

А.Е. Карымсакова¹, А.Ж. Баймуратова^{2*}, Н.А. Лили³

^{1,2}Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

³Малайзия Путра университеті, Серданг, Малайзия

(*Хат-хабарға арналған автор. E-mail: akbope1992@yandex.kz)

¹ORCID 0000-0001-8982-1662

²ORCID 0009-0002-4535-6054

³ORCID 0000-0001-8704-2390

Студенттердің кәсіби құзыреттілігін арттыруға бағытталған STEM-оқыту жүйесін жоспарлау тұжырымдамасы

Зерттеу кәсіби құзыреттілікті арттыру тұжырымдамасына негізделген STEM-оқыту модульдерінің жүйесін әзірлеуге бағытталған. Мақсаты болашақ мамандарды даярлауды жетілдіру және жоо түлектерінің қазіргі заманғы индустрияның практикалық және пәнаралық талаптарына сәйкес келмеуінің жаһандық проблемасын шешу. Инновациялық білім беру міндеттеріне және ғылым, технология, инженерия және математика (STEM) интеграциясына сәйкес құзыреттілікке бағытталған оқыту принциптеріне негізделген өзара байланысты пәндер жүйесі құрылды. Қорытынды компонент ретінде алынған білім мен дағдыларды іс жүзінде қолдануды қамтамасыз ететін STEM-бағытта (қорытынды жоба) интеграцияланған кәсіптік даярлау жобасы енгізілді. Оқыту нәтижелері бойынша оқу пәндері негізгі кәсіби құзыреттер негізінде әзірленді, бұл пәндік және әмбебап дағдыларды қалыптастыруды қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Қолданыстағы бағдарламаны талдау шеңберінде оқытушыларға нақты қандай пәндерді, қандай ретпен және қандай көлемде оқыту керектігін анықтауға мүмкіндік беретін «құзыреттіліктер мен пәндердің сәйкестік матрицасы» қолданылды. Курсты әзірлеу іргелі және кәсіби пәндердің өзара байланысын қамтамасыз ететін теориялық, практикалық және жобалық қызметті біріктіретін модульдік принцип негізінде жүзеге асырылды. Сонымен қатар студенттердің кешенді практикалық мәселелерді шешуге ықпал ететін командалық оқыту моделі енгізілді. Зерттеу нәтижелері университет деңгейіндегі STEM-бағытталған курстар аясында сыналды. Эксперименттік оқыту мен оқу жоспарларын түзетудің бірнеше циклінен кейін STEM-оқытудың интеграцияланған моделі студенттердің кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруда және білім беруді модернизациялау мақсаттарына жетуде өзінің тиімділігін көрсетті.

Кілт сөздер: STEM-оқыту, кәсіби құзыреттер, құзыреттілікке негізделген оқыту, интеграцияланған жоба, модульдік жүйе, практика арқылы оқыту, STEM-модель, интеграцияланған STEM-тәсіл.

Kіріспе

Соңғы онжылдықта еңбек нарығындағы құрылымдық өзгерістер мен технологиялық прогрестің жеделдеуі жоғары оқу орындарына жаңа талаптар қойып отыр. Жаһандық зерттеулер жоғары білім беру сапасының елдің инновациялық әлеуеті мен экономикалық бәсекеге қабілеттілігіне тікелей әсер ететінін көрсетеді. Цифрлық экономиканың кеңеюі жасанды интеллект, деректер ғылымы, робототехника, автоматтандыру, инженерлік дизайн, киберқауіпсіздік сияқты жаңа салаларда жұмыс істей алатын мамандарды талап етеді [1]. Бұл жағдай жоғары оқу орындарын дәстүрлі академиялық дайындықтан тәжірибеге негізделген, икемді, интеграцияланған оқыту моделіне көшуге мәжбүр етеді.

Қазақстандағы білім беру реформалары халықаралық трендтермен үйлесуге бағытталғанымен, практикада теориялық білім мен кәсіби қолданбалы дағдылар арасындағы теңгерімсіздік әлі де сақталып келеді. Жұмыс берушілердің пікірінше, түлектердің көпшілігі теориялық тұрғыдан жақсы дайындалғанымен, инженерлік, аналитикалық, жобалық және технологиялық дағдыларды нақты кәсіби жағдайларда қолдануға қиналады. Бұл жоғары білім беру жүйесінде теория мен практиканың арасындағы алшақтықтың әлі де бар екенін көрсетеді және STEM-интеграциясының өзектілігін арттыра түседі.

Қазіргі студенттер Z және Alpha буындарына жатады: олар цифрлық технологияларды табиғи түрде қабылдайды, динамикалық және интерактивті оқыту форматтарын қалайды, әрі білімді дереу қолдануды күтеді. Осы тұрғыдан STEM-тәсілі тек білім мазмұнын жаңарту тетігі ғана емес, студенттердің оқу мотивациясын, өзіндік тиімділігін, танымдық белсенділігін және кәсіби бағдарын

күшейтетін педагогикалық стратегия ретінде көрінеді. Әсіресе жобалық оқыту, проблемалық оқыту, инженерлік дизайн цикліне негізделген тапсырмалар студенттердің оқу процесіне белсенді қатысуына және болашақ кәсіби ортаға ертерек бейімделуіне мүмкіндік береді [2].

Жылдам технологиялық прогресс пен пәнаралық дағдыларға сұраныстың артуы жоғары білім беру жүйесін түбегейлі қайта қарауды талап етеді. Дәстүрлі оқу жоспарларында теориялық мазмұнға шамадан тыс көңіл бөлініп, қолданбалы дағдылар екінші деңгейге ысырылып қалады. Бұл университетте қалыптасқан оқу нәтижелері мен индустрия талаптары арасындағы сәйкессіздікке әкеледі. Сонымен бірге ғылым, технология, инженерия және математика (STEM) пәндері арасындағы әлсіз интеграция студенттердің пәнаралық есептерді кешенді шеше алу қабілетін төмендетеді [3]. Мұндай олқылықтар түлектердің тез өзгертін еңбек нарығына бейімделуін қиындатады.

Осы мәселені шешудің тиімді жолдарының бірі — құзыреттілікке негізделген STEM-оқыту жүйесін енгізу. STEM-ге бағытталған модель студенттердің ғылым, технология, инженерия және математика салаларындағы базалық білімін нығайтып қана қоймай, осы білімді нақты кәсіби міндеттерді шешуде қолдану дағдыларын дамытады. Интеграцияланған жобалық тапсырмалар, инженерлік модельдеу, практикалық зертханалық жұмыстар, робототехника элементтері және цифрлық симуляция құралдары студенттердің аналитикалық, жобалық, зерттеушілік және рефлексивті ойлау қабілеттерін қалыптастырады.

Зерттеудің мақсаты — студенттердің кәсіби дамуын күшейтетін, пәнаралық дағдыларды қалыптастыратын және қазіргі экономика талаптарына сай құзыреттіліктерді дамытуға бағытталған интеграцияланған STEM-оқыту жүйесін жоспарлау және енгізу. Ұсынылып отырған модель теориялық білім мен кәсіби практиканың арасындағы алшақтықты қысқартып, инженерлік-техникалық және пәнаралық құзыреттіліктерді біртұтас құрылымда қалыптастыруға бағытталған.

STEM-білім беру тұжырымдамасы XX ғасырдың соңында АҚШ-та пайда болып, ғылыми-техникалық бағыттағы мамандарды даярлаудың сапасын арттыруға бағытталған. Қазіргі таңда STEM-интеграциясы оқытудың пәнаралық сипатын күшейтіп, студенттердің сыни ойлау, жобалық және инженерлік дағдыларын дамытуда негізгі тетікке айналды. M.G. Violante және E. Vezzetti STEM негізіндегі инженерлік білім беруді жобалау жөніндегі нұсқауларды ұсына отырып, заманауи инженерлерге қажетті пәнаралық және инновациялық құзыреттерді атап өтті [4].

S.E. Atmojo және әріптестері STEM-интеграциясы болашақ мұғалімдердің кәсіби құзыреттіліктеріне оң әсер ететінін дәлелдеді [5], ал O. Derevyanchuk және т.б. STEM-жобаларының кәсіби білім беру үдерісіндегі зерттеушілік және кеңістіктік ойлау дағдыларын дамытудағы рөлін көрсетті [6]. Отандық зерттеулер арасында М.С. Қаратаева және әріптестері STEM-қағидалары негізінде болашақ информатика мұғалімдерін даярлау мазмұнын ұсынды [7]. Р.И. Қадырбаева мен Х.К. Абдрахманова STEM-оқытуды цифрландыру жағдайында қолданудың дидактикалық нұсқауларын сипаттады [8], ал Г.С. Тулентаева мен К.М. Беркімбаев техникалық мамандарды даярлауда жоғары математиканы STEM тұрғысынан бейімдеу жолдарын қарастырды [9].

Жалпы алғанда, шетелдік және отандық әдебиеттерді талдау STEM-білім берудің табысты енгізілуі үшін құзыреттілікке негізделген тәсілдің, пәнаралық жобалық қызметтің және цифрлық технологияларды тиімді пайдаланудың маңыздылығын көрсетеді. Дегенмен Қазақстанда STEM-интеграциясының жүйелендірілген моделі мен кәсіби құзыреттіліктерді бағалау индикаторлары жеткілікті қалыптаспаған. Осыған байланысты бұл зерттеу кәсіби құзыреттілікті арттыруға бағытталған STEM-оқыту жүйесін жоспарлау мен оның тиімділігін бағалау моделін ұсынады.

Әдістер мен материалдар

2000-жылдардың басынан бастап АҚШ, Еуропа және Азияның жетекші университеттері белсенді түрде алға тартқан STEM-білімі еліміздің қазіргі білім беру реформасының негізгі бағыттарының бірі болып саналады. STEM студенттерді цифрлық экономика мен Индустрия 4.0 жағдайында кәсіби және пәнаралық қиындықтарға дайындауды қамтамасыз ете отырып, ғылымды, технологияны, инженерияны және математиканы біріктіреді. Кәсіби бағытталған STEM-оқыту тұжырымдамасы үш негізгі құндылықты қамтиды: пәндерді біріктіру, құзыреттілік нәтижелері және тәжірибеге бағытталған оқыту. Кәсіби даярлық жүйесіндегі STEM-білім берудің мақсаты әртүрлі салалардағы болашақ мамандардың кәсіби құзыреттіліктерін дамыту. Бұл құзыреттіліктер жұмысқа орналасуға, мансаптық өсуге және еңбек нарығының тез өзгертін талаптарына бейімделу қабілетіне тікелей байланысты.

Білім беру реформасының STEM-моделі келесі мақсаттарға қол жеткізуге бағытталған:

1. Нақты есептерді шешу үшін ғылым, технология, инженерия және математика саласындағы теориялық білімді қолдануды қамтамасыз ету;
2. Сыни ойлау мен инновациялық ойлауды қалыптастыратын жобалық және зерттеушілік оқытуды дамыту.

Бірінші мақсат — студенттердің білімді пассивті игеруге емес, STEM негізгі тұжырымдамаларына сай қабілеттер мен түсініктерді қалыптастыруға баса назар аударуы керек. Оқытудың белсенді және зерттеу әдістері студенттердің қызығушылығы мен сыни ойлауын ынталандыратын дәстүрлі тәсілді алмастыруы керек. Екінші мақсат — студенттердің ғылым, технология, инженерия және математика саласындағы теориялық білімдерін практикалық қолданумен біріктіру қабілетін дамыту. Бұл пәнаралық жобалық жұмысты игеруді, нақты міндеттерді шешуді, сондай-ақ кәсіби дағдыларды да, жеке қасиеттерді де қалыптастыруды қамтиды. Командалық оқыту студенттерді техникалық құзыреттілікпен қатар ынтымақтастық, коммуникация және бейімделу дағдыларын дамыта отырып, болашақ мансапқа дайындауда шешуші рөл атқарады.

STEM-оқыту бірқатар сипаттамалық айырмашылықтарына байланысты дәстүрлі оқыту моделінен төмендегідей ерекшеленеді:

- а) практика арқылы оқыту;
- б) қажеттіліктерге негізделген оқыту;
- в) инновациялар мен практикалық іске асырудың интеграциясы;
- г) пәнаралық топтық жұмыс;

STEM-оқыту циклін төрт кезеңге бөлуге болады: дизайн, жобалау, енгізу және қолдану (1-сурет). Қазақстандағы заманауи білім беру реформасы «жобалау» және «енгізу» сатысында тұр, онда теориялық білімді практикаға аударуға және студенттердің кәсіби құзыреттілігін дамытуға баса назар аударылады.

Бұл зерттеудегі оқу жоспары бакалавриаттың екінші курсында енгізілді. Бұл жоба қолданбалы математика, компьютерлік модельдеу, инженерлік жобалау, жаратылыстану ғылымдары мен технологиялық практика элементтерін біріктіретін тәжірибеге бағытталған интегративті курс ретінде әрекет етеді. Мұндай интеграцияланған курстың мақсаты — студенттерге бірінші курста алған шығармашылық, STEM-білімі мен қолданбалы дағдыларын күрделі кәсіби тапсырмалармен байланыстыруға мүмкіндік беру. Осы негізде студенттер инновациялық зерттеулерді, өнімді немесе процесті жобалауды, бағалауды, техникалық құжаттаманы және жүйелік шешімдерді жүзеге асыруды қоса алғанда, салалық талаптардың орындалуын меңгереді. Жұмыс командалық жобалар, көшбасшылық және проблемаларды бірлесіп шешу форматында жүзеге асырылады, бұл кәсіби құзыреттілікті қалыптастыруға және студенттерді заманауи пәнаралық практика талаптарына дайындауға ықпал етеді.



1-сурет. Интеграцияланған STEM-оқыту жүйесі

1-суретте интеграцияланған STEM-оқыту жүйесінің тұжырымдамалау кезеңінен басталып, даму кезеңінен өтіп және кәсіби құзыреттіліктерді жүзеге асыруға қол жеткізуіне дейін бейнеленген. Технологиялық ядроның негізін цифрлық платформалар мен пәнаралық интеграция құралдары

құрайды. Әдістер ретінде жобалық оқыту және құзыреттілікке бағытталған тәсілдер қолданылады. Сандық модельдеу, бірлескен платформалар және бағалау жүйелері қажетті құралдар.

Әр түрлі STEM-пәндері (ғылым, технология, инженерия және математика) мен оқу процесінің кезеңдері арасындағы сәйкестік 1-кестеде келтірілген.

1 - к е с т е

STEM-пәндерінің арасындағы сәйкестіктер

Қорытынды жоба	Пәндер	STEM кезеңі	Технологиялар / Құзыреттер	Әдістері	Құралдар / Ресурстар
Біріктірілген STEM-жобасы	Білім берудегі цифрлық сауаттылық және АКТ	Түсіну	Акт құзыреттіліктері	Жобалық оқыту	Сандық платформалар, LMS
	Математика	Әзірлеу	Міндеттерді шешу құзыреттіліктері	Бірлескен оқыту	GeoGebra, MATLAB
	Робототехника негіздері	Іске асыру	Техникалық және жобалық ойлау	Дизайн ойлау	Arduino, Tinkercad
	Ғылым және эксперименттік практика	Қолдану	Зерттеу және талдау дағдылары	Анықтама негізінде оқыту	Зертханалық жабдықтар, тренажерлер
	Пәнаралық командалық жоба	Интеграция	Байланыс және ынтымақтастық	Топтық жұмыс	Интернеттегі ынтымақтастық құралдары

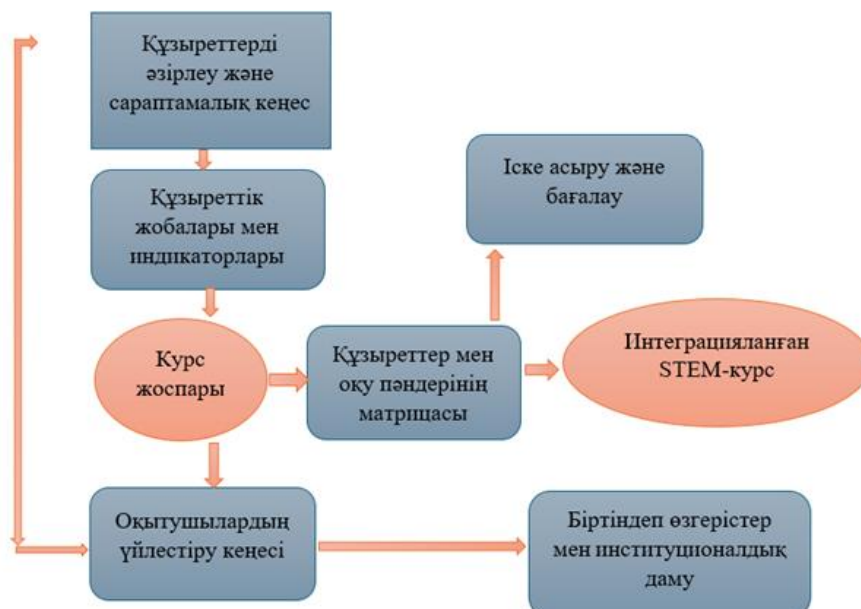
STEM-бағытындағы интеграцияланған кәсіптік даярлау жобасы (қорытынды жоба) барлық пәндерді біріктіретін және практикалық қызмет арқылы студенттердің кәсіби құзыреттіліктерін дамытуды қамтамасыз ететін соңғы компонент ретінде әрекет етеді. Бұл жоба арқылы студенттер теориялық білімнен қолданбалы есептерді шешуге ауысады, пәнаралық зерттеулер мен практикалық тапсырмаларды командалық форматта орындайды. Нәтижелер семестрдің соңында жобалық демонстрациялар мен аналитикалық есептер түрінде ұсынылады. Жұмыс барысында студенттер нақты STEM мәселелерін шешу, шығармашылық ойлауды дамыту және кәсіби дағдыларды көрсету үшін оқу барысында алынған білім мен цифрлық құралдарды пайдаланады. Қорытынды жоба Тұжырымдамалау (Т) және Жобалау (Ж) дағдыларын қалыптастыруға баса назар аударады, ал Іске асыру (І) және Дамыту (Д) дағдылары практикалық тапсырмалар мен командалық жұмыс арқылы біртіндеп қалыптасады [10]. Мұндай құрылым негізгі STEM-пәндері мен тереңдетілген кәсіби дайындық арасындағы байланысты қамтамасыз етеді. 2-кестеде төрт ТЖІД осі мен интеграцияланған STEM бағдарламасына енгізілген пәндер арасындағы сәйкестік көрсетілген.

2 - к е с т е

STEM-пәндерінің кәсіби құзыреттілікке сәйкестігі

STEM-пәндері	Тұжырымдамалау (Т)	Жобалау (Ж)	Іске асыру (І)	Дамыту (Д)
Математика және логика негіздері	3	2	1	1
Инженерлік графика және модельдеу	2	3	2	1
Технология және бағдарламалау	2	3	3	2
Ғылыми зерттеулер мен эксперименттер	3	2	3	3
Қорытынды жоба	4	4	4	4

*1 — негізгі үлес, 2 — орташа үлес, 3 — жоғары үлес, 4 — негізгі үлес

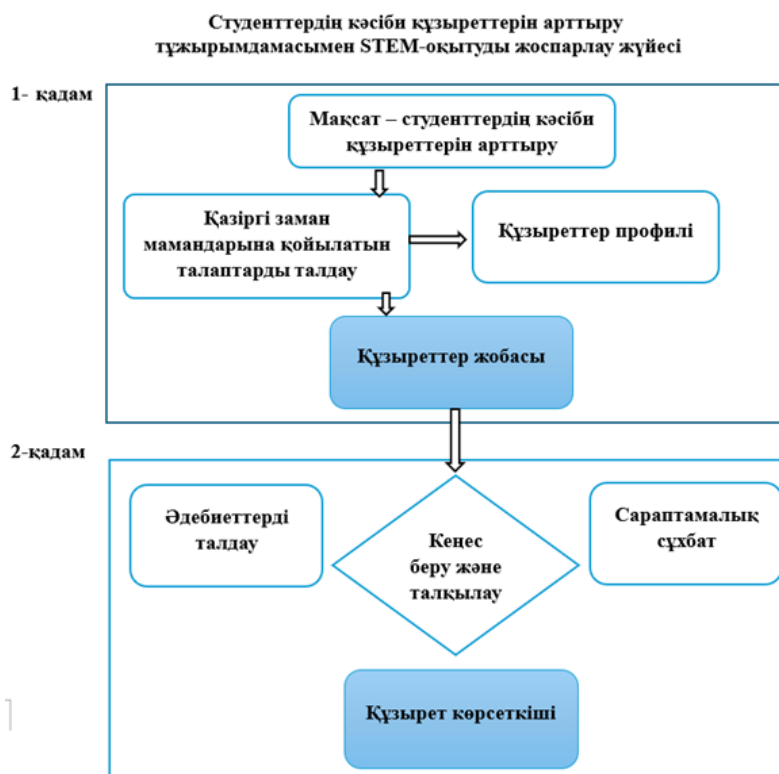


Білім беру жүйесіндегі қарқынды өзгерістер және болашақ мамандарды кәсіби даярлауға қойылатын талаптардың артуы жағдайында кадрларды даярлау жүйесін индустрия мен қоғамның қазіргі заманғы сұраныстарымен теңестіру басты міндеттердің бірі. Ол үшін базалық білімді игеруді қамтамасыз етіп қана қоймай, практикалық және пәнаралық құзыреттерді қалыптастыратын білім беру бағдарламаларын жоспарлау және енгізу қажет. Дамыған елдерде адам ресурстарын дайындау нақты кәсіби позицияларға нақты анықталған құзыреттілік талаптары негізінде құрылады. Бұл тәсіл оқыту жүйесін әзірленген құзыреттілік жобалары мен тиісті индикаторларды пайдалана отырып, еңбек нарығындағы сұраныс пен ұсыныс арасындағы байланыстырушы буын ретінде құруға мүмкіндік береді. Дәстүрлі оқу жоспарының орнына бұл зерттеуде күтілетін оқу нәтижелері ретінде «Кәсіби құзыреттілік жобалары мен индикаторлар» қолданылады. Бұл студенттерді STEM-бағыттарының талаптарына дайындау процесін бейімдеуге ғана емес, сонымен қатар халықаралық кәсіби дайындық стандарттарымен үйлесімділікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

101

зерделенеді және сұранысқа ие дағдыларды көрсететін жаңартылған «құзыреттілік профильдері» тұжырымдалады. Екінші кезеңде қалыптасқан құзыреттілік жобаларына сүйене отырып, әдебиеттерді талдау, сараптамалық сұхбаттар, оқытушылармен және индустрия өкілдерімен консультациялар мен талқылаулар арқылы STEM-оқытуда кәсіби құзыреттіліктің базалық көрсеткіштерінің жүйесі қалыптасады. Осы мәліметтер негізінде кәсіби қызметке қойылатын талаптарға сәйкес келетін және игеру деңгейлері бойынша жіктелетін құзыреттілік индикаторлары жасалады: базалық, орташа және жетілдірілген.

Осы зерттеуде әзірленген STEM-оқыту құзыреттілігінің жобасы 9 бөлім мен 36 көрсеткішті қамтитын үш санатқа бөлінді. Өртүрлі пәндер бойынша күтілетін оқу нәтижелерін және олардың құзыреттілік жобаларымен байланысын түсіну үшін зерттеуде оқытушылармен бірнеше үйлестіру кездесулері өткізілді. Бұл кездесулердің мақсаты оқытушыларды интеграцияланған STEM-бағдарламасын әзірлеу процесіне тарту, қолданыстағы бағдарламаға кіретін кәсіби құзыреттілік жобалары мен оқу модульдеріне қатысты сауалнамаларды толтыру болды.



3-сурет. Студенттердің кәсіби құзыреттіліктерін арттыру тұжырымдамасымен STEM-оқытуды жоспарлау жүйесі

Кәсіби құзыреттілікті арттыруға баса назар аудара отырып, студенттердің STEM-оқыту жүйесін жоспарлау процесінің суретте көрсетілген моделі аясында сәйкестік матрицасын қолдану арқылы нақтылауға болады. Бірінші кезеңде («құзыреттілік жобалары») мақсаттар айқындалады, қазіргі заманғы мамандарға қойылатын талаптар талданады және құзыреттілік бейіндері қалыптастырылады. Содан кейін бұл профильдер матрицаның тік бағандарына айналатын 36 құзыреттілік элементтеріне орналастырылады. Көлденең жолдар пәндердің оқу модульдерінен құрылады. Екінші кезеңде («құзыреттілік индикаторы») консультациялар, талқылаулар, сараптамалық сұхбаттар және әдебиеттерді талдау арқылы оқытушылар матрицаны толтырады. Әр ұяшықта оқу модулі мен тиісті құзыреттілік элементі арасындағы байланыс дәрежесі жазылады. Бұл ретте әрбір модуль үшін STEM-оқытудың атрибуттары және оқу нәтижелерін растайтын атрибуттар көрсетіледі. Кәсіби құзыреттілікті дамытуға бағытталған интеграцияланған STEM-оқыту жүйесі кіріспе курстарын, іргелі пәндерді, кәсіби модульдерді және қорытынды жобаларды қамтиды. Оқу процесін ұйымдастыру принциптеріне сүйене отырып, модульдік интеграцияның құрылымы 4-суретте көрсетілген. Зерттеу барысында STEM-оқыту жүйесін екі деңгейге бөліп қарастырдық:

1. Негізгі білім мен бастапқы құзыреттілікті қалыптастыруды қамтамасыз ететін кіріспе курстар мен іргелі ғылымдарды қамтитын базалық деңгей;

2. Тереңдетілген кәсіби құзыреттіліктер мен олардың индикаторларын дамытуға бағытталған мамандандырылған пәндерді, зерттеу тапсырмаларын және жобалау қызметін қамтитын кәсіби бағдарланған деңгей.

Нәтижелер болашақ педагогтарда зерттеу және жобалау дағдылары салыстырмалы түрде жоғары қалыптасқанын көрсетті. Цифрлық сауаттылық, пәнаралық интеграция және кәсіби-этикалық құзыреттерді одан әрі дамыту қажеттілігі байқалады.

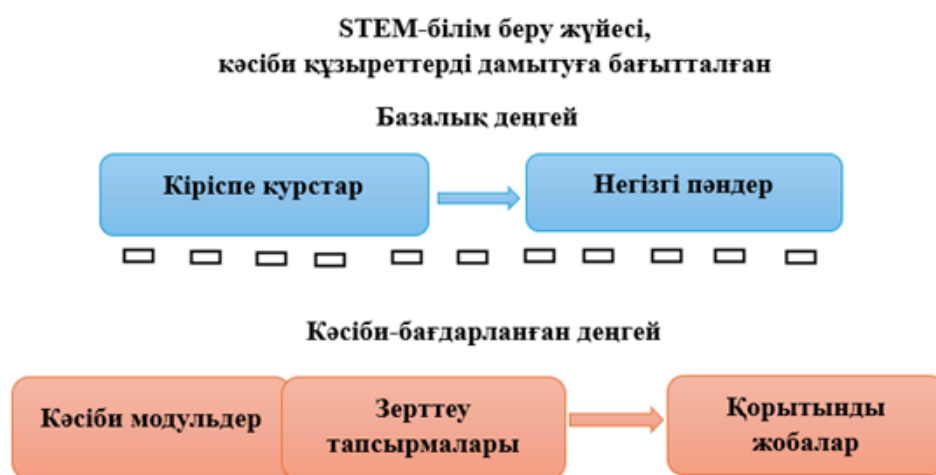
Интеграцияланған STEM-курстың келесі ерекшеліктері бар:

1. Жаратылыстану пәндері мен кәсіби пәндер бір-бірімен байланысты және бір-бірін қолдайды;

2. Осы курстардың мазмұны қорытынды жоба шеңберінде оқытудың күтілетін нәтижелерімен салыстырылады;

3. Қорытынды жобаларды тапсырмалар мен жұмыс кезеңдерін құрылымдауға мүмкіндік беретін жобалық басқару нысаны ретінде қарастыруға болады. Көлденең интеграция мақсатына жету үшін студенттердің білімі мен дағдыларын берілген тапсырмалардың ерекшеліктеріне сәйкес біріктіру қажет;

4. Топтық жұмыс барысында қорытынды жобалар тәжірибеге бағытталған міндеттерді шешуге, әртүрлі пәндерден жауап іздеуге ықпал етеді және құзыреттіліктерді қалыптастыруға бағытталған пәнаралық өзара әрекеттесуді қамтамасыз етеді.



4-сурет. Кәсіби құзыреттерді дамытуға бағытталған интеграцияланған STEM-білім беру жүйесі

Нәтижелер және оларды талдау

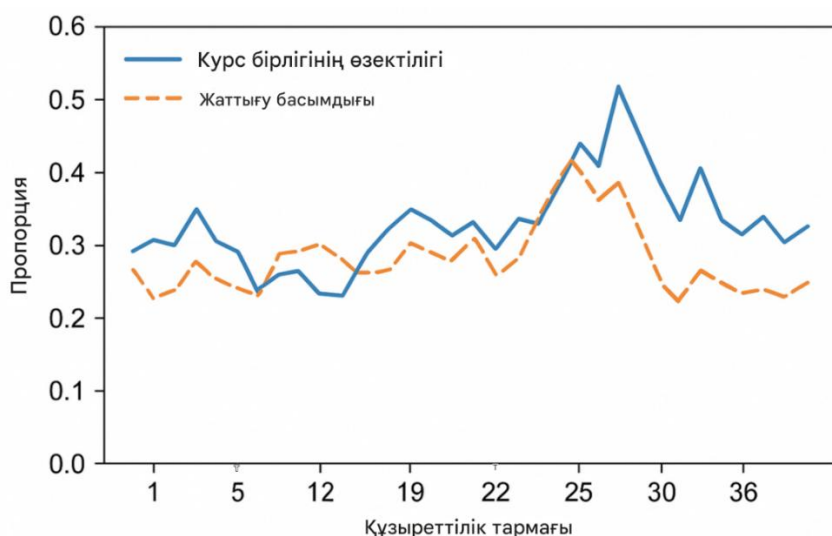
Бұл зерттеуде пилоттық интеграцияланған STEM-курсын іске асыруға қатысатын 20 оқытушыға сауалнама жүргізілді. Деректерді жинаудың статистикалық нәтижелері мен оқу модульдерінің өзектілігі және дайындық басымдықтары тұрғысынан құзыреттілік үлестерін бөлу қисығы 5-суретте көрсетілген. 36 кәсіби құзыреттілік индикаторы бойынша 6 STEM-пәнінің бөлінуін және оқытушылар сауалнамасының нәтижелерін көрсетеді. Нүктелі сызық кәсіби қоғамдастық пен индустрия өкілдерімен сараптамалық сұхбат барысында анықталған осы құзыреттердің басымдылығын көрсетеді. Пилоттық курс, ең алдымен, кәсіби дағдыларды қалыптастырудың бастапқы кезеңіндегі екінші курс студенттеріне бағытталғандықтан, бағдарламада негізгі және техникалық құзыреттіліктерді дамытуға назар аудару керек. Осыған байланысты екі қисық та ұқсас тенденцияларды көрсетеді деп күтілуде, бұл құзыреттіліктер STEM-оқыту принциптеріне сәйкес келеді. 5-суретте П1–П4 деп белгіленген вариациялық нүктелерді қоспағанда, бөлінбеген қисықтың көп бөлігі нүктелі сызықтың толқын тәрізді өзгеруімен сәйкес келеді.

– П1: № 5 құзыреттілік (инженерлік пәндердің іргелі қасиеттерін түсіну) № 6 құзыреттілікпен салыстырғанда аз үлеске ие (STEM-жобалау тұжырымдамаларын қолдану). Бұл курста материалдардың қасиеттерін теориялық тұрғыдан зерттеуге қарағанда қолданбалы жобалық тапсырмаларға көбірек көңіл бөлінетінін көрсетеді.

– П2: № 9 құзыреттілік (сандық модельдеу және прототиптеу принциптерін түсіну) төмен көрсеткіштерге ие. Бұл курстағы тиісті оқу модульдерінің үлесін арттыру қажеттілігін көрсетеді, өйткені цифрлық модельдер мен прототиптермен жұмыс істеу дағдылары кейінгі инженерлік және ғылыми жобалар үшін негіз.

– П3: № 29 құзыреттілік (зерттеу нәтижелерін цифрлық түрде ұсыну және қысқаша аналитикалық шолулар дайындау мүмкіндігі) төмен деңгейді көрсетеді. Ағымдағы курста осы дағдыларды қалыптастыруға бағытталған жеке оқу блоктары жоқ. Бұл құзыреттілік әмбебап санатына жататынына қарамастан, шағын есептерді, презентацияларды және қысқа топтық аналитикалық талқылауларды дайындау бойынша практикалық тапсырмаларды қосу осы дағдыны меңгеру деңгейін айтарлықтай арттыруға мүмкіндік береді.

– П4: № 33 құзыреттіліктің (командалық өзара әрекеттесу және коммуникацияны үйлестіру) көрсеткіштері де төмен. № 29 құзыреттілік сияқты, курста оны дамыту үшін тікелей тәртіп жоқ. Алайда пәнаралық STEM-командалары форматында қорытынды жобалық тапсырмаларды орындау осы дағдыларды қалыптастырудың ең тиімді құралы болады. Бұл тәсілдің сәттілігін оқытудың тиімділігін қорытынды бағалау негізінде тексеруге болады.



5-сурет. Интеграцияланған STEM-оқытудың маңыздылығы

Зерттеу нәтижелері STEM-интеграциясының тиімділігін бағалау кезінде тек пәндік білімге емес, пәнаралық құзыреттерге назар аудару қажет екенін көрсетті. Екінші курс студенттері курстың басында теориялық білімге ғана сүйенсе, семестр соңында инженерлік ойлау, командалық шешім қабылдау және цифрлық модельдеу бойынша айтарлықтай прогресс байқалды.

Сауалнама нәтижелері шетелдік зерттеулермен сәйкес келеді. Moore, Roehrig және Park STEM-жобалары студенттердің когнитивтік икемділігін күшейтетінін көрсетті. Біздің нәтижелер де студенттердің абстрактілі түсініктерді нақты инженерлік міндеттермен байланыстыру қабілеті артқанын дәлелдейді. Сонымен бірге бағалау қисығы көрсеткендей, кейбір құзыреттердің төмендігі оқу процесінде толықтыруды қажет ететін бағыттарды айқындап берді.

Осы зерттеу нәтижелері STEM-оқытудың кәсіби даярлықтағы рөлін күшейту қажеттілігін нақты растайды. Құзыреттілікке негізделген интеграцияланған модель болашақта оқу бағдарламаларын қайта құруға, бағалау жүйесін жаңартуға және университет–индустрия байланысын тереңдетуге мүмкіндік береді.

Қорытынды

Бұл зерттеу студенттердің STEM-оқыту жүйесін жоспарлау және кәсіби құзыреттілікті дамыту контекстінде қарастырады. Инженерлік-техникалық және пәнаралық құзыреттіліктерді қалыптастыру логикасына сәйкес, сондай-ақ оқу модульдері мен құзыреттілік индикаторларын біріктіру әдістерін қолдана отырып, STEM-білім беру философиясын тиімдірек жүзеге асыруға болады. Бұл тәсіл STEM-ді білім беру тұжырымдамасының өзегі ретінде қарастыруға мүмкіндік береді, студенттерге ғылыми-техникалық ойлау, жобалық қызмет және білімді практикалық қолдану принциптері туралы тұтас

түсінік береді. Бұл жұмыста құзыреттілік жобалар мен индикаторлар дәстүрлі оқытудың орнына STEM-оқытудың тиімділігін бағалау критерийлері болады. Мұндай тәжірибе құзыреттілікті дамытуды көздейтін тараптардың, яғни мемлекеттің, білім беру мекемелерінің, индустрияның және зерттеу ұйымдарының сұраныстарымен тығыз интеграциялауға ықпал етеді. Бұл өз кезегінде қазіргі қоғам мен еңбек нарығының талаптарына толық сәйкес келетін жоғары білімге арналған оқу модельдерін жобалауға мүмкіндік береді. «Құзыреттілік жобасы-Оқу модулі» матрицасын пайдалану теориялық оқыту мен практикалық қызмет арасындағы алшақтықты жоя отырып, STEM-курсының мазмұнын нақты кәсіби құзыреттіліктерді қалыптастыруға бағыттауға мүмкіндік береді. Оқу модульдерінің байланыс қисығын құзыреттіліктің басым қисығымен салыстыру жеке дайындық блоктарының жеткіліксіздігін немесе қайталануын болдырмай, оқу процесінің пропорциялары мен реттілігін түзету мүмкіндігін қамтамасыз етеді, осылайша интеграцияланған STEM-моделі білім беру тиімділігін айтарлықтай арттырады. Бұл тәсіл болашақ мамандарды дайындаудағы әдістемелік жаңашылдықтарды кеңейтіп, оқу ортасының сапасын жақсартуға бағытталған маңызды педагогикалық тетік ретінде қарастырылады, өйткені ол білім алушылардың кәсіби дамуын қолдайтын заманауи оқу экожүйесін қалыптастырады.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Исахова А.С. Жоғары білім беру қызметтеріндегі жаһандық трендтердің шетелдік тәжірибесі / А.С. Исахова, Р.Ж. Дуйскенова, Ж.С. Дюсембинова, В.В. Мищенко // «Тұран» университетінің хабаршысы» ғылыми журналы. — 2024. — № 2(102). — Б. 482–495. DOI: <https://doi.org/10.46914/1562-2959-2024-1-2-482-495>
- 2 Халикова К.З. Білім беруді цифрлық жүйеге көшірудің өзекті мәселелері / К.З. Халикова // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің хабаршысы. «Педагогика ғылымдары» сериясы. — 2020. — Т. 67, № 3. — Б. 41–49. DOI: <https://doi.org/10.51889/2020-3.1728-5496.05>
- 3 Қаратаева М.С. STEM білім беруде болашақ информатика мұғалімдерін даярлаудың мазмұны / М.С. Қаратаева, К.М. Беркімбаев, Л.К. Жайдакбаева // Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінің хабаршысы. Педагогика. Психология. Әлеуметтану сериясы. — 2023. — Т. 145, № 4. — Б. 110–120. DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6895-2023-145-4-110-120>
- 4 Violante M.G. Guidelines to design engineering education in the twenty-first century for supporting innovative product development / M.G. Violante, E. Vezzetti // European Journal of Engineering Education. — 2017. — Vol. 42, No. 6. — P. 1344–1364. DOI: <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1293616>
- 5 Atmojo S.E. The impact of STEM integration in Pancasila character-oriented learning on the professional competence of Indonesian elementary school teacher candidates / S.E. Atmojo, B.D. Lukitoaji, M.D. Anggriani // Revista de Gestão Social e Ambiental. — 2024. — Vol. 18, No. 7. — P. 1–23. DOI: <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n7-026>
- 6 Derevyanchuk O. Implementation of the STEM project “Modeling of spatial images of stellated polyhedra” in the professional training of future vocational education teachers / O. Derevyanchuk, N. Ridei, N. Tytova, V. Ravlyuk, O. Yatsko // Edelweiss Applied Science and Technology. — 2025. — Vol. 9, No. 1. — P. 89–105. DOI: <https://doi.org/10.55214/25768484.v9i1.3623>
- 7 Каратаева М.С. «STEM» білім беру бағдарламасы негізінде болашақ информатика педагогтарын даярлаудың дидактикалық шарттары / М.С. Каратаева, В.В. Гриншкун, Г.С. Каратаев // Абылай хан атындағы Қазақ халықаралық қатынастар және Әлем тілдері университеті. «Педагогика ғылымдары» сериясы. — 2023. — Т. 68, № 1. — Б. 86–102. DOI: <https://doi.org/10.48371/PEDS.2023.68.1.006>
- 8 Қадырбаева Р.И. Білім беруді цифрландыру жағдайында STEM-оқытуды қолданудың дидактикалық нұсқаулары / Р.И. Қадырбаева, Х.К. Абдрахманова, К.Б. Құдайбергенова // Ясави университетінің хабаршысы. — 2024. — № 2 (132). — С. 204–217. DOI: <https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.55>
- 9 Тулентаева Г.С. STEAM білім беру жағдайында техникалық мамандарды даярлау үшін жоғары математика мазмұнының және оқу кешенін әзірлеу / Г.С. Тулентаева, З.Т. Сейлова, К.М. Беркімбаев // Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің хабаршысы. Педагогикалық ғылымдар сериясы. — 2024. — № 2 (81). — Б. 154–167. DOI: <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2023.80.4.015>
- 10 Prince M. A conceptual framework for progressively developing students' team and problem solving skills across the curriculum [Electronic resource] / M. Prince, M. Hanyak, B. Hoyt, D.C. Hyde, E.J. Mastascusa, W. Snyder, M. Aburdene // Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. — 2002. — P. 16–19. — Access mode: <https://peer.asee.org/developing-problem-solving-and-team-skills-across-the-engineering-curriculum.pdf>

А.Е. Карымсакова, А.Ж. Баймуратова, Н.А. Лили

Концепция планирования системы обучения STEM, направленная на повышение профессиональной компетентности студентов

Данное исследование направлено на разработку системы учебных модулей STEM-обучения, основанных на концепции повышения профессиональных компетенций. Целью является совершенствование подготовки будущих специалистов и решение глобальной проблемы несоответствия выпускников вузов практическим и междисциплинарным требованиям современной индустрии. В соответствии с задачами инновационного образования и интеграцией науки, технологий, инженерии и математики (STEM) была создана система взаимосвязанных дисциплин, структурированных на принципах компетентностно-ориентированного обучения. В качестве завершающего компонента внедрён Интегрированный проект профессиональной подготовки в STEM-направлении (финальный проект), обеспечивающий практическое применение полученных знаний и навыков. Учебные дисциплины были разработаны на основе ключевых профессиональных компетенций, что позволило по результатам обучения обеспечить формирование как предметных, так и универсальных навыков. В рамках анализа существующей программы была применена «матрица соответствия компетенций и дисциплин», позволяющая преподавателям определить, что именно необходимо преподавать, в какой последовательности и в каком объёме. Разработка курса осуществлялась на основе модульного принципа, сочетающего теоретическую, практическую и проектную деятельность, что обеспечило взаимосвязь фундаментальных и профессиональных дисциплин. Дополнительно была внедрена модель командного обучения, способствующая развитию у студентов навыков решения комплексных практических задач. Результаты исследования были апробированы в рамках STEM-ориентированных курсов на университетском уровне. После нескольких циклов экспериментального преподавания и корректировки учебных планов интегрированная модель STEM-обучения показала свою эффективность в формировании профессиональных компетенций студентов и достижении целей модернизации образования.

Ключевые слова: STEM-обучение, профессиональные компетенции, компетентностно-ориентированное обучение, интегрированный проект, модульная система, практико-ориентированное обучение, STEM-модель обучения, интегрированный STEM-подход.

A.Ye. Karymsakova, A.Zh. Baimuratova, N.A. Lili

A conceptual framework for planning a STEM education system aimed at enhancing students' professional competence

This research is aimed at developing a system of STEM learning modules based on the concept of professional competence development. The aim is to improve the training of future specialists and solve the global problem of university graduates' inconsistency with the practical and interdisciplinary requirements of the modern industry. In accordance with the objectives of innovative education and the integration of science, technology, engineering, and mathematics (STEM), a system of interrelated disciplines has been created, structured on the principles of competence-based learning. As a final component, an Integrated STEM-based Professional Training Project (final project) has been implemented, ensuring the practical application of the acquired knowledge and skills. According to the results of the training, the academic disciplines were developed on the basis of key professional competencies, which allowed for the formation of both subject and universal skills. As part of the analysis of the existing program, a «competence and discipline matching matrix» was applied, allowing teachers to determine what exactly needs to be taught, in what sequence and to what extent. The course was developed on the basis of a modular principle combining theoretical, practical and project activities, which ensured the interconnection of fundamental and professional disciplines. Additionally, a team learning model was introduced, which promotes the development of students' ability to solve complex practical problems. The results of the study were tested within STEM-oriented courses at the university level. After several cycles of experimental teaching and curriculum adjustments, the integrated STEM learning model has shown its effectiveness in shaping students' professional competencies and achieving educational modernization goals.

Keywords: STEM education, professional competencies, competence-based learning, integrated project, modular system, Experiential learning, STEM-based learning model, Integrated STEM education.

References

- 1 Isakhova, A.S., Duyskenova, R.Zh., Dyusembinova, Zh.S., & Mishchenko, V.V. (2024). Zhogary bilim beru qyzmetterindegi zhahandyq trendterdin sheteldik tazhiribesi [Foreign Experience of Global Trends in Higher Education Services]. «*Turan universitetiniñ khabarshysy*» gylymi zhurnaly — Scientific Journal “*Bulletin of Turan University*”, 2(102), 482–495. <https://doi.org/10.46914/1562-2959-2024-1-2-482-495> [in Kazakh].
- 2 Khalikova, K.Z. (2020). Bilim berydi tsifrlyq zhuiege koshirydin ozekti maseleleri [Current Issues of Transition to a Digital Education System]. *Abai atyndagy Qazaq ulttyq pedagogikalyq universitetinin khabarshysy. «Pedagogika gylymdary» seriasy — Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences*, 67(3), 41–49. <https://doi.org/10.51889/2020-3.1728-5496.05> [in Kazakh].
- 3 Karataeva, M.S., Berkimbaev, K.M., & Zhaidakbayeva, L.K. (2023). STEM bilim berude bolashaq informatika muğalimderin daiarlaydyn mazmuny [Content of Training Future Computer Science Teachers in STEM Education]. *L.N. Gumilev atyndagy Euraziia ulttyq universitetinin khabarshysy. Pedagogika. Psikhologiya. Aleumettanu seriasy — Bulletin of L.N. Gumilyov Eurasian National University. Series: Pedagogy. Psychology. Sociology*, 145(4), 110–120. <https://doi.org/10.32523/2616-6895-2023-145-4-110-120> [in Kazakh].
- 4 Violante, M.G., & Vezzetti, E. (2017). Guidelines to design engineering education in the twenty-first century for supporting innovative product development. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 1344–1364. <https://doi.org/10.1080/03043797.2017.1293616>
- 5 Atmojo, S.E., Lukitoaji, B.D., & Anggriani, M.D. (2024). The impact of STEM integration in Pancasila character-oriented learning on the professional competence of Indonesian elementary school teacher candidates. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(7), 1–23. <https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n7-026>
- 6 Derevyanchuk, O., Ridei, N., Tytova, N., Ravlyuk, V., & Yatsko, O. (2025). Implementation of the STEM project “Modeling of spatial images of stellated polyhedra” in the professional training of future vocational education teachers. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(1), 89–105. <https://doi.org/10.55214/25768484.v9i1.3623>
- 7 Karataeva, M.S., Grinshkun, V.V., & Karataev, G.S. (2023). STEM bilim beru bagdarlamasyryn negizinde bolashaq informatika pedagogtaryn daiarlaudyn didaktikalyq sharttary [Didactic Conditions for Training Future Computer Science Teachers Based on the STEM Education Program]. *Abylai khan atyndagy Qazaq khalyqaralyq qatynastar zhane Alem tilderi universitetinin khabarshysy. «Pedagogika gylymdary» seriasy — Bulletin of Kazakh Ablai Khan University of International Relations and World Languages. Series “Pedagogical Sciences”*, 1(68), 86–102. <https://doi.org/10.48371/PEDS.2023.68.1.006> [in Kazakh].
- 8 Kadyrbayeva, R.I., Abdrakhmanova, Kh.K., & Kudaibergenova, K.B. (2024). Bilim berudi cifrandyru zhagdaiynda STEM-okytudy koldanudyn didaktikalyk nuskaulary [Didactic Guidelines for the Use of STEM Education in the Context of Education Digitalization]. *Yasavi universitetinin khabarshysy — Bulletin of Yasawi University*, 2(132), 204–217. <https://doi.org/10.47526/2024-2/2664-0686.55> [in Kazakh].
- 9 Tulentayeva, G.S., Seilova, Z.T., & Berkimbaev, K.M. (2024). STEAM bilim beru zhagdaiynda tehnikalyk mamandardy dayarlau ushin zhogary matematika mazmunynyn zhane oku keshenin azirleu [Development of Higher Mathematics Content and an Educational Complex for Training Technical Specialists in the Context of STEAM Education]. *Abai atyndagy Qazaq ulttyq pedagogikalyq universitetinin khabarshysy. Pedagogikalyq gylymdar seriasy — Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences*, 2(81), 154–167. <https://doi.org/10.51889/2959-5762.2023.80.4.015> [in Kazakh].
- 10 Prince, M., Hanyak, M., Hoyt, B., Hyde, D.C., Mastascusa, E.J., Snyder, W., & Aburdene, M. (2002). A conceptual framework for progressively developing students’ team and problem-solving skills across the curriculum. *Proceedings of the 2002 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition* (pp. 16–19). Retrieved from <https://peer.asee.org/developing-problem-solving-and-team-skills-across-the-engineering-curriculum.pdf>

Information about the authors

Karymsakova A.Ye. — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Department of Computer Science, NJSC “L.N. Gumilyov Eurasian National University”, Astana, Kazakhstan; e-mail: hatae@mail.ru; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8982-1662>

Baimuratova A.Zh. (contact person) — PhD Student, Department of Computer Science, NJSC “L.N. Gumilyov Eurasian National University”, Astana, Kazakhstan; e-mail: akbope1992@yandex.kz; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0002-4535-6054>

Lili N.A. — PhD, Associate Professor, Faculty of Computer Science and Information Technology, Department of “Multimedia”, University of Putra Malaysia, Serdang, Malaysia; e-mail: liyana@upm.edu.my; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-2390>