

ӘОЖ 37.026.9

## ҚАЗАҚСТАН МЕКТЕПТЕРІНДЕГІ ҒЫЛЫМИ ЖОБАЛАУ ҚЫЗМЕТІНІҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ: ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕМЕН САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ЕНГІЗУ МҮМКІНДІКТЕРІ

Талғатова Орынгүл Талғатқызы

[Oryngul.talgat03@mail.ru](mailto:Oryngul.talgat03@mail.ru)

«Химия» білім беру бағдарламасының 1 курс студенті  
Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университеті, Атырау, Қазақстан  
Ғылыми жетекшісі, х.ғ.к., қауымд. профессор - Калауова А.С.

**Аңдатпа.** Мақалада Қазақстан мектептеріндегі ғылыми жобалау қызметінің сапасын төмендететін жүйелі мәселелер (мұғалімдердің ғылыми жетекшілікке дайындық деңгейінің біркелкі болмауы, ресурстық шектеулер, оқушылардың мотивациясының төмендігі, теория мен практика арасындағы алшақтық) Финляндия, Оңтүстік Корея және Сингапур тәжірибесімен салыстырмалы педагогикалық талдау негізінде зерделенеді. Зерттеу барысында теориялық талдау, салыстырмалы педагогика және жүйелік синтез әдістері қолданылды. Анықталған үздік тәжірибелер (Финляндияның феномен негізіндегі оқыту, Кореяның STEAM бағдарламасы, Сингапурдың қолданбалы оқыту бағдарламасы) негізінде Қазақстан жағдайына бейімделген алты бағыттағы педагогикалық-саясат ұсынымдары тұжырымдалды. Мақала ғылыми жобалауды жеке тәсіл ретінде емес, жүйелік кешенді педагогикалық стратегия ретінде дамытудың қажеттілігін дәлелдейді.

**Кілт сөздер:** ғылыми жобалау, салыстырмалы педагогика, халықаралық тәжірибе, Финляндия PhenoBL, Корея STEAM, Сингапур ALP, Қазақстан білім беру жүйесі, зерттеушілік құзыреттілік.

Кіріспе. Жаһандану дәуіріндегі білім берудің стратегиялық мақсаты – ізденімпаз, сыни ойлайтын, зерттеушілік дағдылары дамыған тұлға қалыптастыру. Бұл мақсатқа жетудің тиімді педагогикалық тәсілдерінің бірі – ғылыми жобалау қызметі. Жобалық оқытудың мета-талдауы оның оқушылардың оқу мотивациясына ( $SMD = 0.401$ ), шығармашылық ойлауына ( $SMD = 0.626$ ) және академиялық үлгеріміне оң ықпал ететінін дәлелдейді [4]. Алайда ғылыми жобалаудың нәтижелілігі тек педагогикалық тәсілдің ерекшелігімен ғана емес, жүйелік факторлардың жиынтығымен – мұғалімдердің дайындық деңгейімен, ресурстық қамтамасыз етумен, оқу бағдарламасындағы мәртебесімен және бағалау жүйесімен – анықталады [6, 8]. Бұл тұрғыда Қазақстан мен жоғары нәтиже көрсетіп отырған елдердің тәжірибесін салыстырмалы талдау өзекті ғылыми және практикалық міндет болып табылады.

Финляндия, Оңтүстік Корея және Сингапур – PISA халықаралық бағалауында үздіксіз жоғары орын алатын, ғылыми жобалауды мемлекет деңгейінде жүйелі дамыту тәжірибесі бар елдер. Финляндия 2014 жылғы оқу бағдарламасы реформасынан бастап феномен негізіндегі оқытуды (Phenomenon-Based Learning, PhenoBL) міндетті пәнаралық модуль ретінде енгізді [10]. Оңтүстік Корея 2011 жылдан бастап STEAM бағдарламасын мемлекеттік деңгейде дамытып, оқушылардың зерттеушілік белсенділігін арттыруға жүйелі инвестиция салуда [11]. Сингапур «Ойлайтын мектептер, оқитын ұлт» тұжырымдамасы аясында мектеп пен университет арасындағы серіктестікке негізделген қолданбалы оқыту бағдарламасын (Applied Learning Programme, ALP) сәтті іске асырып отыр [9].

Мақаланың мақсаты – осы үш елдің ғылыми жобалауды дамытудағы үздік тәжірибелерін жүйелі талдап, Қазақстан мектептеріндегі анықталған мәселелермен салыстырмалы талдау жүргізу және қазақстандық контекстке бейімделген педагогикалық-саясаттық ұсынымдарды тұжырымдау.

**Зерттеу әдістері.** Зерттеу салыстырмалы педагогиканың методологиялық қағидаттарына сүйенеді. Ғылыми-педагогикалық әдебиеттерге жүйелі шолу жасалды:

2016–2024 жылдар аралығындағы Scopus, Web of Science және Google Scholar деректер базаларынан іріктелген 30-дан астам рецензияланған мақала мен ресми білім беру құжаттары талданды. Ел тәжірибелерін салыстыру алты параметр бойынша жүргізілді: (1) оқу бағдарламасындағы мәртебесі; (2) мұғалімдерді дайындау жүйесі; (3) ресурстық қамтамасыз ету; (4) тақырып таңдау тәсілі; (5) бағалау жүйесі; (6) уақыт режимі. Жүйелік синтез аясында анықталған үздік тәжірибелердің Қазақстан жағдайына бейімделу мүмкіндіктері пайымдалды.

## **ҚАЗАҚСТАН МЕКТЕПТЕРІНДЕГІ ҒЫЛЫМИ ЖОБАЛАУ ҚЫЗМЕТІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІ**

Қазақстандағы ғылыми жобалауды зерттеген отандық еңбектер [1, 2] және халықаралық зерттеулер [5, 7] бірыңғай мәселелер кешенін айқындайды. Олар төрт топқа жіктеледі.

Бірінші топ – әдістемелік мәселелер. Оқушылардың едәуір бөлігі зерттеу алгоритмін (проблема → сұрақ → гипотеза → әдіс → эксперимент → талдау → қорытынды) жүйелі меңгермеген. Нәтижесінде жобалар нақты зерттеуден гөрі ақпарат жинақтауға айналып, гипотезалар ғылыми тексерілмей тұжырымдалады [2].

Екінші топ – ұйымдастырушылық-ресурстық мәселелер. Мектептердің басым бөлігінде зертханалық жабдықтар жетіспейді. Оқу кестесінің тығыздығы зерттеу жұмысына жеткілікті уақыт қалдырмайды. Педагогтардың ғылыми жетекшілікке арнайы дайындық деңгейінің біркелкі болмауы осы мәселелерді одан әрі күрделендіреді [7].

Үшінші топ – мотивациялық мәселелер. Оқушылардың ішкі танымдық мотивациясының төмендігі зерттеу жобаларының формалды сипат алуына себеп болады. Тақырып таңдауда оқушыға еркіндіктің берілмеуі – мотивация мәселесінің басты себептерінің бірі ретінде анықталған [5].

Төртінші топ – гносеологиялық мәселе: теориялық білім мен практикалық дағдылар арасындағы алшақтық. Пәнаралық байланыстардың жеткіліксіздігі оқушылардың теориялық білімді зерттеу практикасында тиімді қолдана алмауына алып келеді [1].

## **ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҮЗДІК ТӘЖІРИБЕЛЕР: ФИНЛЯНДИЯ, ОҢТҮСТІК КОРЕЯ, СИНГАПУР**

### **Финляндия: феномен негізіндегі оқыту (PhenoBL)**

Финляндия 2014 жылғы оқу бағдарламасы реформасында феномен негізіндегі оқытуды (Phenomenon-Based Learning, PhenoBL) барлық мектептерге міндетті пәнаралық кезең ретінде енгізді [10]. PhenoBL-дің ерекшелігі – оқушы өзі зерттейтін феноменді таңдайды: бұл нақты өмірмен байланысты, бірнеше пәнді (биология, химия, тарих, өнер) бір мезгілде қамтитын ашық мәселе болуы тиіс.

Финляндия тәжірибесінің негізгі педагогикалық принциптері: тұтастық (holisticity) – мәселеге бірнеше ғылым саласының көзқарасы арқылы қарау; аутентиктілік – нақты өмір мәселесімен байланыс; проблемалық ізденіс – оқушы мен мұғалімнің бірге зерттеу дизайнын жасауы; ашық оқу процесі – нәтиже алдын ала белгіленбейді [10, 12]. Бұл тәсіл педагогикалық зерттеулерде оқушылардың концептуалды дамуына оң ықпал ету тұрғысынан дәлелденген: белсенді мақсатты бағдарланған оқушылар концептуалды өзгеріс пен терең оқытуды аңғұрлым жиі байқатқан [13].

Маңызды контекст: Финляндияда педагогикалық мамандықтардың бағдарламасында зерттеушілік педагогика міндетті модуль болып табылады. Яғни, мұғалімнің ғылыми жетекшілікке дайындығы университет деңгейінде қамтамасыз етіледі [14].

### **Оңтүстік Корея: STEAM бағдарламасы**

Оңтүстік Корея 2011 жылы STEM білімін өнермен байланыстырып, STEAM («шығармашылық конвергенттік білім») бағдарламасын мемлекеттік деңгейде қабылдады [11]. KOFAC (Korean Foundation for the Advancement of Science and Creativity) арқылы мектептерге жүйелі ресурстық және әдістемелік қолдау көрсетіледі, мұғалімдер үшін үздіксіз кәсіби даму қамтамасыз етіледі.

Корея тәжірибесінің ерекшелігі: мектепаралық ресурстық орталықтар желісі арқылы жабдықтар ортақтастырылады; зерттеушілік жобалар STEAM логикасымен пәнаралық кеңістікте ұйымдастырылады. Зерттеулер [11] мотивациясы төмен оқушылардың да STEAM жобаларында белсендірек қатысатынын, себебі зерттеу нақты өмір мәселесімен байланыстырылатынын байқатқан.

### **Сингапур: қолданбалы оқыту бағдарламасы (ALP)**

Сингапурдың «Ойлайтын мектептер, оқитын ұлт» (Thinking Schools, Learning Nation) тұжырымдамасы аясында Applied Learning Programme (ALP) барлық орта мектептерде оқу жоспарына енгізілген [9]. ALP-тың өзегі – мектеп пен университет немесе өндіріс арасындағы серіктестік: оқушылар нақты зерттеу мәселелерімен жұмыс жасайды, портфолио жинайды, аутентикалық бағалаудан өтеді.

Сингапур тәжірибесінің ерекшелігі: бағалау жүйесі нәтижені ғана емес, зерттеу процесін де қамтиды; жобаның барлық кезеңіне мамандандырылған педагогикалық жетекші тағайындалады. National Institute of Education (NIE) арқылы ғылыми жетекшілік бойынша сертификаттау жүйесі жұмыс істейді [9].

Бұл ақпараттарды салыстырмалы талдайтын болсақ, 1-кестеде Финляндия, Оңтүстік Корея, Сингапур және Қазақстанның ғылыми жобалауды ұйымдастырудағы алты негізгі параметр бойынша салыстырмалы талдауы берілген.

### **1-кесте. Ғылыми жобалау қызметін ұйымдастырудың салыстырмалы талдауы**

<b>Параметр</b>	<b>Финляндия</b>	<b>Оңтүстік Корея</b>	<b>Сингапур</b>	<b>Қазақстан (қазіргі жай-күй)</b>
Ғылыми жобалаудың оқу бағдарламасындағы мәртебесі	Міндетті пәнаралық модуль (жылына кемінде 1 рет)	STEAM бағдарламасы мемлекет деңгейінде бекітілген	Applied Learning Programme – мектептерде жүйелі енгізілген	Факультативтік; жүйелі регламент жоқ
Мұғалімдерді дайындау	Зерттеушілік педагогика — университет бағдарламасының міндетті бөлімі	KOFAC арқылы үздіксіз кәсіби даму	NIE арқылы мамандандырылған жетекшілік бойынша сертификаттау	Біліктілікті арттыру курстары факультативтік, жүйесіз
Ресурстық қамтамасыз ету	Мемлекет қаржыландыратын зертханалар, ашық кеңістіктер	Мектепаралық ресурстық орталықтар желісі	Мектептер мен университеттер арасындағы ресурс ортақтастығы	Зертханалық жабдық жетіспеушілігі жиі кездеседі
Тақырып таңдау	Оқушы өз феноменін таңдайды (PhenoBL)	Оқушы қызығушылығы + STEAM бағыты	Нақты өмір мәселесімен байланыстырылады	Көбінесе мұғалім немесе мектеп тағайындайды
Бағалау жүйесі	Формативтік, рефлексивтік; процесс бағаланады	Нәтиже + процесс бірге бағаланады	Аутентикалық бағалау, портфолио	Негізінен қорытынды нәтиже бағаланады

Уақыт	Арнайы пәнаралық кезеңдер бөлінген	Арнайы STEAM сабақтары кестеге енгізілген	ALP сабақтары оқу жоспарында бекітілген	Оқу кестесі шеңберінде; уақыт тапшылығы жиі мәселе
-------	------------------------------------	---	---	--

1-кесте талдауы мынадай жүйелік айырмашылықтарды байқатады. Біріншіден, үш елде де ғылыми жобалау оқу бағдарламасына заңнамалық деңгейде бекітілген, ал Қазақстанда ол факультативтік сипатта қалып отыр. Бұл кедергі барлық басқа мәселелерді – ресурстық, уақыттық, мотивациялық – шиеленістіреді. Екіншіден, мұғалімдерді дайындауға жүйелі инвестиция үш елде де мемлекеттік басымдыққа айналған. Үшіншіден, тақырыпты оқушының өз қызығушылығымен байланыстыра таңдату принципі үш елде де мотивация мәселесін шешудің негізгі тәсілі ретінде тәжірибеде дәлелденген [4, 5].

### **ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕНІ ҚАЗАҚСТАНҒА БЕЙІМДЕУ МҮМКІНДІКТЕРІ**

Халықаралық тәжірибені Қазақстан жағдайына сын тұрғысынан бейімдеу – жай көшіру емес, мәдени, экономикалық және педагогикалық контекстті ескере отырып трансформациялау процесі. 2-кестеде анықталған мәселелер мен халықаралық тәжірибені сабақтастыратын бейімдеу жолдары ұсынылды.

#### **2-кесте. Халықаралық тәжірибені Қазақстанға бейімдеу жолдары**

<b>Мәселе</b>	<b>Халықаралық тәжірибе</b>	<b>Қазақстанға бейімделу жолы</b>
Мұғалімнің дайындық деңгейі	Финляндия: зерттеушілік педагогика — педагог білімінің міндетті бөлімі	Ғылыми жетекшілік модулін педагогикалық мамандықтардың оқу жоспарына енгізу
Ресурс тапшылығы	Корея: мектепаралық ресурстық орталықтар желісі	Облыс орталықтарында ортақ зертханалық база мен жабдық ресурстық орталықтарын ашу
Уақыт тапшылығы	Сингапур: ALP сабақтары оқу жоспарында бекітілген	Ғылыми жобалауға арналған факультативтік сабақтарды оқу жоспарына реттеу арқылы енгізу
Мотивацияның төмендігі	Финляндия PhenoBL: оқушы өз феноменін таңдайды	Тақырыпты оқушының нақты қызығушылығымен және жергілікті мәселелермен байланыстыра таңдату
Бағалау жүйесінің шектеулілігі	Сингапур: портфолио + аутентикалық бағалау	Жоба процесін де, нәтижесін де бағалайтын кешенді критериялды бағалау жүйесін енгізу
Теория–практика алшақтығы	Корея STEAM: пәнаралық интеграция міндетті	Пәнаралық жобаларды (биология+химия+экология) жүйелі ұйымдастыру

2-кесте деректері негізінде Қазақстан үшін алты бағыттағы жүйелік ұсыным тұжырымдалады.

Бірінші бағыт – нормативтік-бағдарламалық деңгей. Финляндия мен Сингапур тәжірибесіне сүйене отырып, ғылыми жобалауды орта мектептің оқу жоспарына арнайы факультативтік немесе пәнаралық кезең ретінде нормативтік бекіту ұсынылады. Бұл уақыт тапшылығы мәселесін жүйелік деңгейде шешеді.

Екінші бағыт – педагогикалық кадрларды дайындау. Финляндия үлгісіне сәйкес зерттеушілік педагогика модулін педагогикалық мамандықтардың бакалавриат бағдарламасына міндетті курс ретінде енгізу қажет. Жұмыс істеп жүрген мұғалімдер үшін Сингапур NIE үлгісіндегі ғылыми жетекшілік бойынша мамандандырылған сертификаттау бағдарламаларын ұйымдастыру тиімді болады.

Үшінші бағыт – ресурстық инфрақұрылым. Корея тәжірибесі негізінде облыс орталықтарында мектепаралық ортақ зертханалық орталықтар ашу ресурс тапшылығын бірден бірнеше мектептің деңгейінде шешуге мүмкіндік береді. Мектеп пен жоғары оқу орны арасындағы ресурс ортақтастығы да сингапурлық ALP тәжірибесінен алынуға болатын нақты тетік.

Төртінші бағыт – оқушы мотивациясы. PhenoBL принципіне негізделі отырып, тақырыпты жергілікті немесе аймақтық мәселемен (мысалы, Атырау облысы үшін – экологиялық немесе мұнай-газ саласына байланысты зерттеулер) байланыстыра таңдату тиімді. Бұл тәсіл зерттеудің өмірлік маңыздылығын арттырып, ішкі мотивацияны нығайтады.

Бесінші бағыт – бағалау жүйесін жетілдіру. Сингапур тәжірибесі негізінде аутентикалық бағалауды – жоба процесін де, нәтижесін де, рефлексияны да қамтитын критериалдық бағалау жүйесін – ендіру зерттеу сапасын арттырады. Зерттеу күнделігін жүргізу міндеттілігі де бағалаудың процессуалдық бөліміне органикалық енгізіледі.

Алтыншы бағыт – пәнаралық интеграция. Корея STEAM үлгісіне сәйкес жыл сайын кемінде бір пәнаралық жоба (химия + биология + математика; немесе тарих + экономика + география) оқу жоспарында міндетті болуы теория мен практика арасындағы алшақтықты азайтады.

Салыстырмалы талдау мынадай негізгі тұжырымды нығайтады: Финляндия, Корея және Сингапурдың тәжірибесінде ғылыми жобалаудың нәтижелілігі жеке педагогикалық тәсілге емес, жүйелік факторлардың – оқу бағдарламасындағы мәртебесі, мұғалімдерді дайындау, ресурстық қамтамасыз ету, бағалау жүйесі – үйлесімді жұмыс жасауына тәуелді. Бұл тұжырым PjBL-ді әртүрлі елдерде енгізудің кедергілерін зерделеген зерттеулермен [6, 8] сәйкес келеді: ресурс тапшылығы, уақыт шектеулері және мұғалімдердің дайындық деңгейінің жеткіліксіздігі – бұлар бөлек мәселелер емес, бірін-бірі шарттастыратын жүйелік проблемалар. Сондықтан Қазақстан жағдайында ұсынылған алты бағыттағы шаралар бір-бірімен байланыста кешенді түрде іске асырылуы маңызды.

Бейімдеудің шектеулерін де атап өту қажет: Финляндия үлгісі сенімге негізделген педагогикалық мәдениетті болжайды; Корея тәжірибесі мемлекеттік қаржыландырудың жоғары деңгейін талап етеді; Сингапур моделі қалалық инфрақұрылымға бейімделген. Қазақстанның ауыл мектептері мен ірі қалалар арасындағы ресурстық теңсіздік бейімдеу процесінде ескерілуі тиіс маңызды контекстуалдық фактор болып табылады.

Жүргізілген салыстырмалы педагогикалық талдау мынаны дәлелдеді: Қазақстан мектептеріндегі ғылыми жобалау қызметінің мәселелері – бұл жалғыз тұлғаның немесе жалғыз мектептің мәселесі емес, жүйелік кедергілер кешені. Бұл кедергілерді шешуде Финляндия, Оңтүстік Корея және Сингапур тәжірибесі айқын жол сілтейді: ғылыми жобалауды оқу бағдарламасына нормативтік бекіту; мұғалімдерді ғылыми жетекшілікке университет деңгейінен бастап жүйелі дайындау; ресурстық инфрақұрылымды ортақтастыру; тақырыпты оқушы қызығушылығымен байланыстыру; аутентикалық бағалауды енгізу.

Ұсынылған алты бағыттағы педагогикалық-саясаттық ұсынымдар Қазақстанның өзіндік білім беру мәдениетін, ресурстық мүмкіндіктері мен аумақтық ерекшеліктерін ескере отырып тұжырымдалды. Болашақта жүргізілетін зерттеулерде пилоттық

бағдарламалар арқылы ұсынымдардың нақты нәтижелілігін бақылау тобы мен эксперименттік топты салыстыру арқылы эмпирикалық дәлелдеу маңызды бағыт болып табылады.

Қорытындылай келе, ғылыми жобалауды жеке педагогикалық тәсіл ретінде емес, жүйелік кешенді стратегия ретінде дамыту Қазақстан Республикасының білім берудің стратегиялық мақсаты – практикалық дағдылары мен зерттеушілік құзыреттілігі дамыған тұлға қалыптастыру – міндетін іске асырудың негізгі педагогикалық тетігіне айналады.

#### **ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР**

1. Tseng Y. J., Hong Z. R., Lin H. Promoting Chemistry Students' Scientific Research through Reading and Evaluative Thinking // *Chemistry Education Research and Practice*. – 2022. – Vol. 23. – No. 3. – P. 616–627. <https://doi.org/10.1039/D2RP00049K>

2. Асан А.М. Орта мектепте химия пәнінен оқушыларды ғылыми жобаларға дайындау кезіндегі мәселелер // *Qazaq Journal of Young Scientist*. – 2025. – Т. 3. – № 5. – Б. 115–121.

3. Yespolova G., Irodakhon K., Bekzod B., Rabiga B., Zhupat A. The influence of learning technology on the formation of research skills in primary school students // *Journal of Education and e-Learning Research*. – 2023. – Vol. 10. – No. 3. – P. 421–428.

4. Xu P., Chen Y., Nie W. et al. A study of the impact of project-based learning on student learning effects: a meta-analysis study // *Frontiers in Psychology*. – 2023. – Vol. 14. – Art. 1202728. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1202728>

5. Balta N., Japashov N., Mansurova A. et al. Science students' attitudes, learning, critical thinking and engagement in project-based learning // *Cogent Education*. – 2024. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2445358>

6. Samad A. et al. Challenges of Implementing Project-Based Learning Models in Secondary Schools in Various Countries // *EduSci Journal*. – 2024. – Vol. 1. – No. 6.

7. Baidildina A., Sagintayeva A., Kurakbayev K. Challenges in developing research-based teacher education in Kazakhstan // *Education Sciences*. – 2025. – Vol. 15. – No. 10. – Art. 1339. <https://doi.org/10.3390/educsci15101339>

8. Crawford L. K., Arellano Carmona K., Kumar R. Examining the impact of project-based learning on students' self-reported and actual learning outcomes // *Pedagogy in Health Promotion*. – 2024. <https://doi.org/10.1177/23733799241234065>

9. Ong Y. S., Lee Y. J. STEM education in the Applied Learning Programmes in Singapore // *STEM Education in Asia* / Ed. by B. Doig et al. – Springer, 2022. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-2596-2\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-2596-2_1)

10. Wolff L.-A., Skarstein T. H. Subject renewal and phenomenon-based learning in Finland // *Education Sciences*. – 2020. – Vol. 10. – No. 2. – Art. 46. <https://doi.org/10.3390/educsci10020046>

11. Kang N. H. A review of the effect of integrated STEAM or STEM education in South Korea // *Asia-Pacific Science Education*. – 2019. – Vol. 5. – Art. 6. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0034-y>

12. Symeonidis V., Schwarz J. F. Phenomenon-based teaching and learning through the pedagogical lenses of phenomenology: the recent curriculum reform in Finland // *Forum Oświatowe*. – 2016. – Vol. 28. – No. 2. – P. 31–47.

13. Lonka K. et al. Students' narratives and conceptual changes in a cross-curricular inquiry-based study unit in a Finnish upper secondary school // *Learning and Instruction*. – 2022. – Vol. 78. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2021.101559>

14. Makhambetova A., Abildinova G., Temirkhanova M. Transforming mathematics education in Kazakhstan: evaluating the impact of innovative teaching methods on student outcomes // *Cogent Education*. – 2025. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2461978>