

Г.К. Жусупкалиева¹, Б.У. Куанбаева^{1*}, М.Е. Рахметов¹

¹Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті
Атырау қ., 060011, Қазақстан Республикасы
*e-mail: Bayan_Kuanbaeva@mail.ru

STEM ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖҮЗЕГЕ АСЫРУ ЖӘНЕ ДАМУДА ФИЗИКА МҰҒАЛІМДЕРІНІҢ ДАЙЫНДЫҒЫН ЗЕРТТЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ

Аңдатпа.

Мақалада әлемдік білім беру үдерістердің бірі – STEM технологиясын жүзеге асырудағы физика пәнінің мұғалімдерінің тәжірибелері зерттеледі. STEM білім беру – пәндердің интеграциясын білдіреді және оқушыға ғылым мен техниканы күнделікті өмірде қалай қолдану керектігін көрсетеді.

Білім алушылардың математика, информатика және жаратылыстану ғылымдарын меңгеру арқылы өмірлік және технологиялық мәселелерді шешудің жобалау әдістерін меңгеруі, интеграцияланған білімді практикалық қолдануды жоғары деңгейге жеткізуі үшін мектеп мұғалімдерінің тиісті дайындыққа деген қажеттіліктері қарастырылады.

Авторлар мемлекетімізге STEM технологияларын енгізудің негізгі өзекті мәселелерін анықтап көрсетеді: жоғары білікті кадрларды даярлау жүйесінде тұжырымдамалық негіздерді дамыту; мұғалімдердің біліктілігін арттырудың тәжірибеге бағытталған курстарын ұйымдастыру; бакалавриат және магистратура бағдарламаларын қамтамасыз ету үшін технологиялық және инженерлік білімі бар мамандарды кеңінен тарту қажеттілігі.

STEM технологияны қолдану жағдайын анықтау мақсатында авторлар Қазақстанның батыс аймағының қалалары бойынша мектеп мұғалімдерімен эмпирикалық зертеулер жүргізген. STEM технологиясын енгізу кезінде мұғалімдер әдістемелік көмек пен қолдау қажет ететіндіктері анықталды. Мұғалімдер білім беру жүйесіндегі жаңашылдықтарға дайын, тәжірибеге бағдарланған және жобалық оқытуды іске асыру олардың қызығушылықтарын тудырады. STEM білім беру практикасымен айналысатын педагогтарды желілер мен қауымдастықтарға қосу және тәжірибе алмасу қажеттілігі анықталған.

Негізгі сөздер: STEM технологиясы, мұғалімдер тәжірибесі, қайта даярлау, эмпирикалық зерттеулер, әдістемелік көмек.

Кіріспе.

STEM білім берудің әлемдік тәжірибесінің қазіргі жағдайы осы салаға деген қызығушылықтың артуымен және оны дамытуға күш салумен сипатталады. Көптеген елдерде студенттердің ғылымға, технологияға, инженерияға және математикаға қызығушылығын оятатын бағдарламалар мен бастамалар бар.

Мақала мақсаты: STEM технологиясын жүзеге асырумен дамытуда физика мұғалімдерінің дайындығын сауалнама негізінде зерделеу жіне нәтижесінде проблемаларын анықтап, ұсыныстар әзрлеу.

STEM білім беруді дамытудың маңызды бағыты жобалық оқыту, интерактивті дәрістер, заманауи технологиялар мен жабдықтарды пайдалану сияқты оқытудың жаңа әдістерін енгізу болып табылады. Студенттер үшін практикалық курстар мен тәжірибелерді құру бойынша мектептер, университеттер және бизнес арасындағы ынтымақтастық та белсенді түрде дамып келеді [1].

Қазіргі STEM білім берудің маңызды аспектісі гендерлік теңдік пен инклюзия мәселелеріне де назар аудару болып табылады. Көптеген бағдарламалар мен бастамалар студенттерді STEM пәндерін оқуға тартуға бағытталған.

Осылайша, қоғамның ғылыми-техникалық әлеуетін дамытуға және болашаққа білікті мамандарды дайындауға ықпал ететін заманауи STEM білім беру қолжетімді, қызықты және жан-жақты болып келеді.

STEM (ғылым, технология, инженерлік-математика) біліміне келетін болсақ, оқыту әдістерінің тиімділігі студенттердің табысқа жетуінде шешуші рөл атқарады. Төменде STEM оқытуда қолдануға болатын тиімді әдістер берілген [2]:

Проблемалық оқыту: Студенттер теориялық білімдерін практикада қолдануға және есептерді шешу дағдыларын дамытуға мүмкіндік беретін өмірлік мәселелерді шешеді.

Ынтымақтастықпен оқыту: Топта жұмыс істеу оқушыларға пікір алмасуға, бір-бірінен үйренуге, қарым-қатынас пен топта жұмыс істеу дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді.

Интерактивті оқыту әдістері: Интерактивті технологияларды, виртуалды зертханаларды және модельдеуді қолдану студенттерге күрделі ұғымдарды елестетуге және материалды түсінуді жақсартуға көмектеседі.

Жобаға негізделген оқыту: Студенттер жоспарлау, ұйымдастыру және өз бетінше жұмыс істеу дағдыларын дамытуға көмектесетін ұзақ мерзімді жобалармен жұмыс істейді.

Тәжірибелік іс-әрекет: Зертханалық жұмыстарды, тәжірибелерді және практикалық жаттығуларды орындау студенттерге теориялық білімдерін практикада қолдануға және түсініктерін нығайтуға көмектеседі.

Бейімделетін оқыту: Жекелендірілген оқыту тәсілдерін пайдалану мұғалімдерге материалды әр оқушының білім деңгейіне және қажеттіліктеріне сәйкес келтіруге мүмкіндік береді.

STEM (ғылым, технология, инженерия және математика) салаларындағы білім беру нәтижелері бүкіл әлем бойынша экономикалық даму мен инновацияда шешуші рөл атқарады. Осы бағыттағы білім беру нәтижелерін талдау студенттердің дайындық деңгейін бағалауға, сондай-ақ ғылыми-техникалық салаларды дамыту үшін елдің әлеуетін анықтауға мүмкіндік береді [3].

Бүкіл әлемде жүргізілген зерттеулерге сәйкес, STEM білім берудің нәтижелері елге және білім деңгейіне байланысты айтарлықтай өзгереді. Мысалы, АҚШ, Жапония, Германия және Оңтүстік Корея сияқты кейбір елдерде STEM білім беру деңгейі жоғары және ғылыми-техникалық жетістіктер бойынша әлемдік рейтингте жетекші орындарға ие [4].

Дегенмен, STEM бойынша білім беру нәтижелері көп нәрсені қаламайтын елдер де бар. Мысалы, кейбір дамушы елдерде STEM білім беру деңгейі жеткіліксіз қаржыландыруға, білікті мұғалімдердің жетіспеушілігіне және ескірген оқу бағдарламаларына байланысты төмен.

Бүкіл әлемде STEM бойынша білім беру нәтижелерін жақсарту оқу бағдарламаларының сапасын жақсарту, мұғалімдердің сапасын жақсарту, білімге қолжетімділікті арттыру және білім беру мекемелері мен өндіріс арасындағы ынтымақтастықты ынталандыру сияқты кешенді шараларды қажет етеді [5].

Кесте 1 – Физика мұғалімдерін даярлаудағы кейбір әлемге әйгілі университеттердің білім беру тәжірибесін талдау

Университет	Физика мұғалімдерін даярлау бағдарламасы	Ерекшеліктері
Кембридж университеті	Физикаға бағытталған PGCE (postgraduate Certificate in Education)	Теориялық оқыту мен мектеп сыныптарындағы практикалық тәжірибені қамтитын қарқынды бағдарлама.
Гарвард университеті	Жер және физика ғылымдарына баса назар аударып, білім	Академиялық зерттеулерге баса назар аударып, оқытып,

	беру бойынша магистрлік бағдарлама	мектептерде физика пәнінен сабақ бергісі келетін студенттер үшін қолайлы.
Стэнфорд университеті	Физикаға баса назар аударатырып, білім беру магистрлік бағдарламасы (MA)	Ол кең тәжірибелік сабақтарды және балалармен жұмыс істейтін мектептерде тағылымдамадан өту мүмкіндігін қамтиды.
Массачусетс технологиялық институты (MIT)	Білім және ғылым бағдарламалары арқылы физика мұғалімдерін даярлау бағыты	Жоғары ғылыми базаға және білім беру үдерісіндегі инновацияларға баса назар аударуға негізделген.
Оксфорд университеті	Кәсіби бағдарланған PGCE (postgraduate Certificate in Education)	Студенттерге мектеп ортасында жұмыс істеу үшін қажетті педагогикалық дағдылар мен практикалық тәжірибе ұсынады.
Ескерту: авторлармен құрастырылған		

Бұл кестеде шетелдің негізгі университеттерге және олардың физика мұғалімдерін даярлау бағдарламаларына шолу жасалды, әр бағдарламаның негізгі аспектілерін көрсетеді.

Осылайша, әлемнің әртүрлі елдеріндегі STEM саласындағы білім беру нәтижелерін талдау білім беру жүйесіндегі проблемалар мен кемшіліктерді анықтауға және білім сапасын арттыру және ғылыми-технологиялық өндірістерді дамыту мақсатында оларды шешу стратегияларын әзірлеуге мүмкіндік береді.

Теориялық зерттеулерімізде STEM білім берудің қолданыстағы тұжырымдамалары мен үлгілерін талдауды, технологиялар мен оқыту әдістерін зерттеуді және осы саладағы бұрынғы зерттеулердің нәтижелері талданды. Мұндай зерттеулер STEM білім беруді жүзеге асырудың негізгі принциптері мен тәсілдерін анықтауға, оның мақсаттары мен міндеттерін анықтауға, осы тәсілдің артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтауға көмектеседі [6].

Эмпирикалық зерттеулерімізде STEM тәсілі шеңберінде практикалық эксперименттер, бақылаулар, деректерді талдау және оқыту нәтижелерін жүргізуді қамтиды. Мұндай зерттеулер тиімділікті бағалауға мүмкіндік береді.

Қазақстандағы STEM білім беру бағыты бойынша жүргізген зерттеу нәтижемізде 2016-2017 оқу жылынан бастап 2500 мектепте «Робототехника» элективті курсы іске асырылатыны, 1100 мектепте робототехника зертханасы ашылғаны, 1626 мектепте 32 мыңнан астам оқушыны қамтитын «Робототехника» үйірмесі жұмыс істейтіні, 2023 жылы 757 STEM-кабинет ашылғаны анықталды. STEM-нің республикада танымал болуына, ең алдымен, STEM білім беруді қолдайтын коммерциялық емес ұйымдар санының өсуі ықпал етеді [7].

Қазақстанда физиканы оқытуда STEM жүйесінің болмауы білім алушыларды заманауи еңбек нарығының талаптарына дайындауға және елдегі ғылыми-техникалық салаларды дамытуға кері әсерін тигізуі мүмкін.

STEM білім алушыларға инновациялар мен экономикалық дамудың кілті, STEM (ғылым, технология, инженерия және математика) салаларында жұмыс істеу үшін қажетті білім мен дағдыларды береді. STEM-ді физика бойынша оқу бағдарламасына енгізу студенттерге кеңірек білім алуға және оларды заманауи әлемдегі болашақ мансапқа дайындауға мүмкіндік береді [8].

Сондықтан Қазақстанның оқу орындары білім алушылардың сапалы білім алуын және болашақ мансапқа дайындалуын қамтамасыз ету үшін физика және басқа ғылымдар бойынша оқу бағдарламаларына STEM-ді енгізудің маңыздылығына назар аударуы маңызды [9].

Анықтау экспериментінің мақсаты физика мұғалімдері үшін STEM білімінің таралу дәрежесі мен өзектілігін, оның теориялық және практикалық аспектілерде STEM білімінің негізгі құрамдас бөлігі ретінде физиканы оқыту процесімен байланысын зерттеу болды [10].

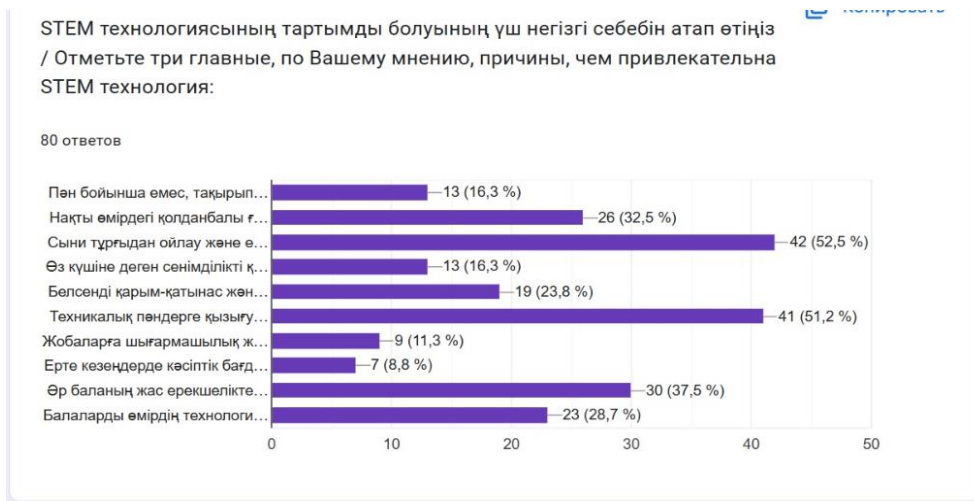
Зерттеу материалдары мен әдістері.

Зерттеу мақсатына жүзеге асыру үшін Атырау, Ақтау, Орал қалаларының жалпы білім беру мекемесінің 120 физика пәні мұғалімдері мен ЖОО-ның 18 оқытушысымен зерттеудің эмпирикалық әдістердің бірі – сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижелері талданып, қорытындыланды.

Нәтижелер және оларды талқылау.

Сауалнаманың «Сіз физиканы оқытуда STEM технологиясын қолданасыз ба?» сұрағына сәйкес, алынған жауаптар, мектеп мұғалімдері (ЖОО оқытушылары): Иә, мен оны кеңінен қолданамын – 12,2 (0%); Сирек жағдайларда қолданамын – 59,8 (55,6%); Мен қолданбаймын/пайдалана алмаймын – 28/33,3%. Жауаптар нәтижесі, мұғалімдердің STEM білімі туралы жалпы түсінікке ие екендіктерін көрсетті.

Келесі сұрақ STEM технологиясымен жұмыс істеудің басты ерекшеліктерін анықтауға байланысты қойылды (1-сурет). STEM технологиясының тартымды болуының үш негізгі себебін атап өтіңіз: Пән бойынша емес, тақырып бойынша кіріктірілген оқыту – 13 (16,3%); ғылыми-техникалық білімді нақты өмірде қолдану – 26 (32,5%); сыни тұрғыдан ойлау мен есептерді шешу дағдыларын дамыту – 42 (52,5%); өзіне деген сенімді нығайту – 13 (16,3%); белсенді өмірлік ұстаным, коммуникация және командалық жұмыс – 19 (23,8%); техникалық пәндерге қызығушылықты дамыту – 41 (51,2%); жобаларға креативті және инновациялық көзқарас – 9 (11,3%); әр баланың жас және жеке ерекшеліктерін ескере отырып, балалармен сабақ өткізу арқылы техникалық шығармашылық мотивациясын дамыту – 30 (37,5%); ерте жастан кәсіптік бағдарлау жасы – 7 (8,8%); балаларды өмірдегі технологиялық жаңалықтарға дайындау – 23 (28,7%). Нәтижелер көрсеткендей, мектеп мұғалімдері мен ЖОО оқытушылары STEM технологиясымен жұмыс істеу сыни тұрғыдан ойлауды және есептерді шешу дағдыларын, техникалық пәндерге қызығушылықты, техникалық шығармашылыққа деген ынтаны дамытатындығымен қызықты деп есептейді.



Сурет 1 – Сауалнама нәтижелері

Ескерту: STEM технологияларын қолдану тәжірибесін зерттеу мақсатында STEM дамыту және ілгерілетуге арналған сауалнама/Статистикалық жинақ қазақ және орыс тілдерінде

Мұғалімдердің басым бөлігі оқу үдерісінде ситуациялық тапсырмаларды қолданатындығы 52,4 (43,6)%, білім алушылардың зерттеу дағдылары есептерді шешу кезінде 78,3 (80)% қалыптасатындығын құптайтындықтары белгілі болды.

Оқыту үдерісінде мұғалімдер мен оқытушылар физика мәселелерін шешуде пәнаралық байланыстарға жеткілікті назар аударады 81 (62)%. Алайда, олар STEM технологиясын енгізу кезінде әдістемелік көмек пен қолдау қажет ететіндіктері – 74,7 (72,2)% анықталды.

Сонымен қатар, білім беру мекемелерінде STEM технологияларын қолдану тәжірибесін зерттеу мақсатында STEM дамыту және ілгерілетуге арналған іс-шаралар талданды (<https://forms.gle/7DE76wN7McoQcVL76> сілтеме бойынша сауалнама жүргізілді). Сауалнамаға 112 педагог тартылды. 2 а, ә, б, в – суреттерде сауалнама көрсеткіштері берілген. Көптеген тәрбиешілер STEM дамыту мен жүзеге асыру келесідей әрекеттерді қамтамасыз етеді:



а)



ә)



б)



в)

Сурет 2 а, ә, б, в – STEM дамыту және ілгерілетуге арналған іс-шаралар
Ескерту: STEM дамыту және жылжыту бойынша келесі сауалнамалар нәтижесі/Статистикалық жинақ қазақ және орыс тілдерінде

Қорытынды.

Шетелдік және отандық әдебиеттерге шолу және эмпирикалық талдаулар негізінде келесідей қорытындылар алынды.

1. Қазіргі уақытта мектеп жаратылыстану ғылымдарының интеграциясына көбірек көңіл бөле отырып, білім беру процесін жетілдіруде. Инженерлік-техникалық даярлықтың негізгі қағидаттары, пәнаралық білімді енгізу, практикалық оқыту мен жобалық қызметке баса назар аудару өзекті болып табылады.

2. Мектептерде STEM білім беруді табысты енгізу үшін педагогикалық ұжыммен өзара әрекеттесудің жаңа моделін құру қажет. Мұғалімдер қызметінің екі негізгі бағыты анықталды: ғылыми-зерттеу жұмыстары және сала өкілдерімен ынтымақтастық.

3. STEM білімінің әртүрлі вариациялары аймақтық деңгейде таралады. Физика мұғалімдері студенттерімен STEM біліміне дайын екендіктерін білдіреді. STEM технологияларын енгізу кезінде әдістемелік көмек пен қолдау қажет. Сондай-ақ, оқыту процесінде физика курсын сақтай отырып, STEM білімі оқушыларды жеке курсқа дайындау үшін көп нәрсені қалайды.

4. Мұғалімдер білім беру жүйесіндегі жаңашылдықтарға дайындалуы және қайта даярлаудан өтулері керек. STEM білім беру практикасымен айналысатын педагогтарды желілер мен қауымдастықтарға қосу және тәжірибе алмасу қазіргі заманның қажеттілігі болып табылады.

5. STEM технологиясын жүзеге асыру арқылы мұғалімдердің және болашақ мұғалімдердің кәсіби құзіреттілігі артады.

Қаржыландыру туралы ақпарат.

Мақала AP19678865 «Болашақ мұғалімнің кәсіби дайындығында STEM технологиялары негізінде физикалық есептерді шешуді үйрету процесін оңтайландыру» жобасын орындау аясында дайындалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1 Жусупкалиева Г., Куанбаева Б., Салтанова Г., Тумышева А., Рахметов М. Физикалық есептерді шығару үдерісінде STEM технологиясын қолдану. Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясының Хабаршысы». — №4. — 2023. — Б. 119-130

2 Li Y., Hibbard R., Sercombe P., Kelk A., Xu C. (2021). Inspiring and engaging high school students with science and technology education in regional Australia. STEM Educ., 1, 2. 114 p.

3 Имашев Г., Куанбаева Б.У., Тумышева А.А., Салыкбаева Ж. Усиление политехнической направленности изучения курса физики в соответствии с уровнем развития современной техники. Мир науки, культуры, образования. — №4(89). — 2021. — С. 35-38

4 Bocharova J.Yu., Bagachuk A.V., Safonova M.V. (2020). The role of educational results in designing a model of pedagogical internship in engineering and technology. Perspektivy nauki i obrazovania – Perspectives of Science and Education. 45(3). P. 508-516.

5 Зубова Н.В., Даммер М.Д. (2021). Реализация идей STEM-образования на занятиях по физике в технологическом вузе. ББК 74.58: 74.2021. — С 56-143.

6 Қазақстан Республикасында жоғары білімді және ғылымды дамытудың 2023-2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы (28.03.2023. №248 қаулысы).

7 Обухов А.С., Ловягин С.А. Задания для практики STEM-образования: от суммы частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу. Исследователь. 2020. — №2(30). — С. 63-80

8 Чихачева О.А. STEM-технологии в современном образовании. Современное образование: наука и практика Учредители: Рязанский институт развития образования, Министерство образования и молодежной политики Рязанской области. 2020. — №1. — С. 26-31

9 Зубова Н.В., Даммер М.Д. Реализация идей STEM-образования на занятиях по физике в технологическом вузе. Современное образование и педагогическое наследие академика А.В. Усовой: материалы международной научно-практической конференции. — Челябинск: Край Ра. — 2021. — 143 с.

10 Кудинов В.В. (2023). Модель подготовки будущего учителя физики на основе междисциплинарных и прикладных подходов STEM-образования. Интеграция методической (научно-методической) работы и системы повышения квалификации кадров 2023. — №2(30). — С. 129-138

ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОДГОТОВКИ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ К ВНЕДРЕНИЮ И РАЗВИТИЮ STEM-ТЕХНОЛОГИЙ

Аннотация.

В статье исследуется опыт учителей физики в реализации одного из актуальных мировых образовательных процессов – STEM-технологий. STEM представляет собой интеграцию образовательных дисциплин и показывает обучающемуся, как применяются научно-технические концепции в реальной жизни.

Рассматривается, что обучение школьников проектному методу решения реальных и технологических задач с помощью знаний математики, информатики и естественных наук и умения на более высоком уровне применять интегрированные знания на практике требует соответствующей подготовки учителей школ.

Авторы выделили основные актуальные проблемы внедрения STEM-технологий в нашем государстве: разработка концептуальных основ в системе подготовки высококвалифицированных кадров; организация практико-ориентированных курсов повышения квалификации преподавателей; необходимость широкого привлечения специалистов с технологическим и инженерным образованием для обеспечения программ бакалавриата и магистратуры.

В целях определения состояния применения STEM-технологий авторы провели эмпирические исследования среди учителей школ Западного Казахстана. Установлено, что учителя нуждаются в методической помощи и поддержке при внедрении STEM-технологий. Учителя готовы к инновациям, реализация практико-ориентированного и проектного обучения вызывает у них интерес. Выявлена необходимость создания сообществ для обмена опытом и подключения к ним педагогов, занимающихся практикой реализации STEM-образования.

Ключевые слова: STEM-технология, опыт учителей, переподготовка, эмпирические исследования, методическая помощь.

PROBLEMS OF STUDYING THE TRAINING OF PHYSICS TEACHERS IN THE IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF STEM TECHNOLOGY

Abstract.

The article examines the experience of physics teachers in introducing STEM technology, one of the world's modern educational processes. STEM is an integration of educational disciplines and shows the student how scientific and technological concepts are applied in real life.

It is believed that teaching schoolchildren the project method for solving specific and technological problems using knowledge of mathematics, computer science, and natural sciences and the ability to apply integrated knowledge in practice at a high level requires appropriate training of school teachers.

The authors identified the main current problems of introducing STEM technologies in our country: the development of conceptual foundations in the system of training highly qualified personnel; organization of experience-oriented advanced training courses for teachers; the need to widely attract specialists with technological and engineering education to provide undergraduate and graduate programs.

To determine the situation of using STEM technology, the authors conducted empirical research among school teachers in Western Kazakhstan. It was found that teachers need guidance and support when introducing STEM technologies. Teachers are ready to innovate and practice-oriented, and the implementation of project-based learning awakens their interest; a need has been identified to create communities for sharing experiences and connecting teachers involved in introducing STEM education into them.

Key words: STEM technology, teacher experience, retraining, empirical research, methodological assistance.

REFERENCES

- 1 Zhusupkalieva G., Kuanbayeva B., Saltanova G., Tumysheva A., Rakhmetov M. Physically yes, but the process of solving physical problems is not. STEM technology in the process of solving physical problems. Kazakhstan Republic of Science and Technology Academy Bulletin. №4. 2023. P. 119-130 [in Kazakh]
- 2 Li Y., Hibbard R., Sercombe P., Kelk A., Xu C. (2021). Inspiring and engaging high school students with science and technology education in regional Australia. STEM Educ., 1, 2, 114 p. [in English]
- 3 Imashev G., Kuanbayeva B.U., Tumysheva A.A., Salykbaeva Zh. Strengthening the polytechnic education of physics teachers at the level of modern technology [Strengthening the polytechnic education of physics teachers at the level of modern technology]

orientation of the physics course in accordance with the level of development of modern techniques]. Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya. №4(89). 2021. P. 35-38 [in Russian]

4 Bocharova J.Yu., Bagachuk A.V., Safonova M.V. (2020). The role of educational results in designing a model of pedagogical internship in engineering and technology. Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education. 45(3). P. 508-516 [in English]

5 Zubova N.V., Dammer M.D. (2021). Realizatsiya idei STEM-obrazovaniya na zanyatiyakh po fizike v tekhnologicheskoy vuzе [Implementation of the ideas of STEM education in physics classes at a technological university]. BKB 74.58: 74.202. P. 56-143 [in Russian]

6 Kazakhstan Respublikasynda zhogary bilimdi zhane gylimdy damytudyn 2023-2029 zhyldarga arналган tuzhyrymdamasy (28.03.2023. №248 kaulysy) [Concept of development of higher education and science in the Republic of Kazakhstan for 2023-2029 (Resolution No. 248 of 03.28.2023)] [in Kazakh]

7 Obukhov A.S., Lovyagin S.A. Zadaniya dlya praktiki STEM-obrazovaniya: ot summy chastnykh zadach i uchebnykh distsiplin k tselostnomu deyatel'nostnomu mezhdistsiplinarnomu podkhodu [Tasks for the practice of STEM education: from the sum of particular tasks and academic disciplines to a holistic activity-based interdisciplinary approach]. Issledovatel'. 2020. №2(30). P. 63-80 [in Russian]

8 Chikhacheva O.A. STEM-tehnologii v sovremennoy obrazovanii. Sovremennoye obrazovanie: nauka i praktika Uchrediteli: Ryazanskii institut razvitiya obrazovaniya, Ministerstvo obrazovaniya i molodezhnoi politiki Ryazanskoy oblasti [STEM technologies in modern education. Modern Education: Science and Practice Founders: Ryazan Institute of Education Development, Ministry of Education and Youth Policy of the Ryazan region]. 2020. №1. P. 26-31 [in Russian]

9 Zubova N.V., Dammer M.D. Realizatsiya idei STEM-obrazovaniya na zanyatiyakh po fizike v tekhnologicheskoy vuzе. Sovremennoye obrazovanie i pedagogicheskoye nasledie akademika A.V. Usovoi: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii [Implementation of ideas of STEM education in physics classes at a technological university. Modern education and pedagogical heritage of Academician A.V. Usov: materials of the international scientific and practical conference]. Chelyabinsk: The Edge of the Republic of Armenia. 2021. 143 p. [in Russian]

10 Kudinov V.V. (2023). Model' podgotovki budushhego uchitelya fiziki na osnove mezhdistsiplinarnykh i prikladnykh podkhodov STEM-obrazovaniya [A model for training a future physics teacher based on interdisciplinary and applied approaches to STEM education]. Integratsiya metodicheskoy (nauchno-metodicheskoy) raboty i sistemy povysheniya kvalifikatsii kadrov 2023. №2(30). P. 129-138 [in Russian]

Information about authors:

Galiya Zhushupkaliyeva – candidate of Pedagogical Sciences, Associate professor of the Department of «Physics and technical disciplines», Kh.Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Republic of Kazakhstan

E-mail: galiya64@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1344>

Bayan Kuanbayeva – **corresponding author**, candidate of Pedagogical Sciences, Professor of the Department of «Physics and technical disciplines», Kh.Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Republic of Kazakhstan

E-mail: Bayan_Kuanbaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0134-1379>

Maxot Rakhmetov – PhD, senior lecturer of the Department of «Computer science», Kh.Dosmukhamedov Atyrau University, Atyrau, Republic of Kazakhstan

E-mail: maksot.raxmetov.96@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9745-6925>

Информация об авторах:

Галия Жусупкалиева – кандидат педагогических наук, ассоциированный профессор кафедры «Физика и технические дисциплины», Атырауский университет имени Х.Досмухамедова, г. Атырау, Республика Казахстан

E-mail: galiya64@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1344>

Баян Куанбаева – **основной автор**, кандидат педагогических наук, и.о. профессора кафедры «Физика и технические дисциплины», Атырауский университет имени Х.Досмухамедова, г. Атырау, Республика Казахстан

E-mail: Bayan_Kuanbaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0134-1379>

Максот Рахметов – PhD, старший преподаватель кафедры «Информатика», Атырауский университет имени Х.Досмухаммедова, г. Атырау, Республика Казахстан

E-mail: maksot.raxmetov.96@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9745-6925>

Авторлар туралы ақпарат:

Галия Жусупкалиева – педагогика ғылымдарының кандидаты, «Физика және техникалық пәндер» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: galiya64@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4848-1344>

Баян Куанбаева – **негізгі автор**, педагогика ғылымдарының кандидаты, «Физика және техникалық пәндер» кафедрасының профессоры м.а. Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: Bayan_Kuanbaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0134-1379>

Максот Рахметов – PhD, «Информатика» кафедрасының аға оқытушысы, Х.Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау қ., Қазақстан Республикасы

E-mail: maksot.raxmetov.96@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9745-6925>