

У.З. Ешимова

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

*e-mail: ultai2005@gmail.com

ORCID 0009-0005-2832-9793

**ФИЗИКА ПӘНІНДЕГІ КҮРДЕЛІ ТАҚЫРЫПТАРДЫ ОҚЫТУ КОНТЕКСТІНДЕ
ҒЫЛЫМИ ТАНЫМ DAҒДЫЛАРЫН БАҒАЛАУДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ
МАЗМҰНДЫҚ МОДЕЛІ**

Мақалада физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту контекстінде ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделі ұсынылған. Зерттеудің өзектілігі халықаралық PISA зерттеулерінің нәтижелері мен Қазақстандағы білім сапасының көрсеткіштеріне негізделді. Соңғы жылдары жаратылыстану сауаттылығы көрсеткіштерінің салыстырмалы өсуіне қарамастан, қазақстандық оқушылардың ғылыми білімді түсінуі, қолдануы және ғылыми дәлелдермен жұмыс істеу дағдылары жеткілікті деңгейде қалыптаспағаны байқалады. Сонымен қатар, Ұлттық бірыңғай тестілеу нәтижелері (ҰБТ) физика пәнінің күрделі тақырыптарын меңгеруде оқушылардың елеулі қиындықтарға тап болатынын көрсетеді. Зерттеу барысында ғылыми әдебиеттерге, халықаралық және отандық зерттеулерге салыстырмалы талдау жүргізілді. Эмпирикалық база ретінде 2022-2026 жылдары «Өрлеу» біліктілікті арттыру ұлттық орталығы акционерлік қоғамы филиалы (БАҰО АҚФ) Қызылорда облысы бойынша кәсіби даму институтында физика пәні мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарын әзірлеу және өткізу тәжірибесі пайдаланылды. Зерттеуде әдебиеттерді талдау, сауалнама жүргізу, педагогикалық бақылау, құжаттарды зерделеу, тестілеу және модельдеу әдістері қолданылды. Зерттеу нәтижесінде физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту барысында ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделі әзірленді. Біздер ұсынған модель - физикалық құбылыс, физикалық ұғым, физикалық шама, физикалық заң, заңның математикалық аппараты, физикалық эксперимент және техника мен тұрмыста қолданылуы сияқты өзара байланысты 7 компоненттен тұрады. Осы компоненттердің игерілу деңгейін анықтау үшін тапсырмалар банкі, ғылыми танымдық индекс – ГТИ, бағалау критерийлері құрастырылды. Ұсынылған модель физикалық білім мазмұнын жүйелі құрылымдауға, физика пәні мұғалімдерінің жетік компонентті жүйелі қолдануы арқылы оқушылардың ғылыми таным әрекеттерін басқаруға және кешенді бағалауға және физика пәнінің күрделі тақырыптарын меңгеру сапасын арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері жалпы білім беретін мектептерде физиканы оқыту тәжірибесінде және педагогтердің кәсіби даму жүйесінде қолдануға ұсынылады.

Түйін сөздер: физика пәні, ғылыми таным дағдылары, ғылыми сауаттылық, бағалау, құрылымдық-мазмұндық модель, PISA, физиканы оқыту әдістемесі.

Кіріспе

Қазіргі кезеңде әлемдік білім беру жүйесінің алдында тұрған маңызды міндеттердің бірі - білім алушылардың ғылыми сауаттылығын, зерттеушілік мәдениетін және ғылыми таным дағдыларын қалыптастыру болып табылады. Әлемде ғылым мен технологияның қарқынды дамуы, жасанды интеллект пен цифрлық технологиялардың күнделікті өмірге енуі мектеп түлектерінен тек пәндік білімді ғана емес, сонымен қатар ғылыми дәлелдерді талдау, құбылыстарды ғылыми тұрғыдан түсіндіру, зерттеу нәтижелерін бағалау және негізделген шешім қабылдау қабілеттерін талап етеді. Сондықтан халықаралық білім беру кеңістігінде ғылыми таным дағдыларын дамыту мен бағалау мәселесі ерекше маңызға ие болып отыр.

Экономикалық ынтымақтастық және даму ұйымы (ЭЫДҰ) жүзеге асыратын PISA халықаралық зерттеуі: 15 жастағы білім алушылардың жаратылыстану, математикалық және оқу сауаттылығын зерделейді. Жаратылыстану сауаттылығы жеке тұлғаның ғылыми білімдерді пайдалануы, ғылыми зерттеулерді бағалауы және ғылыми дәлелдер негізінде

қорытынды жасау дағдыларын бағалайды. ЭЫДО құжаттарына сәйкес жаратылыстану, яғни ғылыми сауаттылығы әлемнің ғылыми жаратылыстану бейнесінің біртұтастығын қамтамасыз ететін үш негізгі құзыреттілікті қамтиды: ғылыми құбылыстарды түсіндіру, ғылыми зерттеуді бағалау және жоспарлау, сондай-ақ деректер мен дәлелдерді ғылыми тұрғыдан интерпретациялау.

PISA-2022 нәтижелері еліміз үшін ғылыми сауаттылық мәселесінің өзектілігін тағы да көрсетті. ЭЫДҰ елдері бойынша оқушылардың 76%-ы ғана ғылыми сауаттылықтың базалық деңгейіне жеткен. Жоғары деңгейдегі ғылыми құзыреттілікке (5-6 деңгей) ие оқушылардың үлесі орта есеппен 7%-ды құрады. Бұл көрсеткіштер ғылыми білімді тәжірибеде қолдану мәселесінің әлемдік деңгейде өзекті болып отырғанын көрсетеді.

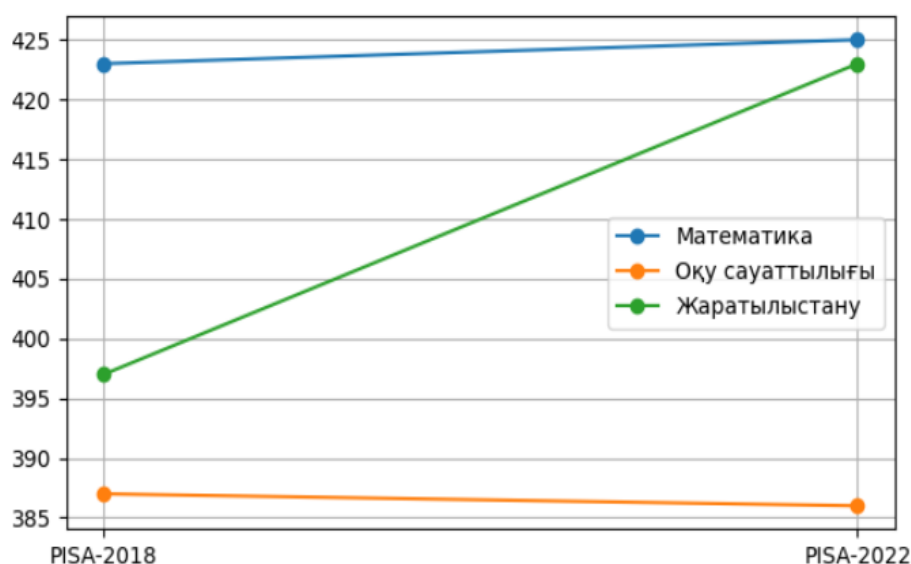
Еліміздің PISA халықаралық салыстырмалы зерттеулерге 2009 жылдан бері қатысып келе жатқанына қарамастан, оқу сауаттылығы төменгі көрсеткіштен жоғарыламай келеді. Сәйкесінше, бұл оқушыларымыздың ғылыми сауаттылығына да тікелей ықпал ететін фактор. Себебі, берілген мәтіннен қажетті ақпаратты табу, оны түсіндіру, ой елегінен өткізіп бағалау ғылыми сауаттылықтың ірге тасы болып табылады. Өкініше орай, елімізде оқу сауаттылығын әлі күнге дейін гуманитарлық пәндерге қатысты деп қабылдау қалыптасып отыр. Оқушылардың оқу сауаттылығының төмендігі физикалық ақпарат мәтінінен түйінді мәселені анықтау, оны қажетті жағдайға байланысты интерпретациялау, қолданбалылығына сәйкес бағалау және жетілдіру жолдарын ұсыну дағдыларының дамуына кедергі келтіретіні анық. Сондықтан, оқушылардың оқу сауаттылығын дамыту арқылы ғылыми таным дағдыларын жетілдіру өзекті мәселе болып табылады.

Қазақстанның PISA-2022 нәтижелері деректеріне сәйкес қазақстандық оқушылардың оқу сауаттылығы 64%-ы (Level 1) мәтіннің негізгі ойын түсіну, ақпаратты іздеу сияқты базалық деңгейге жете алмаса, тек 36%-ы ғана (Level 2) мәтіннен қажетті деректерді тауып, оның мазмұнына талдау жасай алатын базалық шекті балл, ал күрделі, көлемді әрі абстрактілі мәтіндермен жұмыс істей алатын, факт пен пікірді ажырата алатын ерекше дарынды оқушылардың үлесі небәрі 1% құрағандығы белгілі. Оқушыларымыздың тек 55%-ы ғылыми сауаттылықтың ең төменгі функционалдық деңгейіне (Level 2) қол жеткізген, ал жоғары деңгейдегі нәтижеге жеткен оқушылардың үлесі небәрі 1%-ды құраған. Сонымен қатар, қазақстандық оқушылардың ғылыми сауаттылық көрсеткіштері ЭЫДҰ орташа деңгейінен төмен екендігі анықталған [1].

PISA-2018 және PISA-2022 нәтижелерін салыстыру қазақстандық оқушылардың жаратылыстану сауаттылығының айтарлықтай артқаны 1-суретте көрсетілді.

Алайда, бұл өсімге қарамастан, халықаралық орташа көрсеткішпен салыстырғанда айырмашылықтың сақталуына байланысты, және оқу сауаттылығы мен байланыстыра отырып, ғылыми таным дағдыларын қалыптастыруға бағытталған оқыту модельдерін әзірлеу қажеттілігін арттырды. Қазақстан оқушыларының 2018-2022 жылдардағы PISA халықаралық салыстырмалы зерттеулер нәтижелері 1-суретте көрсетіледі.

Қазақстанда соңғы жылдары білім беру сапасын арттыруға бағытталған ауқымды реформалар жүзеге асырылуда. Соған қарамастан мектеп бітірушілердің оқу жетістіктерін бағалау нәтижелері жаратылыстану-математикалық пәндерді меңгеруде бірқатар қиындықтардың жүйелі түрде сақталып отырғанын көрсетеді. Мұндай мәселелердің бірі физика пәні бойынша білім алушылардың оқу материалын терең түсіну және ғылыми негізде қолдану деңгейінің жеткіліксіздігі болып табылады.



1-сурет Казакстанның PISA нәтижелері 2018-2022 жылдар

Оқу жетістіктерінің маңызды индикаторларының бірі ретінде ұлттық бірыңғай тестілеу (ҰБТ) нәтижелерін қарастыруға болады. 2020-2021 жылдардан бастап ҰБТ толықтай компьютерлік форматқа көшіріліп, ең жоғары көрсеткіш 140 балл болып белгіленді. Сонымен қатар, тестілеуді бірнеше рет тапсыру мүмкіндігі енгізілді. Бұл өзгерістер бағалау жүйесінің объективтілігін арттыруға бағытталғанымен, талапкерлердің орташа нәтижелерінде айтарлықтай өсім байқалмағанын 1-кестеден көруге болады [2, 14,15].

1-кесте - Казакстандағы ҰБТ нәтижелерінің динамикасы (2018-2025 жж.)

Жылдар	Қатысушылар саны	Орташа балл
2018	98 600	83,1
2019	110 000	75,5
2020	131 700	68,1
2021	145 000	64,0
2022	154 000	66,0
2023	162 000	68,0
2024	181 000	67,0
2025	160 000	67,0

Кестеде көрсетілгендей, 2018 жылғы 83,1 балдық орташа көрсеткішпен салыстырғанда кейінгі жылдары нәтижелердің төмендеуі байқалады. Әсіресе, 2020 жылдан бастап орташа балл 64-68 аралығында қалыптасып отыр. Бұл жағдай мектеп түлектерінің оқу материалдарын терең меңгеруі мен білімді жаңа жағдайларда қолдану деңгейіне қатысты мәселелердің сақталып отырғанын көрсетеді.

Жаратылыстану бағытындағы пәндердің ішінде физика пәні ерекше күрделі пәндердің бірі болып саналады. Оның басты ерекшелігі физикалық құбылыстарды түсіндіру барысында теориялық ұғымдарды, математикалық аппаратты, тәжірибелік деректерді талдау және оларды қолданды өзара байланыстыра қарастыру қажеттілігімен түсіндіріледі. Қазіргі таңда қалыптасып отырған физикалық білім сапасының төмендеуі мектептің базалық жабдықталуына, себебі физика - эксперименттік ғылым, сонымен қатар, оқу материалының күрделілігі мен көлеміне, пәнді оқытатын мұғалімнің кәсіби құзыреттілігіне де тікелей байланысты болады.

Бұл тұжырым 2022-2026 жылдары «Өрлеу» БАҰО АҚФ Қызылорда облысы бойынша кәсіби даму физика пәні мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарын ұйымдастыру және жүргізу барысында жүргізген диагностикалық зерттеулерінің нәтижелерімен де расталды.

Сонымен қатар, халықаралық салыстырмалы зерттеулердің нәтижелері де осы мәселелердің өзектілігін дәлелдейді. Яғни, оқушылардың басым бөлігі ғылыми білімді жаңа жағдайларда қолдану, ғылыми дәлелдерді талдау және құбылыстарды ғылыми тұрғыдан түсіндіру тапсырмаларында қиындықтарға кездесетіні белгілі болды. Өлі күнге дейін физика жаттанды формулалар мен есептер шығару, мұғалімнің тікелей түсіндіруі арқылы жүзеге асырылатынын байқатады. Физика пәні мұғалімдері оқушыларға ұсынатын тапсырмаларды білу, түсіну, қолдану, яғни төменгі деңгейлі ойлау тапсырмаларымен шектетеletінін мойындайды. Сонымен, физика пәнін меңгерудегі негізгі қиындықтардың қатарында күрделі теориялық ұғымдарды түсіну, физикалық заңдардың мәнін ашу, математикалық аппаратты қолдану және эксперименттік нәтижелерді түсіндіру мен олардың қолданбалылығы мәселелері екені анықталды. Физикалық білімнің мазмұны күрделенген сайын оқушылардың пәнге деген қызығушылығы төмендеп, білімді механикалық жаттауға бейімділігі артады.

Осы жоғарыда анықталған жағдайлар физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқытуды, оқу материалдарының мазмұнын жүйелеу мен қайта қарастыруды және ғылыми таным дағдыларын қалыптастыруға бағытталған жаңа әдістемелік шешімдерді іздестіруді талап етеді.

Біздің пайымдауымызша, бұл нәтижелер мектептегі жаратылыстану пәндерін, әсіресе физиканы оқыту сапасын жетілдіру қажеттігін көрсетеді. Себебі физика ғылымы ғылыми танымның негізгі әдістерін қалыптастыратын пәндердің бірі болып табылады. Физиканы оқу барысында білім алушылар табиғат құбылыстарын бақылауды, ғылыми болжам жасауды, тәжірибе жүргізуді, алынған нәтижелерді талдауды және математикалық модельдер арқылы түсіндіруді үйренеді. Сондықтан физика пәні оқушылардың ғылыми дүниетанымын қалыптастыруда ерекше орын алады.

Физика білімін зерттеуге арналған заманауи еңбектерде ғылыми таным әрекеттерін бағалау мәселесіне ерекше назар аударылуда. Мәселен, ғылыми практикаларды бағалау жөніндегі зерттеулерде оқушылардың физикалық ұғымдарды математикалық модельдермен байланыстыра білуі, дәлелдерді қолдануы және ғылыми негізделген қорытынды жасауы негізгі көрсеткіштер ретінде қарастырылады. Сонымен қатар заманауи физикалық білім беру теориясында пәндік білім мен ғылыми тәжірибелердің өзара байланысын бағалау қажеттілігі көрсетілген.

Эксперименттік дағдыларды бағалау саласындағы зерттеулер де физикадағы ғылыми танымның күрделі құрылым екенін дәлелдейді. Мысалы, өлшеу дәлдігін түсіну, эксперимент нәтижелерін түсіндіру және ғылыми негізделген қорытынды жасау физикалық білімнің маңызды құрамдас бөлігі болып саналады. Алайда бұл зерттеулер көбінесе ғылыми танымның жекелеген элементтерін бағалауға бағытталған.

Қазақстандық білім беру тәжірибесінде соңғы жылдары критериалды бағалау жүйесі енгізіліп, оқу нәтижелерін бағалаудың жаңа тәсілдері қалыптасты. Дегенмен физика пәніндегі күрделі тақырыптарды меңгеру барысында оқушылардың ғылыми таным әрекеттерінің қалыптасу деңгейін бағалауға арналған арнайы модельдер жеткілікті деңгейде әзірленбеген. Көп жағдайда бағалау формулаларды қолдану мен есеп шығаруға негізделіп, ғылыми ұғымдардың қалыптасуы, заңдардың физикалық мәнін түсінуі, эксперименттік дәлелдеуі және практикалық қолданылуы толық қамтымайды.

2022-2026 жылдар аралығында физика мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарына арналған бағдарламалар әзірлеу, оларды жүргізу барысында жинақтаған тәжірибелер де осы мәселенің өзектілігін көрсетті. «10-11 сынып оқушыларының білім беру нәтижелерінің сапасын арттыру контекстінде физика мұғалімдерінің пәндік құзыреттіліктерін дамыту» (авторлық куәлікпен расталған) [3] тақырыбындағы курс бағдарламасын әзірлеу барысында «Қиындықтар қамалы» әдісі арқылы жүргізілген сауалнама барысында айқындалды.

«Қиындықтар қамалы» әдісі екі бағытта «Физика пәнін оқытудағы мұғалімнің қиындықтары» және «Физика пәнін оқудағы оқушылардың қиындығы» қолданылды.

«Физика пәнін оқытудағы мұғалімнің қиындықтары» сауалнамасы бойынша педагогтер оқу материалының күрделілігін, оқушылардың пәнге қызығушылығының төмендігін және жас мұғалімдердің әдістемелік даярлығының жеткіліксіздігін, тәжірибелі мамандардың ақпараттық-коммуникативтік құралдарды қолдану дағдысының төмендігін, мектеп физика кабинеттеріндегі тәжірибелік базаның әлсіздіктерін, пәнаралық байланысты қолдану физиканы оқытудағы негізгі проблемалар ретінде көрсетті.

Ал, «Физика пәнін оқудағы оқушылардың қиындығы» сауалнамасы болашақ таңдаған мамандығына физиканың қажетсіздігін, физика қызықты пән еместігін, оқу параграфтарының ұзақтығын, тәжірибелер өте сирек жасалатынын, формулаларды қорытып шығаруда, есептер шығаруда қиналатынын, сыныпта есеп шығаруға уақыт жетпейтінін көрсетті.

Осы екі сауалнама арқылы педагогтердің шешу мүмкіндігіндегі бұл қиындықтардың басым бөлігі физикалық білім мазмұнының күрделі құрылымымен және оны жүйелі меңгерудің әдістемелік құралдарының жеткіліксіздігімен, оқушылардың қызығушылығын дамытуға ықпал ететін әдіс тәсілдердің жеткіліксіздігіне байланысты екендігі анықталды.

Осы мәселені шешу мақсатында физикадағы күрделі тақырыптарды оқытудың құрылымдық алгоритмі әзірленді. Алгоритм физикалық білімді меңгерудің жеті өзара байланысты компонентіне негізделеді: физикалық құбылыс, физикалық ұғым, физикалық шама, физикалық заң, заңның математикалық аппараты, физикалық эксперимент және техника мен тұрмыста қолданылуы. Бұл компоненттердің ішінде берілген оқу материалының техникада және тұрмыста қолданылуы оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастырумен қатар, болашақ мамандық таңдауға да ықпал ететін негізгі фактордардың бірі екені ескерілді. Біздің пайымдауымызша, аталған жеті компонент физика ғылымының танымдық табиғатын толық сипаттайды және оқушылардың ғылыми таным әрекеттерінің қалыптасу деңгейін анықтауға, бағалауға мүмкіндік береді.

Жүргізілген әдебиеттерге талдау халықаралық зерттеулерде ғылыми сауаттылықты, зерттеушілік құзыреттіліктерді және ғылыми практикаларды бағалау тәсілдерінің жеткілікті дамығанын көрсетті. Алайда физикалық білімнің ішкі құрылымын негізге ала отырып ғылыми таным дағдыларын бағалауға арналған құрылымдық-мазмұндық модельдер жеткілікті зерттелмеген. Осы қарама-қайшылық зерттеудің ғылыми проблемасын анықтайды.

Осыған байланысты зерттеудің мақсаты – физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту контекстінде ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделін теориялық тұрғыдан негіздеу және оның компоненттерін анықтау.

Зерттеу гипотезасы ретінде 10-11 сыныпта физикадағы күрделі тақырыптарды оқыту физикалық ұғым, физикалық шама, физикалық заң, заңның математикалық аппараты, физикалық эксперимент және техника мен тұрмыста қолданылуы компоненттері негізінде ұйымдастырылып, бағалау осы құрылымға сәйкес жүргізілген жағдайда оқушылардың ғылыми таным дағдылары мен физикалық білімді саналы меңгеру деңгейі артады деген болжам қабылданды.

Әдебиеттерді талдау ғылыми сауаттылықты бағалау, зерттеушілік дағдыларды қалыптастыру және критериялды бағалау мәселелерінің халықаралық және отандық зерттеулерде кеңінен қарастырылғанын көрсетті. Алайда, физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту барысында қалыптасатын ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық негіздері жеткілікті зерттелмеген. Әсіресе физикалық ұғым, физикалық шама, физикалық заң, заңның математикалық аппараты, физикалық эксперимент және техника мен тұрмыста қолданылуы арасындағы өзара байланыс негізінде бағалау критерийлерін құру мәселесі ғылыми әдебиеттерде толық шешімін таппаған. Осы жағдай зерттеудің өзектілігін анықтайды.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі

Зерттеу Қорқыт ата атындағы Қызылорда университеті мен «Өрлеу» біліктілікті арттыру ұлттық орталығы» АҚ Қызылорда облысы бойынша кәсіби даму институтының тәжірибелік базасында жүзеге асырылды. Зерттеу барысында 2020-2026 жылдар аралығында физика пәні мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарын әзірлеу, ұйымдастыру және өткізу нәтижелері пайдаланылды.

Зерттеудің эмпирикалық базасын қазақ және орыс тілдерінде оқытатын орта білім беру ұйымдарының физика пәні мұғалімдеріне арналған «10-11 сынып оқушыларының білім беру нәтижелерінің сапасын арттыру контекстінде физика мұғалімдерінің пәндік құзыреттіліктерін дамыту» біліктілікті арттыру курстары құрады. Курстар барысында физика пәнін оқытудағы қиындықтарды анықтау, күрделі тақырыптарды меңгерудің тиімді тәсілдерін әзірлеу және ғылыми таным дағдыларын бағалау критерийлерін анықтау мақсатында кешенді зерттеу жұмыстары жүргізілді.

Физика пәні мұғалімдерінің кәсіби қиындықтарын және оқушылардың қажеттіліктерін анықтау мақсатында сауалнама ұйымдастырылды. «Қиындықтар қамалы» сауалнамасы нәтижелері негізінде физиканы оқытудағы негізгі проблемалар айқындалды. Нәтижесінде оқушылардың пәнге қызығушылығының төмендігі, оқу материалының күрделілігі, жас мамандардың әдістемелік даярлығының жеткіліксіздігі, мектептердің эксперименттік базасының әлсіздігі және тәжірибелі мұғалімдердің (30 жылға жуық еңбек өтілі бар) цифрлық құзыреттіліктердің жеткіліксіздігі негізгі қиындықтар ретінде анықталды. Курс аясында шешу үшін физика пәні мұғалімдері құзыретіндегі оқушылардың қызығушылығын арттыру, оқу материалдарының күрделілік деңгейін нақты әдістемелік компоненттер ұсыну арқылы шешу, жас мамандарға арналған әдістемелік алгоритмді жүйелі қолдану дағдыларын жетілдіру басшылыққа алынды. «Қиындықтар қамалы» моделі 2 бөлімнен тұрады, біріншісі пән мұғалімінің физиканы оқытудағы қиындықтары, екіншісі физика пәнін игерудегі оқушылардың қиындықтары мен кедергілері. Педагогтер көрсеткен қиындықтарының бірі пәнаралық байланысты қолдану дағдыларының төмендігі, алайда бұл бағыт келесі зерттеулерде жалғастырылады.

Физика пәні мұғалімдерінің кәсіби дағдыларын жетілдіру және күрделі тақырыптарды оқытудан күтілетін нәтижелерді анықтау мақсатында нормативтік құжаттар - Қазақстан Республикасының мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандарттары (ҚР МЖМБС), физика пәнінің оқу бағдарламалары, PISA зерттеулерінің тұжырымдамалық құжаттары және Ұлттық бірыңғай тестілеу материалдары зерделенді.

Физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту тәжірибесін жүйелеу негізінде ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделі әзірленді. Модельдеу әдісі арқылы физикалық ұғым, физикалық шама, физикалық заң, заңның математикалық аппараты, физикалық эксперимент және техника мен тұрмыста қолданылуы компоненттерінің өзара байланысына негізделді.

Тәжірибелік зерттеулердің нәтежиелі болуы үшін ғылыми әдебиеттерге талдау жасалды. Ғылыми таным дағдылары, ғылыми сауаттылық, физиканы оқыту әдістемесі, критериялды бағалау және PISA зерттеулері бойынша халықаралық және отандық ғылыми еңбектерге салыстырмалы талдау жүргізілді. Әдебиеттерді талдау нәтижесінде зерттеудің теориялық негіздері анықталып [4-12] ғылыми мәселенің өзектілігі айқындалды.

Bybee R.W., Lederman N.G., Lederman N.G. [4] зерттеулерінде ғылыми таным әрекеттерінің жалпы сипаттамасы берілгенімен, физика пәнінің ішкі логикасына негізделген бағалау компоненттері нақты анықталмаған.

Курс тыңдаушыларының пәндік және әдістемелік даярлық деңгейін анықтау мақсатында диагностикалық және қорытынды бағалау жұмыстары жүргізілді. Бағалау тапсырмалар банкі негізінде жүргізілді. Тест нәтижелері тыңдаушылардың пәндік және әдістемелік құзыреттіліктерінің қалыптасу деңгейін анықтауға мүмкіндік берді.

Осылайша, зерттеуде теориялық талдау, сауалнама, педагогикалық бақылау, педагогикалық диагностика, тестілеу және модельдеу әдістерін кешенді қолдану физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту контексінде ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделін әзірлеуге мүмкіндік берді.

Нәтижелер және талқылау

Физика пәні жаратылыстану ғылымдарының ішінде табиғат құбылыстарын түсіндірудің теориялық және эксперименттік негіздерін біріктіретін пән болып табылады. Сондықтан физикалық білімді меңгеру тек формулаларды есте сақтаумен шектелмей, ғылыми танымның белгілі бір кезеңдерін игеруді талап етеді.

2022-2026 жылдары физика пәні мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарын өткізу барысында жүргізілген сауалнама нәтижелері мұғалімдер мен оқушылардың физиканың күрделі тақырыптарын меңгеруде жүйелі қиындықтарға тап болатынын көрсетті. Әсіресе:

- физикалық ұғымдарды түсіндіру;
- физикалық шамалардың мәнін ажырату;
- заңдардың мағынасын түсіну;
- математикалық өрнектерді талдау;
- эксперимент нәтижелерін түсіндіру;
- білімді өмірлік жағдайларда қолдану
- есептер шығару барысында жауабын алдын ала болжау бағыттарында қиындықтар жиі кездесетіні анықталды.

Әдебиеттерді талдау нәтижелері де ғылыми сауаттылықтың негізгі құрамдастары ғылыми құбылыстарды түсіндіру, дәлелдерді талдау және зерттеушілік әрекеттерді орындаумен байланысты екенін көрсетті [1, 2].

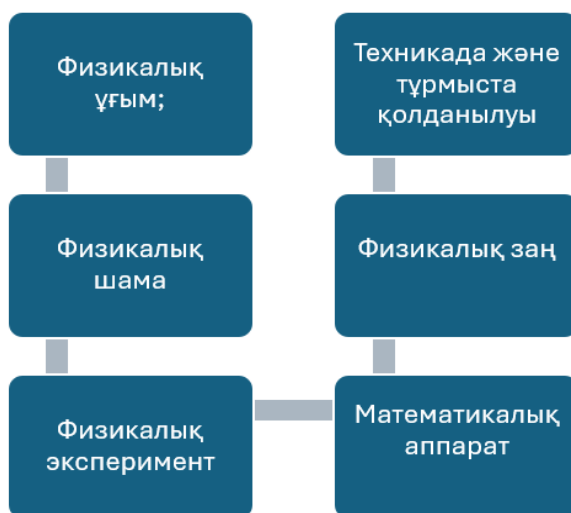
Алайда зерттелген еңбектерде физикалық білімнің мазмұндық құрылымын толық қамтитын бағалау жүйесі жеткілікті деңгейде қарастырылмаған.

Осыған байланысты физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту тәжірибесін жинақтау негізінде ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделі әзірленді. Бұған дейін «7-9 сынып оқушыларының білім беру нәтижелерінің сапасын арттыру контексінде физика мұғалімдерінің пәндік құзыреттіліктерін дамыту» бағдарламасы әзірленіп тәжірибеге енгізілген болатын. 7-9 сынып оқушыларының жас ерекшелігіне сәйкес жеті компонент бойынша бағалау көзделген, себебі, оқушылар үшін құбылыстарды ажырту маңырдылығы жоғары [20]. Ал, 10-11 оқушылары үшін алты компоненттік құрылымды қолдануды жөн көрдік.

Ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделі

Ұсынылып отырған модель физикалық білімді меңгерудің логикалық тізбегіне негізделіп, 2-суретте бейнеленді.

Модель алты өзара байланысты компоненттен тұрады: $K1 \rightarrow K2 \rightarrow K3 \rightarrow K4 \rightarrow K5 \rightarrow K6$



2-сурет - Ғылыми таным дағдыларын бағалаудың құрылымдық-мазмұндық моделі

Модельдің негізінде ғылыми танымның қарапайым бақылаудан практикалық қолдануға дейінгі табиғи логикасы және оқушылардың ғылыми дүние тануын дамыту жатыр. Осы модель негізінде әр компонентке сәйкес бағалау критерийлері анықталды. Ол 2- кестеде ұсынылды:

2-кесте - Ғылыми таным дағдыларын бағалау критерийлері

Компонент	Мазмұны	Бағалау критерийі
K1	Физикалық ұғым	Ұғымның ғылыми анықтамасын түсіндіреді
K2	Физикалық шама	Шаманың мағынасын, өлшем бірлігін халықаралық бірліктер жүйесінде (ХБЖ) сипаттайды
K3	Физикалық заң	Заңды тұжырымдайды, мағынасын түсіндіреді
K4	Математикалық аппарат	Формулаларды жазады, есептер шығаруда қолданады және түрлендіреді
K5	Эксперимент	Бақылау жүргізіп, қорытынды шығарады
K6	Қолданылуы	Заңның техникадағы және тұрмыстағы қолданысын түсіндіреді

Ғылыми таным индекcін (ҒТИ) төменде 3-кестеде ұсынамыз. Әр компонент таным деңгейіне сәйкес баллдық жүйемен бағаланады.

3-кесте – Ғылыми таным индексі

Компонент	Балл
K1	6
K2	6
K3	8
K4	8
K5	10
K6	12

Максимум:

$$FTI = \frac{K1 + K2 + K3 + K4 + K5 + K6}{50} \times 100$$

Мұндағы FTI - ғылыми таным индексі:

$$FTI = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6}{50} \times 100$$

Біздің тәжірибеде орташа балл 39 болғандықтан:

$$FTI = \frac{39}{50} \times 100 = 78\%$$

Әлемдік деңгейде (соның ішінде АҚШ-тың GPA шкаласы мен Еуропалық ECTS жүйесіне сәйкестендірілген) бағалаудың жалпыланған үлгісі бойынша курсқа физика пәні мұғалімдерінің ғылыми таным индексі FTI 78% (65%-84%) В,С немесе «4» (Жақсы) деңгейіне көтерілгенін дәлелдейді.

Ұсынылған критерийлер физикалық білімнің мазмұнын жүйелі бағалауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған құрылымдық-мазмұндық тәсіл «Өрлеу» БАҰО» акционерлік қоғамы Кәсіби даму институтында 2020-2026 жылдары физика пәні мұғалімдерінің біліктілігін арттыру курстарында қолданылды.

Курс барысында физиканың күрделі тақырыптарын оқыту үшін ұсынылған алгоритмді пайдалану мұғалімдердің оқу материалын жүйелеуіне және сабақ құрылымын ғылыми таным логикасына сәйкес ұйымдастыруына мүмкіндік берді.

Тапсырмалар банкіне енгізілген сұрақтар мен есептер, жаттығулардың мазмұны төмендегідей болды:

Күрделі тақырыптар ретінде анықталған «Электромагнитизм», «Толқындық оптика», «Атом және ядролық физика» бөлімдерінің негізгі ұғымдарын атау, ажырату тапсырмалары - 6, физикалық шамаларды анықтау, өлшем бірліктерін әр түрлі жүйеде көрсету -6, іргелі физикалық заңдардың мәнін түсіндіруге – 8, сол заңдарды түрлендіре отырып шығаруға арналған тапсырмалар – 8, тәжірибелерді талдау – 10, заңның тәжірибеде қолданылуын талдау және бағалау, тиімділі мен кемшілігін анықтау (мысалы, атомның әр түрлі Томсон, Резерфорд, Бор модельдері, айнымалы ток пен тұрақты ток қасиеттерін мен қолдану аясын талдау, интерференция мен дифракция, поляризация құбылыстарының қолданысы) – 12 тапсырмалары 2 нұсқада әзірленіп ұсынылды.

Кіру тесті бойынша педагогтердің басым көпшілігі (54 педагог, яғни барлығының 73%-ы) 11-ден 30 балға дейінгі орташа деңгейде болды. Шығу тесті бойынша педагогтердің басым бөлігі (62 педагог, яғни 84%-ы) 36-дан 50 балға дейінгі жоғары көрсеткішке ие болды (4-кесте).

4-кесте - Кіру және шығу тестілерінің нәтижелері (Педагогтер саны: 74)

Балл аралығы	Кіру тесті (педагогтер саны)	Шығу тесті (педагогтер саны)
0-5	1	0
6-10	4	0
11-15	8	0
16-20	19	0
21-25	23	0
26-30	7	1

31-35	9	7
36-40	1	43
41-45	2	16
46-50	0	3
Орташа балл	21.2	39

Орташа баллдың 21,2-ден 39,0 балға дейін жоғарылауы курстың пәндік және әдістемелік құзыреттіліктерді дамытудағы тиімділігін көрсетеді. Бұл нәтиже физика пәнінің күрделі тақырыптарын оқытуға арналған авторлық алгоритм мен әдістемелік тәсілдердің оң әсерін дәлелдейді.

Қорытынды

Курс соңында шығыс сауалнамасындағы тыңдаушыларының пікірлері мен қорытынды тест нәтижелерін талдау аталған тәсілдің:

- оқу материалын құрылымдауды жеңілдететінін;
- күрделі тақырыптарды түсіндіру сапасын арттыратынын;
- оқушылардың ғылыми ойлау әрекеттерін жүйелі қалыптастыруға мүмкіндік беретінін;
- бағалау критерийлерін нақтылауға жағдай жасайтынын көрсетті.

Алынған нәтижелер халықаралық зерттеулердегі ғылыми сауаттылық тұжырымдамаларымен сәйкес келеді. ЭЫДҰ моделінде ғылыми құбылыстарды түсіндіру, ғылыми зерттеуді бағалау және дәлелдерді талдау негізгі орын алса, ұсынылған модельде бұл әрекеттер физикалық білімнің мазмұндық құрылымы арқылы нақтыланды.

Ұсынылған модельдің ерекшелігі ғылыми таным әрекеттерін физикалық ұғымнан бастап практикалық қолдануға дейін біртұтас жүйеде қарастыруында.

Зерттеу үдерісін жалғастыруды жоспарлай отырып, біліктілік арттыру курсына келген физика пәні мұғалімдерінің жас ерекшеліктері мен еңбек өтіліне қарай нақты талдау жасау, сонымен қатар, физика пәнінде жаратылыстану бағытындағы пәндермен байланыстыра оқыту бағытын жетілдіруді мақсат етеміз.

Сондықтан ұсынылып отырған құрылымдық-мазмұндық модель физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту барысында ғылыми таным дағдыларын бағалаудың практикалық құралы ретінде қарастырылуы мүмкін.

Әдебиеттер тізімі

1. OECD. PISA 2018 Assessment and Analytical Framework. – Paris : OECD Publishing, 2019.
2. OECD. PISA 2022 Assessment and Analytical Framework. – Paris : OECD Publishing, 2023.
3. «Өрлеу» БАҰО АҚ. «10-11 сынып оқушыларының білім беру нәтижелерінің сапасын арттыру контекстінде физика мұғалімдерінің пәндік құзыреттіліктерін дамыту» біліктілікті арттыру курсының білім беру бағдарламасы. – Астана, 2021. – 84 б.
4. Bybee R.W. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. – Arlington, VA : NSTA Press, 2013. – 112 p.
5. Lederman N.G., Antink-Meyer A., Bartos S. et al. Meaningful Assessment of Learners' Understandings about Scientific Inquiry // Science Education. – 2014. – Vol. 98(1). – P. 65-89. - DOI:10.1002/tea.21125
6. Osborne J. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change // Journal of Science Teacher Education. – 2014. – Vol. 25(2). – P. 177-196. - <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
7. Redish E.F. Teaching Physics with the Physics Suite. – New York : John Wiley & Sons, 2003. – 512 p.
8. Holmes N.G., Wieman C.E. Introductory Physics Labs: We Can Do Better // Physics Today. – 2018. – Vol. 71(1). – P. 38-45. - DOI: 10.1063/PT.3.3816

9. Bing T.J., Redish E.F. Analyzing Problem Solving Using Mathematics in Physics // Physical Review Special Topics – Physics Education Research. – 2009. – Vol. 5(2). – 020108. - <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020108>
10. Сарыбаева А. К. Болашақ физика мұғалімдерінің функционалдық сауаттылығын қалыптастыру мәселелері // Оқыту әдістемесі мен білім беру сапасы. – 2021. – №2 (45). – Б. 12-18.
11. Калкашев Б. А. Қазақстандағы критериалды бағалау жүйесінің дамуы мен оқу мақсаттарының сәйкестігі // Қазақстан мектебі. – 2022. – №5. – Б. 34-39.
12. Қараев Ж.А. Деңгейлеп-саралап оқыту технологиясы. – Алматы : Өркениет, 2013. – 256 б.
13. Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. National Report on PISA-2022 Results in Kazakhstan. – Astana, 2023.
14. Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі. Ұлттық бірыңғай тестілеудің аналитикалық есебі. – Астана, 2024.
15. Ұлттық тестілеу орталығы. ҰБТ статистикалық деректері (2018-2025). – Астана, 2025.
16. Ы.Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы. Функционалдық сауаттылықты дамыту бойынша әдістемелік ұсынымдар. – Астана, 2023. – 112 б.
17. Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі. Орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарты. – Астана, 2022.
18. Қазақстан Республикасы Оқу-ағарту министрлігі. Физика пәні бойынша оқу бағдарламалары (7-11 сыныптар). – Астана, 2023.
19. Ешимова У.З. Физика пәніндегі күрделі тақырыптарды оқыту бойынша әдістемелік материалдар мен біліктілікті арттыру курстарының тәжірибелік қорытындылары. – Қызылорда, 2022-2026.
20. «Өрлеу» БАҰО АҚ. «7-9 сынып оқушыларының білім беру нәтижелерінің сапасын арттыру контекстінде физика мұғалімдерінің пәндік құзыреттіліктерін дамыту». – Астана, 2021. – 78 б.

У.З. Ешимова

СТРУКТУРНО-СОДЕРЖАТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНИВАНИЯ НАУЧНО-ПОЗНАВАТЕЛЬНЫХ НАВЫКОВ В КОНТЕКСТЕ ОБУЧЕНИЯ СЛОЖНЫМ ТЕМАМ ПО ФИЗИКЕ

В статье представлена структурно-содержательная модель оценки навыков научного познания в контексте обучения сложным темам физики. Актуальность исследования обоснована результатами международных исследований PISA и показателями качества образования в Казахстане. Несмотря на относительный рост показателей естественнонаучной грамотности в последние годы, наблюдается, что навыки понимания, применения научных знаний и работы с научными доказательствами у казахстанских школьников сформированы в недостаточной степени. Кроме того, результаты Единого национального тестирования (ЕНТ) показывают, что учащиеся сталкиваются со значительными трудностями при освоении сложных тем курса физики. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ научной литературы, международных и отечественных исследований. Эмпирической базой послужил опыт разработки и проведения курсов повышения квалификации учителей физики на базе филиала акционерного общества «Национальный центр повышения квалификации «Орлеу» (ФАО НЦПК) – Института профессионального развития по Кызылординской области в 2022–2026 годах. В исследовании использовались методы анализа литературы, анкетирования, педагогического наблюдения, изучения документов, тестирования и моделирования. В результате исследования разработана структурно-содержательная модель оценки навыков научного познания в процессе обучения сложным темам физики. Предложенная нами модель состоит из 7 взаимосвязанных компонентов, таких как: физическое явление, физическое понятие, физическая величина, физический закон, математический аппарат закона, физический эксперимент, а также применение в технике и быту. Для определения уровня освоения этих компонентов были разработаны банк заданий, индекс научного познания (ИНП) и критерии оценивания.

Ключевые слова: физика, навыки научного познания, научная грамотность, оценивание, структурно-содержательная модель, PISA, методика преподавания физики.

U.Z. Yeshimova

STRUCTURAL-CONTENT MODEL FOR ASSESSING SCIENTIFIC COGNITIVE SKILLS IN THE CONTEXT OF TEACHING COMPLEX TOPICS IN PHYSICS

The article presents a structural and content model for assessing scientific inquiry skills within the context of teaching complex topics in physics. The relevance of the study is substantiated by the results of international PISA assessments and educational quality indicators in Kazakhstan. Despite a relative increase in scientific literacy scores in recent years, it is observed that Kazakhstani students lack sufficient skills in understanding, applying scientific knowledge, and working with scientific evidence. Furthermore, the Unified National Testing (UNT) results indicate that students face significant difficulties in mastering complex topics within the physics course. In the course of the study, a comparative analysis of scientific literature, as well as international and domestic research, was conducted. The empirical framework was based on the experience gained during 2022–2026 from designing and conducting professional development courses for physics teachers at the branch of the Joint-Stock Company "National Center for Professional Development «Orleu» – Institute for Professional Development in the Kyzylorda Region. The research utilized methods such as literature analysis, questionnaires, pedagogical observation, document review, testing, and modeling. As a result of the research, a structural and content model for assessing scientific inquiry skills in the process of teaching complex topics in physics has been developed. The proposed model consists of 7 interconnected components: physical phenomenon, physical concept, physical quantity, physical law, mathematical apparatus of the law, physical experiment, and application in technology and everyday life. To determine the level of mastery of these components, a task bank, a Scientific Inquiry Index (SII), and evaluation criteria were developed. The proposed model allows for the systematic structuring of physics education content, managing students' scientific inquiry activities, and providing a comprehensive assessment through the systematic application of these components by physics teachers. It also contributes to improving the quality of mastering complex topics. The research findings are recommended for use in the practice of teaching physics in secondary schools and within the system of professional development for educators.

Keywords: physics, scientific cognitive skills, scientific literacy, assessment, structural-content model, PISA, physics teaching methodology.

References

1. OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
2. OECD. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
3. «Orleu» BAUO AQ. (2021). «10-11 synyp oqushylarynyn bilim beru natizhelerinin sapasyn arttyru kontekstinde fizika mughalimderinin pandik quzyrettilikterin damytu» biliktilikti arttyru kursynyn bilim beru baghdarlamasy [Educational program of the professional development course "Development of subject competencies of physics teachers in the context of improving the quality of educational outcomes of students in grades 10-11"]. 84 b.
4. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press. 112 p.
5. Lederman, N. G., Antink-Meyer, A., Bartos, S., Lederman, J. S., & Akerson, V. L. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry. *Science Education*, 98(1), 65-89. DOI:10.1002/tea.21125
6. Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
7. Redish, E. F. (2003). *Teaching physics with the physics suite*. John Wiley & Sons. 512 p.
8. Holmes, N. G., & Wieman, C. E. (2018). Introductory physics labs: We can do better. *Physics Today*, 71(1), 38-45. DOI: 10.1063/PT.3.3816
9. Bing, T. J., & Redish, E. F. (2009). Analyzing problem solving using mathematics in physics. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 5(2), Article 020108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.5.020108>

10. Sarybaeva, A. K. (2021). Bolashaq fizika mughalimderinin funktsionaldyq sauattylyghyn qalyptastyru maseleleri [Issues of forming functional literacy of future physics teachers]. *Oqytu adistemesi men bilim beru sapasy*, (2), 12-18.
11. Kalkashev, B. A. (2022). Qazaqstandaghy kriterialdy baghalau zhuyesinin damuy men oqu maqsattarynyn saikestigi [Development of criteria-based assessment system in Kazakhstan and alignment of learning objectives]. *Qazaqstan mektebi*, (5), 34-39.
12. Qaraev, Zh. A. (2013). *Dengeylep-saralap oqytu tekhnologiyasy* [Technology of multi-level and differentiated teaching]. Orkeniet. 256 b.
13. Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan. (2023). *National report on PISA-2022 results in Kazakhstan*.
14. Qazaqstan Respublikasy Oqu-aghartu Ministrliги. (2024). *Ulttyq birynghai testileudin analitikalyq esebi* [Analytical report of the Unified National Testing].
15. Ulttyq Testileu Ortalyghy. (2025). *UBT statistikalyq derekteri (2018–2025)* [UNT statistical data (2018–2025)].
16. Y. Altynsarin atyndaghy Ulttyq Bilim Akademiyasy. (2023). *Funktsionaldyq sauattylyghyn damytu boiynsha adistemelik usynyndar* [Methodological recommendations for the development of functional literacy]. 112 b.
17. Qazaqstan Respublikasy Oqu-aghartu Ministrliги. (2022). *Orta bilim berudin memlekettik barlyqqa mindetti standarty* [State mandatory standard of secondary education].
18. Qazaqstan Respublikasy Oqu-aghartu Ministrliги. (2023). *Fizika pani boiynsha oqu baghdarlamalary (7-11 synypтар)* [Curricula for Physics (grades 7-11)].
19. Yeshimova, U. Z. (2026). *Fizika panindegi kurdeli taqyryptardy oqytu boiynsha adistemelik materialdar men biliktilikti arttyru kurstarynyn tazhibelik qorytyndylary* [Practical results of methodological materials and professional development courses on teaching complex topics in physics].
20. «Orleu» BAUO AQ. (2021). «7-9 synyp oqushylarynyn bilim beru natizhelerinin sapasyn arttyru kontekstinde fizika mughalimderinin pandik quzyrettilikterin damytu» [Development of subject competencies of physics teachers in the context of improving the quality of educational outcomes of students in grades 7-9]. 78 b.

Автор туралы мәлімет:

Ешимова Ултай Зикировна - педагогика ғылымдарының кандидаты, Қорқыт ата атындағы Қызылорда Университетінің «Физика және математика» білім беру бағдарламасының аға оқытушысы, Қызылорда, Қазақстан Республикасы, ultai2005@gmail.com

Сведения об авторе:

Ешимова Ултай Зикировна - кандидат педагогических наук, старший преподаватель образовательной программы «Физика и математика» Кызылординского университета имени Коркыт Ата, Кызылорда, Республика Казахстан, ultai2005@gmail.com

Information about author:

Yeshimova Ultai Zikirovna - Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Lecturer of the «Physics and Mathematics» educational program at Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan, ultai2005@gmail.com