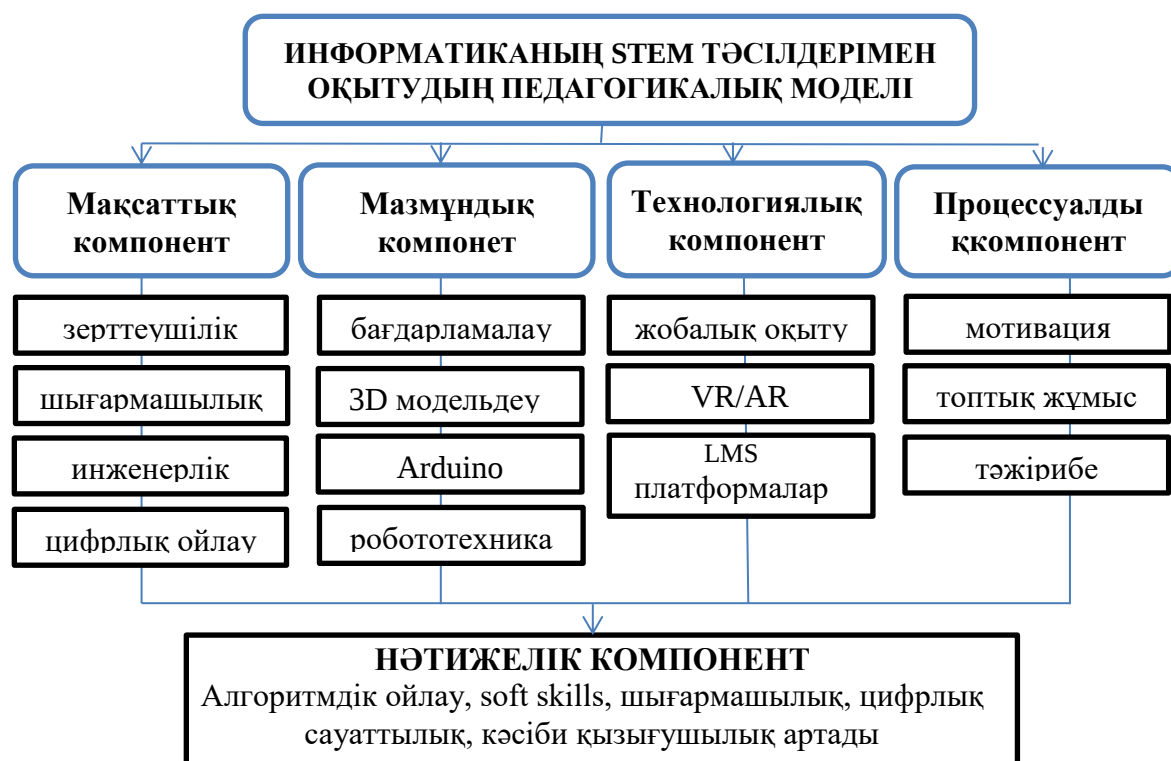
Оқытудың келесі маңызды шарты – жобалық және зерттеу әдісіне сүйену. Бұл тәсіл оқушыларды нақты өмірлік проблемаларды шешуге бағыттайды. Мәселен, қоршаған ортадағы экологиялық мәселелерді шешу үшін сенсорлар арқылы деректер жинап, оны информатика сабағында талдау немесе Arduino құрылғысымен шағын жобалар жасау сияқты іс-әрекеттер арқылы білім алушылардың зерттеушілік қабілеті дамиды.

Сонымен қатар, инженерлік және алгоритмдік ойлауды дамыту да STEM тәсілінің негізгі өзегі болып табылады. Информатика сабақтарында бағдарламалау, модельдеу, Arduino және 3D-конструкторлар сияқты құралдарды пайдалану арқылы оқушылар инженерлік тұрғыдан ойлап, логикалық байланыстар орната білуге машықтанады. Бұл олардың тек техникалық дағдыларын ғана емес, сонымен бірге аналитикалық және сын тұрғысынан ойлау қабілеттерін де жетілдіреді.

Цифрлық сауаттылық пен шығармашылықты қалыптастыру – STEM тәсілінің тағы бір маңызды бағыты. Оқушылар заманауи бағдарламалар мен цифрлық ресурстарды еркін қолдана отырып, өз идеяларын жүзеге асыруға мүмкіндік алады. Бұл өз кезегінде оқушылардың шығармашылық белсенділігін арттырып, жаңашыл ойлар ұсынуға ынталандырады.

Ақырында, осының бәрінің табысты жүзеге асуы үшін мұғалімнің кәсіби даярлығы ерекше мәнге ие. Мұғалім STEM әдістерін меңгерген, инновациялық технологияларды тәжірибеде қолдана алатын, оқыту процесін ұйымдастыруда креативті шешім қабылдай білетін маман болуы тиіс. Себебі мұғалім тек ақпарат беруші емес, студенттің зерттеушілік қабілетін дамытушы, бағыт беруші тұлға.

Шетелдік тәжірибелер көрсеткендей, информатиканы STEM тәсілдерімен оқыту — білім сапасын арттырумен қатар, оқушыны шығармашылыққа, зерттеуге, ізденуге жетелейді. Бұл бағытта Қазақстан да өз тәжірибесін қалыптастырып келеді.



Сурет 2 – Информатиканы STEM әдіс-тәсілдермен интеграциялай оқытудың педагогикалық моделі

Информатиканы STEM-тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық моделі

Информатиканы STEM тәсілдерімен оқытудың моделі – бұл қазіргі білім беру жүйесінде пәнаралық интеграцияны жүзеге асыруға, оқушылардың инженерлік және алгоритмдік ойлауын дамытуға бағытталған педагогикалық құрылым. Модельдің мақсаты – білім алушының ғылыми-техникалық бағыттағы құзыреттерін жүйелі түрде қалыптастыру және оқу үдерісін өмірмен, заманауи технологиялармен ұштастыру (2-сурет).

Бұл модель құрылымдық тұрғыдан өзара байланысқан бірнеше компоненттен тұрады. Әрбір компонент оқыту процесінің нақты бір қырын айқындайды және біріге отырып тұтас білім беру жүйесін құрайды.

– Мақсаттық компонент – оқытудың негізгі бағытын және күтілетін нәтижелердің мәнін анықтайды.

– Мазмұндық компонент – информатика пәнінің мазмұнын пәнаралық тұрғыда кеңейтіп, физика, математика, технология пәндерімен кіріктірілуін қамтамасыз етеді.

– Технологиялық компонент – оқытуда қолданылатын әдіс-тәсілдер мен инновациялық құралдарды (жобалық оқыту, зерттеу әдісі, VR/AR технологиялары, Arduino платформасы т.б.) қамтиды.

– Процессуалдық компонент – оқу үдерісінің кезеңдерін, оқушылар мен мұғалім арасындағы өзара іс-әрекетті, зерттеу және тәжірибелік жұмыс тәсілдерін сипаттайды.

– Нәтижелік компонент – білім алушыларда қалыптасатын STEM бағытындағы негізгі құзыреттерді жүйелейді.

Модельдің бұл құрылымы информатика пәнін тек теориялық емес, практикалық және шығармашылық бағытта оқытуға мүмкіндік береді. Оқу үдерісі мұнда нақты өмірлік міндеттерді шешуге, технологияны тиімді қолдануға және білімді тәжірибе арқылы игеруге бағытталған.

Информатиканы STEM-тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық моделі бағалау

Информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық моделін әзірлеу және оның тиімділігін анықтау мақсатында арнайы эксперименттік жұмыс ұйымдастырылды. Эксперименттің негізгі міндеті — ұсынылған модельдің білім алушылардың цифрлық сауаттылығын, инженерлік және алгоритмдік ойлау қабілеттерін, сондай-ақ шығармашылық белсенділігін арттырудағы ықпалын анықтау болды.

Эксперименттік зерттеу басталмас бұрын, зерттеуге қатысушылардың жалпы білім деңгейі, информатика пәніне деген қызығушылығы және STEM бағытындағы бастапқы дайындығы анықталды. Бұл кезеңнің негізгі мақсаты – екі топтың бастапқы жағдайын салыстырып, олардың тең дәрежеде екенін дәлелдеу болды. Экспериментке дейінгі нәтижелер 2-кестеде көрсетілген.

Кесте 2 – Экспериментке дейінгі нәтижелер

Топ	N	Орташа (mean)	Стандартты ауытқу (SD)	Стандартты қателік (SE)	t	df	p
Бақылау	10	3,25	0,16	0,05	0,68	18	0,51
Эксперимент	10	3,30	0,18	0,06			

Эксперимент басталмас бұрын бақылау және эксперименттік топтардың бастапқы жағдайын анықтау мақсатында диагностикалық жұмыс жүргізілді. Диагностикалық жұмыс үш бағытқа бөлінеді:

- 1) білім алушылардың бастапқы білім деңгейін анықтау;
- 2) цифрлық сауаттылық деңгейін бағалау;
- 3) информатика пәніне қатысты дайындық деңгейін айқындау.

Алынған деректер дескриптивті және салыстырмалы статистикалық әдістер арқылы талданды.

Дескриптивті статистика нәтижелері бойынша бақылау тобының орташа ұпайы ($M = 3.25$, $SD = 0.16$, $SE = 0.05$), ал эксперименттік топтың орташа ұпайы ($M = 3.30$, $SD = 0.18$, $SE = 0.06$) шамалас деңгейде болды. Бұл екі топтың бастапқы дайындықтарының едәуір ұқсас екенін көрсетеді.

Айырмашылықтың маңыздылығын анықтау мақсатында Independent Samples t-test қолданылды. Нәтижесінде $t(18) = 0.68$, $p = 0.51$ мәні алынды. Себебі $p > 0.05$, топтар арасындағы айырмашылық статистикалық тұрғыдан маңызды емес деп есептеледі.

Бұл нәтижелер бақылау және эксперименттік топтардың бастапқы кезеңдегі білім және дағды деңгейлері шамалас екенін дәлелдейді.

Информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық моделін тәжірибелік тұрғыда енгізу жұмысы аяқталған соң, эксперименттік және бақылау топтарында қорытынды диагностикалық өлшеу жүргізілді. Бұл кезеңнің мақсаты – әзірленген модельдің тиімділігін айқындау және оның студенттердің білім сапасына, цифрлық сауаттылығына, инженерлік және алгоритмдік ойлау қабілеттеріне әсерін бағалау болды. Эксперименттен кейінгі нәтижелер 3-кестеде көрсетілген.

Кесте 3 – Эксперименттен кейінгі нәтижелер

Топ	N	Орташа (mean)	Стандартты ауытқу (SD)	Стандартты қателік (SE)	t	df	p
Бақылау	10	3,41	0,10	0,03	19,18	18	0,0001
Эксперимент	10	4,43	0,13	0,04			

Информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың педагогикалық моделін енгізу аяқталғаннан кейін, бақылау және эксперименттік топтардың соңғы нәтижелері салыстырмалы түрде талданды.

Дескриптивті статистикалық талдау нәтижелері көрсеткендей, бақылау тобының орташа ұпайы $M = 3.41$ ($SD = 0.10$, $SE = 0.03$) болса, эксперименттік топтың орташа ұпайы $M = 4.43$ ($SD = 0.13$, $SE = 0.04$) деңгейінде болды. Эксперименттік топтағы көрсеткіштің айтарлықтай жоғарылауы STEM тәсілдерін қолдану оқыту сапасын арттырып, студенттердің пәнге деген қызығушылығын және оқу белсенділігін күшейткенін дәлелдейді.

Айырмашылықтың статистикалық маңыздылығын тексеру үшін Independent Samples t-test қолданылды. Талдау нәтижесінде $t(18) = 19.18$, $p = 0.0001$ мәні алынды. Бұл $p < 0.05$ деңгейінен әлдеқайда төмен, яғни айырмашылық өте жоғары дәрежеде статистикалық тұрғыдан маңызды. Демек, ұсынылған STEM-модель эксперименттік топтың оқу нәтижелеріне айтарлықтай әсер еткенін сенімді түрде айтуға болады.

Зерттеу нәтижесінде информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың ғылыми-әдістемелік негіздері нақтыланып, педагогикалық алғышарттары мен құрылымдық моделі жасалды. Ұсынылған модель информатика пәнін оқытуда оқушылардың зерттеушілік белсенділігін, инженерлік және алгоритмдік ойлауын, цифрлық сауаттылығын арттырып, олардың шығармашылық қабілеттерін дамытуда тиімді құрал болатыны дәлелденді.

Эксперименттік зерттеу нәтижелері бұл модельдің білім алушылардың оқу мотивациясына, танымдық қызығушылығына және практикалық дағдыларына оң әсер ететінін көрсетті. Осылайша, шетелдік тәжірибелерге сүйене отырып жасалған бұл педагогикалық модель Қазақстанның білім беру жүйесінде информатика пәнін оқытудың сапасын арттыруға нақты үлес қосады.

Нәтижелер мен талқылаулар

Информатиканы STEM тәсілдерімен кіріктіре оқыту барысында есептеу ойлауы (computational thinking) орталық теориялық және әдіснамалық компонент ретінде қарастырылады. Есептеу ойлауы соңғы жиырма жылда кеңінен зерттелгенімен, оның мазмұны мен құрылымдық шекаралары туралы ортақ ғылыми консенсус әлі де қалыптаспаған. Зерттеушілердің көпшілігі есептеу ойлауын есептеу алгоритмдері мен қадамдары арқылы шешімдерді құрастыру қабілеті ретінде сипаттайды [17]. Бұл ұғым бағдарламалаудан әлдеқайда кең түсінікке ие: ол нақты өмірлік күрделі мәселелерді модельдеу, құрылымдау және тиімді шешу жолдарын іздестіруге бағытталған ойлау тәсілі ретінде танылады. Есептеу ойлауының мәні жоғары деңгейлі когнитивтік дағдыларды қалыптастыруда жатыр, ол тұлғаның цифрлық технологиялармен өзара әрекет етуін тиімді етуге және күрделі міндеттерді талдап шешуге мүмкіндік береді [15].

Қазіргі таңда есептеу ойлауы әлемдік білім беру саясатының маңызды құрамдас бөлігіне айналып отыр. Ол ХХІ ғасырдың негізгі құзыреттері қатарында танылып, оқушылардың сыни ойлауын, шығармашылық қабілетін және талдау арқылы шешім қабылдау дағдыларын дамытуға бағытталған. Бұл бағыт STEM пәндерінде маңызды орын алады, өйткені ол ғылыми және инженерлік ойлаудың логикалық құрылымын жүйелейді, ал математикалық модельдеу арқылы деректерді талдауды тиімді жүзеге асыруға мүмкіндік береді [18]. Есептеу ойлауын STEM білім беру шеңберіне енгізу оқушылардың күрделі мәселелерді талдап, алгоритмдік шешімдер жасауына, деректерді интерпретациялауына және оларды нақты ғылыми контексте қолдануына жол ашады.

Есептеу ойлауының негізгі компоненттері – декомпозиция, өрнек пен ұқсастықтарды тану, абстракция және алгоритмдік жобалау – кез келген салада күрделі мәселелерді шешудің әмбебап стратегиясын қалыптастырады (Bal et al., 2022; Wu et al., 2024). Бұл тәсіл инженерлік, ғылыми және технологиялық білім беруде ерекше рөл атқарады, себебі студенттер нақты жүйелерді қарапайым бөліктерге бөле отырып, олардың логикалық байланыстарын анықтайды және жаңа шешім үлгілерін әзірлейді. Есептеу ойлауының мұндай әдіснамасы студенттерге тек техникалық құзыреттерді ғана емес, сонымен қатар шығармашылық және аналитикалық ойлаудың үйлесімін меңгеруге мүмкіндік береді.

Зерттеулер көрсеткендей, есептеу ойлауы STEM пәндерін оқытуда пәнаралық тәсілді күшейтеді. Ол информатикадан тыс басқа пәндерге де қолданылады және нақты өмірлік жағдайларда қолданылатын жобалық оқыту форматын қолдайды. Мысалы, инженерлік курстарда есептеу ойлауының принциптері арқылы студенттер физика мен математика заңдылықтарын біріктіріп, күрделі жүйелерді (мысалы, механикалық құрылғылар, жылу алмасу процестері) жобалай алады [16]. Бұл тәсіл теориялық білім мен практикалық қолдануды ұштастырып, оқу мотивациясын арттырады.

Сонымен қатар, болашақ мұғалімдердің кәсіби даярлығында есептеу ойлауын пән мазмұнына органикалық енгізу маңызды болып табылады. Ғалымдар мұғалімдерді пәндік контекстегі есептеу ойлау ұстанымдарын меңгеруге, оны алгоритмдік және проблемалық тапсырмалар арқылы дамытуды үйретуге шақырады [17, 18]. Дегенмен, бұл үдеріс кейбір қиындықтармен қатар жүреді: технологиялардың күрделілігі, мұғалімдердің жеткіліксіз дайындығы және оқу құралдарының шектеулілігі білім беру тәжірибесінде кедергілер туғызуда. Осыған байланысты педагогтерге арналған кәсіби даму бағдарламалары есептеу ойлауына негізделген педагогикалық стратегияларды меңгертуге және сыныпта тиімді қолдануға бағытталуы тиіс.

Эмпирикалық зерттеулер есептеу ойлауын STEM білім беру процесіне енгізудің оқу жетістіктеріне елеулі оң әсерін дәлелдейді. Мысалы, Hidayat және әріптестері (2024) есептеу ойлауының оқу нәтижелеріне орташа деңгейде – шамамен 54% әсер ететінін анықтаған. Бұл нәтиже есептеу ойлауы мен оқу процесін мақсатты біріктірудің маңыздылығын көрсетеді. Мұндай интеграция оқушылардың күрделі міндеттерді талдауға, креативті шешімдер ұсынуға және сыни тұрғыда ойлауға қабілетін арттырады.

Жүргізілген теориялық талдау мен эмпирикалық зерттеу нәтижелері информатика пәнін STEM тәсілдері негізінде интеграциялап оқытудың бірқатар негізгі педагогикалық алғышарттарын айқындауға мүмкіндік берді. Атап айтқанда, бұл алғышарттарға пәнаралық интеграцияға негізделген оқу мазмұны, жобалық және зерттеу әдістерін жүйелі қолдану, есептеу ойлауын (computational thinking) оқу үдерісінің өзегі ретінде қарастыру, цифрлық және инженерлік құралдарды (бағдарламалау, Arduino, модельдеу, виртуалды зертханалар) мақсатты пайдалану, сондай-ақ мұғалімнің STEM-құзыреттілігі мен әдістемелік даярлығы жатады. Осы алғышарттар информатика пәнін оқытуда теория мен практиканы ұштастырып, білім алушылардың күрделі мәселелерді талдау, модельдеу және алгоритмдік шешім қабылдау қабілеттерін дамытуға негіз қалайды [19].

Сонымен қатар зерттеу барысында ұсынылған педагогикалық модельді оқу үдерісіне енгізу білім алушылардың *білім сапасына, цифрлық сауаттылығына және инженерлік-алгоритмдік ойлау қабілеттеріне айтарлықтай оң әсер ететіні* дәлелденді. Эксперименттік оқыту барысында есептеу ойлауына негізделген тапсырмалар, пәнаралық жобалар мен практикалық жұмыстар білім алушылардың танымдық белсенділігін арттырып, ақпаратты құрылымдау, деректерді интерпретациялау және нақты өмірлік мәселелерге қолдану дағдыларын қалыптастырды. Нәтижесінде STEM тәсілдері негізінде интеграциялап оқыту дәстүрлі оқытуға қарағанда жоғары оқу нәтижелерін қамтамасыз ететіні және білім алушыларды ХХІ ғасыр талаптарына сай ғылыми-техникалық құзыреттермен қаруландыратыны айқындалды. Осылайша, есептеу ойлауы информатика пәнін STEM тәсілдерімен интеграциялап оқытудың теориялық-әдіснамалық өзегі ретінде зерттеу сұрақтарына толыққанды жауап беретін негізгі фактор болып табылады.

Қорыта айтқанда, есептеу ойлауы информатиканы STEM тәсілдерімен кіріктіре оқытудың теориялық және әдіснамалық өзегін құрайды. Ол білім алушылардың алгоритмдік және аналитикалық дағдыларын дамыту арқылы ХХІ ғасырдың күрделі, технологиялық тұрғыда қанық ортада бағдар табуына мүмкіндік береді. Мұғалімдер мен студенттер үшін бұл тәсіл оқу процесін тереңдетіп, шығармашылық және инновациялық ойлауға жағдай жасайды. Есептеу ойлауын жүйелі түрде білім беру мазмұнына енгізу білім сапасын арттырудың және STEM бағытындағы кәсіби құзыреттілікті дамытудың басты тетігі болып табылады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқыту қазіргі заманғы білім беру жүйесінің даму бағыттарына толық сәйкес келетінін және болашақ мамандардың кәсіби құзыреттерін қалыптастыруда жоғары тиімділігін дәлелдеді. Индустрия 4.0 дәуіріндегі технологиялық және ақпараттық өзгерістер білім беру мазмұнының жаңғыруын талап етеді, ал STEM тәсілі осы қажеттілікті жүзеге асырудың ең пәрменді тетіктерінің бірі ретінде қарастырылады.

Информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқыту пәнаралық интеграцияны күшейтіп, білім алушылардың инженерлік және алгоритмдік ойлауын, зерттеушілік дағдыларын, шығармашылық әлеуетін дамытады. Зерттеу барысында шетелдік тәжірибелер кеңінен талданып, олардың тиімді элементтері (жобалық және зерттеу әдісі, робототехника, Arduino платформасы, 3D модельдеу, виртуалды зертханалар және т.б.) педагогикалық модельдің мазмұнына енгізілді.

Зерттеу нәтижесінде информатика пәнін оқытудың жаңа педагогикалық моделі жасалды. Бұл модель мақсаттық, мазмұндық, технологиялық, процессуалдық және нәтижелік компоненттерден тұрады. Мақсаттық компонент оқытудың стратегиялық бағыттарын айқындап, мазмұндық бөлік информатика пәнін физика, математика және технологиямен кіріктіре оқытуды қамтамасыз етеді. Технологиялық және процессуалдық компоненттер STEM құралдарын (жобалық әдіс, зерттеу тәсілі, сандық және виртуалды технологиялар) тиімді пайдалануға бағытталған. Нәтижелік компонент білім алушылардың инженерлік, зерттеушілік және шығармашылық қабілеттерін бағалауға мүмкіндік береді.

Эксперименттік зерттеу жұмысы модельдің тәжірибелік тиімділігін дәлелдеді. Бақылау және эксперименттік топтар арасындағы айырмашылықтың статистикалық маңыздылығы анықталды: экспериментке дейін екі топтың нәтижелері шамалас болса ($t(18) = 0.68$, $p = 0.51$), эксперименттен кейін айқын айырмашылық байқалды ($t(18) = 19.18$, $p = 0.0001$). Бұл STEM тәсілдерінің студенттердің білім сапасын, пәнге қызығушылығын және танымдық белсенділігін арттыруда жоғары тиімді екенін көрсетті.

Қорыта айтқанда, информатиканы STEM тәсілдерімен үйлестіре оқытудың шетелдік тәжірибелерге негізделген педагогикалық моделі заманауи білім беру жүйесінің стратегиялық бағытына сай келеді. Бұл модель білім берудің сапасын арттырып қана қоймай, студенттердің шығармашылық және инженерлік әлеуетін дамытуға, цифрлық қоғам жағдайында табысты болуға бағытталған тиімді тетік болып табылады.

Авторлардың үлесі:

Бостанов Б.Г. – зерттеу тұжырымдамасын әзірлеу, зерттеудің теориялық негіздерін қалыптастыру, ғылыми жетекшілік жасау, мақаланың мазмұнын редакциялау және қорытындылау.

Усикбаев Е.З. – шетелдік және отандық әдебиеттерге талдау жүргізу, эксперименттік жұмысты ұйымдастыруға қатысу, зерттеу нәтижелерін жинақтау және өңдеу.

Жиембаев Ж.Т. – зерттеу әдіснамасын әзірлеу, педагогикалық модельді құрастыру, статистикалық талдау жүргізу, мақаланың негізгі мәтінін дайындау, корреспонденциялық автор қызметін атқару.

Беркімбаев К.М. – зерттеу нәтижелерін интерпретациялау, ғылыми сараптама жүргізу, мақаланың ғылыми мазмұнын жетілдіру және соңғы нұсқасын бекіту.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1 Қазақстан Республикасында жоғары білім мен ғылымды дамытудың 2023–2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы (Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2023 жылғы 28 наурыздағы № 248 қаулысы) // ҚР Әділет министрлігінің нормативтік-құқықтық актілер ақпараттық жүйесі «Әділет». – Астана, 2023. – <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000248>

2 Espinoza R.V.V., Aguirre F. de M.S. (2023). Enseñanza actual que requiere la ciencia frente a los problemas globales. Revista de Climatología, vol. 23, pp. 3307–3314. DOI: <https://doi.org/10.59427/rcli/2023/v23cs.3307-3314>

3 Marzuki O.F., Lih E.T.Y., Abdullah W.N.Z.Z., Khairuddin N., Inai N.H., Saad J.B.M., Aziz M.H.A. (2024). Innovating education: A comprehensive review of STEM education approaches. International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, vol. 13, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i1/20490>

- 4 Kiv A., Semerikov S.O., Striuk A.M., Osadchyi V., Vakaliuk T.A., Nechypurenko P.P., ... Kovalenko D. (2023). XV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2023). IOP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/7995>
- 5 Dökme İ., Hancıoğlu Z.Ş. (2025). Three-stage robotic STEM program ignites secondary school students' interest in STEM careers and attitudes toward science. *Education and Information Technologies*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13318-w>
- 6 Ogegbo A.A., Aina A.Y. (2023). Exploring young students' attitude towards coding and its relationship with STEM career interest. *Education and Information Technologies*, vol. 29, no. 8, pp. 9041–9058. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12133-5>
- 7 Thibaut L., Ceuppens S., Loof H.D., Meester J.D., Goovaerts L., Struyf A., ... Depaepe F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review. *European Journal of STEM Education*, vol. 3, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- 8 Su Y.-S., Chang C.-Y., Wang C., Lai C. (2022). Students' learning perceptions in remote STEM programming. *Frontiers in Psychology*, vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.962984>
- 9 Kubiak M. (2023). How to stop the disinterest of students toward school subjects? *Problems of Education in the 21st Century*, vol. 81, no. 5, pp. 570–582. DOI: <https://doi.org/10.33225/pec/23.81.570>
- 10 Syawal S., Bundu P., Anshari A. (2021). Designing calculus teaching model based on STEM... *Universal Journal of Educational Research*, vol. 9, no. 7, pp. 1452–1459. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090711>
- 11 Cohen J. (2013). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- 12 Морзе Н., Струтинська О. (2023). Advancing educational robotics... *CTE Workshop Proceedings*, vol. 10, pp. 107–113. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.549>
- 13 Honey M., Pearson G., Schweingruber H.A. (2014). *STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/18612>
- 14 Lehto T., Juuti K., Lavonen J., Uitto A. (2018). How to support students' interest in STEM? *International Journal of STEM Education*, vol. 5, no. 1, pp. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0128-8>
- 15 Wee J.D., Yap K.H. (2020). Design-based STEM learning: A case study of Singapore secondary schools. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 29, no. 2, pp. 230–244. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09794-1>
- 16 Kim H., Choi H., Han J., So H.J. (2021). Enhancing computational thinking and problem-solving through integrated STEM programming education in Korea. *Computers & Education*, vol. 170, p. 104224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224>
- 17 Абылкасымова А., Жумабай Н., Умиралханов А. Эффективность использования цифровых технологий на уроках математики в условиях STEM-образования // *Journal of Educational Sciences*. – 2026. – Т. 86, № 1. – С. 82–95. <https://doi.org/10.26577/JES86120267>
- 18 Маратова Т.Ф., Бостанов Б.Г. Информатика мұғалімдерін даярлауда STEM-білім беруге интеграциялау жолындағы кедергілерді шешу // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Хабаршысы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. – Алматы, 2024. – Т. 88, № 4. – Б. 262–269. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.88.4.02>
- 19 Қаратаева М.С., Беркімбаев К.М. STEM технологиясын оқытудың әдіс-тәсілдері // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің Хабаршысы. «Физика-математика ғылымдары» сериясы. – Алматы, 2023. – Т. 83, № 3. – Б. 227–236. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.025>

REFERENCES:

- 1 Qazaqstan Respublikasynda joǵary bilim men ǵylymdy damytudyń 2023–2029 jyldarǵa arnalǵan tıjyrymdamasy [Concept for the Development of Higher Education and Science in the Republic of Kazakhstan for 2023–2029] (2023). Qazaqstan Respublikasy ǚkimetiniń 2023 jylǵy 28 nauryzdaǵy № 248 qaulysy. Astana. URL: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2300000248> (in Kazakh)
- 2 Espinoza R.V.V., Aguirre F. de M.S. (2023). Enseñanza actual que requiere la ciencia frente a los problemas globales. *Revista de Climatología*, vol. 23, pp. 3307–3314. DOI: <https://doi.org/10.59427/rccli/2023/v23cs.3307-3314>
- 3 Marzuki O.F., Lih E.T.Y., Abdullah W.N.Z.Z., Khairuddin N., Inai N.H., Saad J.B.M., Aziz M.H.A. (2024). Innovating education: A comprehensive review of STEM education approaches. *International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development*, vol. 13, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i1/20490>
- 4 Kiv A., Semerikov S.O., Striuk A.M., Osadchyi V., Vakaliuk T.A., Nechypurenko P.P., Kovalenko D. (2023). XV International Conference on Mathematics, Science and Technology Education (ICon-MaSTEd 2023). IOP Publishing. DOI: <https://doi.org/10.31812/123456789/7995>
- 5 Dökme İ., Hancıoğlu Z.Ş. (2025). Three-stage robotic STEM program ignites secondary school students' interest in STEM careers and attitudes toward science. *Education and Information Technologies*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-025-13318-w>

- 6 Ogegbo A.A., Aina A.Y. (2023). Exploring young students' attitude towards coding and its relationship with STEM career interest. *Education and Information Technologies*, vol. 29, no. 8, pp. 9041–9058. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12133-5>
- 7 Thibaut L., Ceuppens S., Loof H.D., Meester J.D., Goovaerts L., Struyf A., Depaepe F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review. *European Journal of STEM Education*, vol. 3, no. 1. DOI: <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- 8 Su Y.-S., Chang C.-Y., Wang C., Lai C. (2022). Students' learning perceptions in remote STEM programming. *Frontiers in Psychology*, vol. 13. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.962984>
- 9 Kubiak M. (2023). How to stop the disinterest of students toward school subjects? *Problems of Education in the 21st Century*, vol. 81, no. 5, pp. 570–582. DOI: <https://doi.org/10.33225/pec/23.81.570>
- 10 Syawal S., Bundu P., Anshari A. (2021). Designing calculus teaching model based on STEM. *Universal Journal of Educational Research*, vol. 9, no. 7, pp. 1452–1459. DOI: <https://doi.org/10.13189/ujer.2021.090711>
- 11 Cohen J. (2013). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2nd ed.). London: Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- 12 Morze N., Strutynska O. (2023). Advancing educational robotics. *CTE Workshop Proceedings*, vol. 10, pp. 107–113. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.549>
- 13 Honey M., Pearson G., Schweingruber H.A. (2014). *STEM Integration in K–12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/18612>
- 14 Lehto T., Juuti K., Lavonen J., Uitto A. (2018). How to support students' interest in STEM? A cross-curricular study on integrated science and computing education. *International Journal of STEM Education*, vol. 5, no. 1, pp. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0128-8>
- 15 Wee J.D., Yap K.H. (2020). Design-based STEM learning: A case study of Singapore secondary schools. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 29, no. 2, pp. 230–244. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09794-1>
- 16 Kim H., Choi H., Han J., So H.J. (2021). Enhancing computational thinking and problem-solving through integrated STEM programming education in Korea. *Computers & Education*, vol. 170, article 104224. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104224>
- 17 Abylgasymova A., Jumabai N., Umiralkhanov A. (2026). Efektivnost' ispol'zovaniya sifrovyykh tekhnologiy na urokakh matematiki v usloviyah STEM-obrazovaniya [Effectiveness of using digital technologies in mathematics lessons under STEM education conditions]. *Journal of Educational Sciences*, vol. 86, no. 1, pp. 82–95. DOI: <https://doi.org/10.26577/JES86120267> (in Russian)
- 18 Maratova T.F., Bostanov B.G. (2024). Informatika müğallımlerın daıarlauda STEM-bılımlı beruge integrasıalau jolyndaǵy kedergilerdı sheşu [Overcoming barriers to STEM integration in computer science teacher training]. *Abai atyndaǵy Qazaq Ǟltyq Pedagogikalyq Universitetınıń Habarshysy. «Fizika-matematika ǵylymdary» seriasy*, vol. 88, no. 4, pp. 262–269. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.88.4.02> (in Kazakh)
- 19 Qarataeva M.S., Berkimbaev K.M. (2023). STEM tehnologiasyn oqytudyń ádis-tásilderı [Methods and techniques of teaching STEM technology]. *Abai atyndaǵy Qazaq Ǟltyq Pedagogikalyq Universitetınıń Habarshysy. «Fizika-matematika ǵylymdary» seriasy*, vol. 83, no. 3, pp. 227–236. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.025> (in Kazakh)

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ И МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ STEM-ПОДХОДОВ ОСНОВАННЫЕ НА ЗАРУБЕЖНОМ ОПЫТЕ

Бостанов Б.Г.¹, Уксикбаев Е.З.², Жиембаев Ж.Т.^{3,}, Беркімбаев К.²*

¹*Казахский национальный женский педагогический университет,
Республика Казахстан, г. Алматы*

²*Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави,
Республика Казахстан, г. Туркестан*

³*Жетысуский университет имени И. Жансугурова, Республика Казахстан, г. Талдыкорган*
*e-mail: bbgu@mail.ru, erkebulan.uxikbayev@ayu.edu.kz, zht.zhiembayev@gmail.com,
kamalbek.berkimbaev@ayu.edu.kz

Аннотация. Интеграция информатики со STEM-подходами обеспечивает междисциплинарную связь и способствует развитию логического, алгоритмического и творческого мышления обучающихся. Анализ

зарубежного опыта (США, Финляндии, Кореи, Японии, Сингапура, Китая) подтверждает эффективность данного направления и подчеркивает актуальность его адаптации к системе образования Казахстана. Цель исследования заключается в определении педагогических предпосылок интеграции преподавания информатики на основе STEM-подходов с опорой на международный опыт, разработке эффективной модели и ее практической верификации в учебном процессе.

В ходе исследования применялся комплекс взаимосвязанных теоретических, эмпирических и статистических методов. В результате была разработана педагогическая модель интеграции преподавания информатики на основе STEM-подхода. Модель включает целевой, содержательный, технологический, процессуальный и результативный компоненты, соотношенные с образовательным процессом Республики Казахстан.

Результаты эксперимента показали, что STEM-ориентированное обучение повышает качество знаний учащихся, уровень цифровой грамотности, инженерное и алгоритмическое мышление, а также творческую активность. В послекспериментальный период средний показатель контрольной группы составил 3,41, тогда как экспериментальной – 4,43 ($t(18) = 19.18$, $p = 0.0001$), что свидетельствует о статистически значимом различии.

Таким образом, результаты исследования подтверждают высокую эффективность интеграции преподавания информатики на основе STEM-подходов в повышении качества обучения, цифровой грамотности и инженерно-алгоритмического мышления учащихся.

Ключевые слова: информатика, STEM-подход, междисциплинарная интеграция, педагогическая модель, инженерное мышление, цифровая грамотность.

PEDAGOGICAL PREREQUISITES AND MODEL FOR TEACHING INFORMATICS THROUGH STEM APPROACHES BASED ON INTERNATIONAL PRACTICES

B. Bostanov¹, E. Uksikbayev², Zh. Zhiyembayev^{3,*}, K. Berkimbaev²

¹Kazakh National Women's Teacher Training University, Republic of Kazakhstan, Almaty

²Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University,
Republic of Kazakhstan, Turkistan

³Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Republic of Kazakhstan, Taldykorgan

*e-mail: bbgu@mail.ru, erkebulan.uxikbayev@ayu.edu.kz, zht.zhiyembayev@gmail.com,
kamalbek.berkimbaev@ayu.edu.kz

Abstract. Integrating computer science education with STEM approaches ensures interdisciplinary coherence and fosters the development of learners' logical, algorithmic, and creative thinking skills. An analysis of international practices (USA, Finland, Korea, Japan, Singapore, China) confirms the effectiveness of this approach and highlights the relevance of adapting it to the educational system of Kazakhstan. The purpose of this study is to identify the pedagogical prerequisites for integrating computer science teaching with STEM approaches based on international experience, to develop an effective instructional model, and to empirically validate its effectiveness within the learning process. The research employed a set of interconnected theoretical, empirical, and statistical methods. As a result, a pedagogical model for integrating computer science education with STEM approaches was developed. The model includes goal-oriented, content-based, technological, procedural, and outcome components aligned with the educational context of the Republic of Kazakhstan.

Experimental findings demonstrate that STEM-based instruction enhances students' academic performance, digital literacy, engineering and algorithmic thinking, as well as creative activity. In the post-experimental phase, the average score of the control group was 3.41, whereas the experimental group achieved 4.43 ($t(18) = 19.18$, $p = 0.0001$), indicating a statistically significant difference. In conclusion, the study confirms the high effectiveness of integrating computer science education with STEM approaches in improving learners' academic achievement, digital literacy, and engineering–algorithmic thinking.

Keywords: computer science, STEM approach, interdisciplinary integration, pedagogical model, engineering thinking, digital literacy.

Авторлар туралы мәліметтер:

Бостанов Бектас Ганиевич – педагогика ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор (доцент), Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті (Қазақстан, Алматы қ., e-mail: bbgu@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2644-5919>).

Уксикбаев Еркебулан Зейнуллаевич – докторант, Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті (Қазақстан, Алматы қ., e-mail: erkebulan.uxikbayev@ayu.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3868-6773>).

Жиембаев Жомарт Тумарбекович* – педагогика ғылымдарының кандидаты, І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті (Қазақстан, Талдықорған қ., e-mail: zht.zhiembayev@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0005-0438-4077>).

Беркімбаев Камалбек Мейрбекович – педагогика ғылымдарының докторы, профессор, Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті (Қазақстан, Түркістан қ., e-mail: kamalbek.berkimbaev@ayu.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5191-8140>).

Сведения об авторах:

Бостанов Бектас Ганиевич – кандидат педагогических наук, доцент (ассоциированный профессор), Казахский национальный женский педагогический университет (Казахстан, г. Алматы, e-mail: bbgu@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2644-5919>).

Уксикбаев Еркебулан Зейнуллаевич – докторант, Казахский национальный женский педагогический университет (Казахстан, г. Алматы, e-mail: erkebulan.uxikbayev@ayu.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3868-6773>).

Жиембаев Жомарт Тумарбекович* – кандидат педагогических наук, Жетысуский университет имени И. Жансугурова (Казахстан, г. Талдықорған, e-mail: zht.zhiembayev@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0005-0438-4077>).

Беркімбаев Камалбек Мейрбекович – доктор педагогических наук, профессор, Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмета Ясави (Казахстан, г. Туркестан, e-mail: kamalbek.berkimbaev@ayu.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5191-8140>).

Information about authors:

Bostanov Bektas – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Kazakh National Pedagogical University for Girls (Kazakhstan, Almaty, e-mail: bbgu@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2644-5919>).

Uksikbayev Erkebulan – Doctoral Student, Kazakh National Women's Teacher Training University (Kazakhstan, Almaty, e-mail: erkebulan.uxikbayev@ayu.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-3868-6773>).

Zhiembayev Zhomart* – Candidate of Pedagogical Sciences, Zhetysu University named after I. Zhansugurov (Kazakhstan, Taldykorgan, e-mail: zht.zhiembayev@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0438-4077>).

Berkimbaev Kamalbek – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkestan, e-mail: kamalbek.berkimbaev@ayu.edu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5191-8140>).