

А.М. Қарабай<sup>1\*</sup>, Д.Б. Баумуратова<sup>2</sup>, Х.И. Булбул<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ө. Жәнібеков атындағы Оңтүстік Қазақстан педагогикалық университеті, Шымкент, Қазақстан;

<sup>2</sup>Астана халықаралық университеті, Астана, Қазақстан;

<sup>3</sup>Гази университеті, Анкара, Түркия

(\*Хат-хабарға арналған автор. Email: akerke.99.09.22@mail.ru)

<sup>1</sup>ORCID 0009-0004-1509-4422

<sup>2</sup>ORCID 0009-0009-4621-1886

<sup>3</sup>ORCID 0000-0002-6525-7232

## Дуальды оқытуда AR қолданудың халықаралық тәжірибесі және оны Қазақстанда бейімдеу мүмкіндіктері

Мақалада техникалық және кәсіптік білім беру жүйесінде (ТжКББ) дуальды оқытуды жетілдіру құралы ретінде толықтырылған шындық (AR) технологияларын қолданудың халықаралық тәжірибесі және оның Қазақстан жағдайында бейімделу мүмкіндіктері қарастырылған. 2020–2025 жылдар аралығындағы ғылыми публикациялар, халықаралық жобалар мен тәжірибе зерттеулер негізінде AR-технологияларының тиімділігі, педагогикалық әлеуеті, симуляциялық оқытудың артықшылықтары және өндірістік дағдыларды қалыптастырудағы рөлі жүйелі талданды. Жұмыс PRISMA әдіснамасы бойынша орындалған жүйелі шолу мен салыстырмалы талдау әдістеріне сүйенеді. Зерттеу нәтижелері AR технологиялары дуальды оқытуды визуалды, интерактивті және қауіпсіз тәжірибеге бағытталған форматта ұйымдастыруға мүмкіндік беретінін, білім алушылардың кәсіби мотивациясын арттырып, тәжірибелік дағдыларды меңгеру тиімділігін едәуір күшейтетінін көрсетті. Германия, Түркия, Эстония, Қытай, АҚШ сияқты елдердің тәжірибесі AR-дың өндірістік процестерді модельдеуде, еңбек қауіпсіздігін оқытуда және күрделі кәсіби тапсырмаларды симуляциялауда жоғары нәтижелер беретінін дәлелдейді. Қазақстанда мұндай технологияларды енгізуге институционалдық алғышарттар бар болғанымен, инфрақұрылым, педагогтердің цифрлық құзыреттілігі және кәсіпорындармен өзара ықпалдастық деңгейінде шектеулер байқалады. Зерттеу барысында Қазақстандағы дуальды оқытуда AR-технологияларын интеграциялауға арналған педагогикалық және технологиялық модель ұсынылды. Модель мотивациялық, мазмұндық және ақпараттық-технологиялық компоненттерді қамтиды және заманауи цифрлық құралдар арқылы кәсіби құзыреттерді дамытуға бағытталған. Жалпы қорытынды AR-технологиялары дуальды оқытуды жаңғыртудың стратегиялық бағыты болып табылатынын, адами капиталдың сапасын арттыруға ықпал ететінін және Қазақстандағы ТжКББ жүйесін инновациялық деңгейге көтеруге мүмкіндік беретінін көрсетеді.

*Кілт сөздер:* цифрлық трансформация, дуальды оқыту, AR/VR, техникалық және кәсіптік білім беру, платформа, E-dual.kz, LMS, AI.

### *Kipicne*

Қазіргі заманда білім беру жүйесі цифрлық трансформация кезеңін бастан өткеріп, оқытудың тиімділігін арттыру үшін жаңа технологиялық шешімдер кеңінен енгізілуде. Солардың ішінде толықтырылған шындық (AR) және виртуалды шындық (VR) технологиялары техникалық және кәсіптік білім беру жүйесінде (бұдан әрі — ТжКББ) дуальды оқытуды жетілдірудің тиімді құралдары ретінде әлемдік тәжірибеде ерекше маңызға ие. Бұл технологиялар кәсіби білім берудің сапасын арттырып, білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын қалыптастыруда жаңа педагогикалық мүмкіндіктер ұсынады.

Толықтырылған шындық (AR) және виртуалды шындық (VR) технологиялары бір-бірімен тығыз байланысты болғанымен, олардың дуальды оқыту жүйесінде әртүрлі функционалдығы бар. Виртуалды шындық оқушыны толық цифрлық ортаға енгізеді, бұл өндіріс жағдайларын толығымен модельдеуге мүмкіндік береді. Ал толықтырылған шындық оқу процесін нақты өндірістік кеңістікті сақтай отырып, оған сандық ақпараттық қабаттарды қосу арқылы байытады. Дуальды оқыту жүйесінің ерекшелігі мекеме мен кәсіпорын арасындағы интеграция болғандықтан, белгілі бір жұмыс ортасымен тікелей байланыс орнатуға мүмкіндік беретін AR-технологиялары тиімдірек құралдар ретінде қарастырылады. Осыған байланысты зерттеу аясында дуальды оқыту жүйесіне толықтырылған шындық технологияларын енгізу мәселесіне басты назар аударылды. Аталған бағыттың тиімділігі халықаралық тәжірибеде де дәлелденіп отыр. Мәселен, Германияда жүзеге асырылып жатқан AR/VR

жобалары химия және техникалық мамандықтар бойынша тәжірибелік дағдыларды қауіпсіз әрі интерактивті ортада меңгеруге жағдай жасайды. Мұндай виртуалды симуляциялар білім алушыларға нақты өндірістік процестерді модельдеу арқылы тәжірибе жинақтауға мүмкіндік береді [1]. Түркия тәжірибесінде AR-технологияларын қолдану кәсіби қауіпсіздік пен еңбекті қорғау саласында тиімді нәтижелер көрсетіп отыр. Зерттеулер толықтырылған шындық құралдарының білім алушыларға қауіпті жағдайларды виртуалды ортада қайталап үйренуге мүмкіндік беретінін, осының нәтижесінде олардың өндірістік ортаға дайындық деңгейі артатынын дәлелдейді [2]. Мұндай тәсілдер білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын дамытуға ықпал етіп қана қоймай, оқу үдерісінің қауіпсіз әрі тиімді болуына жағдай жасайды.

Грекияда жүзеге асырылып жатқан XRinVET жобасы AR/VR-технологияларын кәсіби-техникалық білім беруде қолданудың тиімді моделін ұсына отырып, оқытуды интерактивті және тәжірибелік сипатта жетілдіруге бағытталған [3]. Бұл тәжірибе Еуропаның басқа елдерінде де кеңінен таралуда. Эстония, Польша, Венгрия, Словакия, Хорватия және Бельгияда іске асқан «Integrating Immersive Technologies in VET» жобалары аясында білім алушыларға виртуалды симуляциялар, 3D модельдер және интерактивті оқу құралдары ұсынылады. Осындай жобалар оқытудың сапасын арттырып, білім алушылардың кәсіби құзыреттіліктерін дамытуға мүмкіндік береді [4].

Азия мен Африка елдері де бұл бағытта белсенді зерттеулер жүргізіп келеді. Мысалы, Индонезия, Малайзия және Гана елдеріндегі шолу-зерттеулер AR-технологияларының VET жүйесінде оқу мотивациясын көтеріп, тәжірибелік дағдыларды тиімді меңгеруге ықпал ететінін дәлелдейді [5]. Осылайша, түрлі аймақтардағы зерттеулер AR/VR-технологияларының әмбебап тиімділігін және кәсіби оқытудағы қолдану мүмкіндіктерінің кеңдігін айқындайды.

Жалпы алғанда, AR/VR-технологиялары дуальды оқытуды әртүрлі педагогикалық әдістер арқылы қолдайды. Ең тиімді тәсілдердің бірі — тәжірибелік дағдыларды симуляциялау, мұнда білім алушылар нақты өндірістік тапсырмаларды қауіпсіз виртуалды ортада орындайды. Бұл тәсіл теория мен тәжірибе арасындағы алшақтықты азайтып, білім алушыларға күрделі процестерді визуализациялау арқылы терең түсінуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар педагогтердің цифрлық құзыреттілігін арттыру мақсатында арнайы курстар мен әдістемелік нұсқаулықтар әзірленеді. AR/VR оқу процесін ойын элементтерімен байытып, білім алушылардың қызығушылығы мен белсенділігін арттырады, ал қашықтықтан оқыту жағдайында қолжетімділікті қамтамасыз етеді.

Педагогикалық тұрғыдан тиімді әдістерге модульдік құрылым, құрылымданған тапсырмалар, work-based learning (өндірістік ортамен интеграцияланған оқыту), қайта өту тәжірибесі, өзін-өзі бағалау, сондай-ақ топтық және жеке оқытуды үйлестіру жатады. Тәжірибеде ThingLink, WarpVR, 3DVista, Corinth3D, Blippar және BIBB сияқты платформалар мен құралдар кеңінен қолданылады. Бұл технологиялардың тиімділігін қамтамасыз ету үшін инфрақұрылымдық база, педагогтердің дайындық деңгейі, теория мен тәжірибенің интеграциясы, қолжетімділік және масштабталу сияқты факторлардың өзара байланысы маңызды рөл атқарады.

Қазақстан үшін халықаралық тәжірибе ерекше құнды. Өндіріс кәсіпорындарымен бірлесе отырып интерактивті оқу бағдарламаларын енгізу, шетелдік жобаларды ұлттық контекстке бейімдеу және білім алушылардың цифрлық дағдыларын дамыту арқылы дуальды оқытудың тиімділігін айтарлықтай арттыруға болады. AR/VR-технологияларын енгізу кәсіби дайындық деңгейін жоғарылатып, еңбек нарығында бәсекеге қабілеттілікті күшейтеді және білім беру жүйесін заманауи талаптарға сәйкестендіреді.

Жоғарыда аталған үрдістер ғылыми әдебиеттерде де кеңінен талданған. Мысалы, F. K. Chiang [6] зерттеуінде кәсіптік оқытуда AR-технологиясын қолдануға арналған зерттеулер мен тәжірибелерге жүйелі шолу жасалып, оның білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын жетілдірудегі және оқу мотивациясын арттырудағы тиімділігі дәлелденген. Авторлар сонымен қатар жабдықтардың қымбаттығы мен педагогтердің дайындық деңгейіне қатысты шектеулерді атап өтеді. Осыған ұқсас бағыттағы [7] зерттеу AR мен гипервидео технологияларының оқу материалдарын визуализациялаудағы және тәжірибелік дағдыларды меңгертудегі рөлін қарастырады. Мұнда білім алушылар мен оқытушылар арасындағы тәжірибе алмасу негізінде бұл технологиялардың кәсіби оқыту үдерісіне оң әсер ететіні анықталған.

Сонымен қатар басқа зерттеу жұмыстарында AR-технологиясын қолданудың педагогикалық және техникалық аспектілері жан-жақты талданады [8–9]. Бұл еңбектер AR-дің оқу процесін интерактивті ету, мотивацияны арттыру және оқыту сапасын жақсартуда маңызды рөл атқаратынын көрсетеді. Ал R. Bødding, S.A. Schriek, G.W. Maier зерттеуінде аралас шындық (MR)

технологиясының әсері мета-талдау арқылы зерттеліп, оның когнитивтік, мінез-құлықтық және эмоциялық нәтижелерге ықпалы айқындалған [10]. Бұдан бөлек, С. J. Lee, Y. Hsu еңбегінде кәсіптік сертификаттау курстарында AR-технологиясын қолдану арқылы тұрақты білім беруді жетілдіру жолдары қарастырылса [11], L. Rakhimzhanova, D. Issabayeva, J. Kultan, N. Baimuldina, Z. Issabayeva, Z. Aituganova зерттеуінде арнайы білім беру қажеттіліктері бар білім алушылар үшін AR-құралдарының тиімділігі зерттелген [12]. Ал П.Қ. Тазабекова, З.К. Нурбекова, Г.И. Аймичева, Д.С. Найманова зерттеуі AR-технологиясының білім беру процесін цифрландыру мен жаңғыртудың пәрменді құралы екенін қорытындылайды [13].

Осылайша толықтырылған және виртуалды шындық технологиялары техникалық және кәсіптік білім беру жүйесінде дуальды оқытуды жетілдірудің маңызды бағыттарының бірі. Бұл технологиялар оқу үдерісін тәжірибеге бағыттап, білім алушылардың кәсіби құзыреттерін дамытуға, оқу мотивациясын арттыруға және теория мен тәжірибені біріктіруге мүмкіндік береді. Алайда Қазақстан жағдайында AR/VR-технологияларын дуальды оқыту жүйесіне бейімдеу, педагогикалық әдістемелер мен инфрақұрылымдық мүмкіндіктерді сәйкестендіру мәселелері әлі де жеткілікті зерттелмеген. Осыған байланысты зерттеудің мақсаты AR-технологияларын дуальды оқыту жүйесіне енгізудің педагогикалық және технологиялық моделін айқындап, оның тиімділігін бағалау.

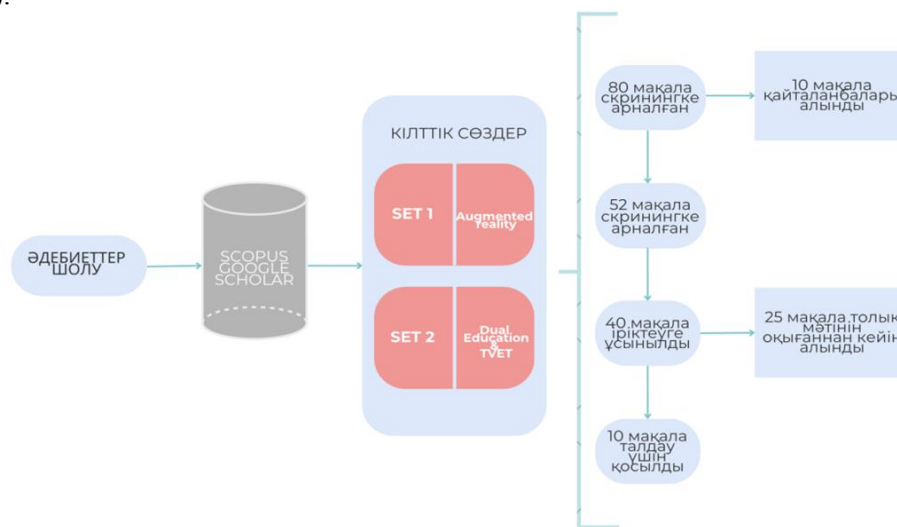
Зерттеу сұрақтары ретінде келесілер қарастырылады:

- 1) AR-технологиялары дуальды оқытудың сапасына және тәжірибелік дағдыларды қалыптастыруға қалай әсер етеді?
- 2) халықаралық тәжірибедегі AR-үлгілерін Қазақстан жағдайында бейімдеу мүмкін бе?
- 3) AR негізіндегі дуальды оқыту моделі білім алушылардың кәсіби мотивациясы мен оқу жетістіктерін арттыра ала ма?

Осылайша, толықтырылған шындық (AR) және виртуалды шындық (VR) технологиялары дуальды оқытуды жақсартудың маңызды құралы. Алайда, Қазақстан жағдайында осы технологияларды дуальды оқыту жүйесіне енгізудің педагогикалық әдістемелері мен инфрақұрылымдық мүмкіндіктері толық зерттелмеген. Сондықтан келесі бөлімде зерттеуде қолданылатын әдістер мен оқу материалдары қарастырылады, сонымен қатар олардың дуальды оқытуға әсері анықталады.

#### Әдістер мен материалдар

Бұл бөлімде зерттеуге негіз болған дереккөздер мен ғылыми жарияланымдарды іріктеу критерийлері нақты сипатталды. Зерттеу PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) әдістемесіне сәйкес жүйелі шолу түрінде жүзеге асырылып, зерттеу үдерісінің айқындығын қамтамасыз етіп, іріктеу мен талдау сатыларын жүйелі түрде көрсетті [14]. Эмперикалық әдістер қолданылмады, алайда сенімділікті арттыру үшін Scopus және Google Scholar сияқты рецензияланған халықаралық дерекқорлардан алынған жарияланымдар пайдаланылды. Әдебиеттерді іздеу кезеңі 2020-2025 жылдар аралығын қамтыды. Мұндай уақыт шеңберін таңдау зерттеу саласындағы заманауи ғылыми тенденциялар мен соңғы өзгерістерді айқындауға мүмкіндік берді (1-сурет).



1-сурет. PRISMA диаграммасы

PRISMA диаграммасын қолдану жүйелі шолудың құрылымдық айқындығын қамтамасыз етіп, деректерді жинау мен талдау үдерісінің ғылыми негізділігін көрсетеді. Осы әдістеме негізінде жүргізілген жүйелі шолу нәтижесінде төмендегі 1-кесте дайындалды. Кестеде зерттеу талаптарына сәйкес іріктелген ғылыми мақалалар және оларда AR-технологиясын қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері берілген. Іріктеу барысында қайталанатын жазбалар, тақырыптық жағынан сәйкес келмейтін және әдістемелік талаптарға сай емес зерттеулер алынып тасталды. Нәтижесінде зерттеу тақырыбына тікелей қатысы бар мақалалар ғана талдауға енгізілді. 2020-2025 жылдар аралығында жарияланған ғылыми еңбектерді қамтитын бұл кесте зерттеу динамикасын бағалауға, заманауи тәсілдердің тиімділігін анықтауға және болашақ зерттеулерге арналған басым бағыттарды белгілеуге мүмкіндік береді.

1 - кесте

**Толықтырылған шындық (AR) білім беруде қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері**

Авторлар	Артықшылықтары	Кемшіліктері
1	2	3
[15]	Нәтижелер толықтырылған шындық (AR) технологиясы кәсіби білім беруде білім алушылардың қызығушылығы мен оқу тиімділігін арттырып, теория мен тәжірибені байланыстыратынын көрсетеді	Инфрақұрылымның шектеулері мен педагогтердің дайындық деңгейін арттыру қажеттілігі сияқты мәселелер бұл бағытта қосымша зерттеулер жүргізудің маңыздылығын көрсетеді
[16]	Цифрлық ақпаратты шынайы ортамен біріктіру арқылы иммерсивті және интерактивті оқу бағдарламаларын ұсыну дағдыларға негізделген оқытудың тиімділігін арттырады	Бұл технология әлі бастапқы кезеңде болғандықтан, оның тиімділігін толық түсіну және қазіргі оқу бағдарламаларына енгізу қиынға соғады
[17]	Білім алушыларға күрделі тапсырмаларды қауіпсіз орындауға және қашықтықтан сапалы оқуға мүмкіндік береді	-
[18]	Теорияны нақты қолданбалармен біріктіріп, тәжірибелік дағдыларды жетілдіріп, жұмыс процестерін терең түсінуге және бейімделгіш дағдыларды дамытуға мүмкіндік береді	Рефлексияның құрылымдалмағандығы нақты тәжірибені жүйелі білімге айналдыруды тежеп, білім алушылардың оқу мүмкіндігін шектейді
[19]	Оқу әдістерін жетілдіру және оқу процесін жақсарту үшін түрлі пәндерді біріктіріп, VR/AR-технологияларын қолдануға болады	Оқу бағдарламалары кешенді стратегияларды әзірлеудің маңызды екенін көрсетеді, бұл әртүрлі пәндер бойынша оқу тәжірибесін жақсартуға мүмкіндік береді
[20]	AR жүйесі білім алушыларға тәжірибелік дағдыларды үйретіп, техникалық қызмет пен қауіпсіздікті қамтамасыз ету қабілетін арттырады	Артық визуалды және басқару жүктемесінің салдары
[21]	Әр түрлі салаларда дағдыларды игеруге оң әсер етеді	Толықтырылған шындықты кейбір салаларда қолданудағы олқылық қосымша зерттеу мен дағдыны бағалауды қажет етеді
[22]	Интерактивтілік, визуализация және тәжірибелік дағдыларды дамытып, білім алушылардың мотивациясын арттырады және нақты оқу нәтижелерін көрсетеді	AR қолдану күрделі, кей орталарда шектеулі, қызықты әрі тиімді ету қиын

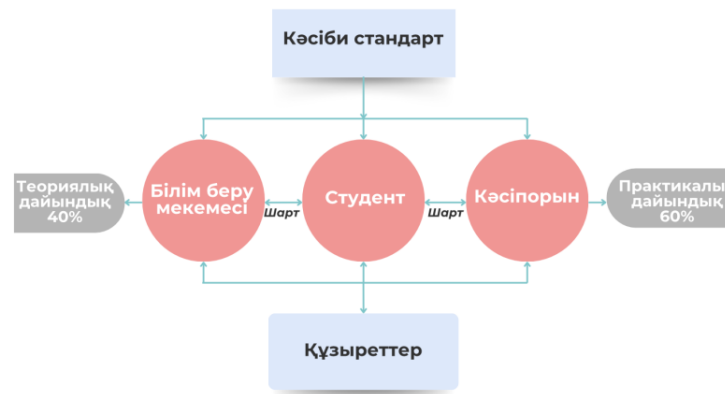
1	2	3
[23]	3D объектілермен жұмыс арқылы оқушылар тәжірибелік дағдыларын дамытып, күрделі ұғымдарды оңай түсініп, оқу мотивациясы мен нәтижесін арттырады	-
[24]	AR мынадай мүмкіндіктерін көрсетеді: жоғары мотивация, білім алушыны белсенді ету, күрделі ұғымдарды визуализациялау, тәжірибелік оқу мүмкіндігі	Әртүрлі пәндерде, түрлі жас топтарында әсері қалай өзгеретіні толық ашылмаған

Талдау нәтижесінде дуальды оқыту мен AR-технологияларын біріктіретін зерттеулер санының жылдан-жылға артып келе жатқандығы және олардың педагогикалық тиімділікке бағытталғандығы анықталды. Осыған байланысты келесі бөлімде алынған нәтижелер талданып, дуальды оқыту жүйесіндегі AR-технологияларының әсері мен тиімділігі жан-жақты қарастырылады.

*Нәтижелер және оларды талдау*

Дуальды оқытудың педагогикалық негіздері және AR-технологиясының ықпалы

Бірінші зерттеу сұрағына сәйкес, дуальды оқыту жүйесі теория мен тәжірибені ұштастыратын заманауи білім беру форматы болып табылады. Бұл жүйе білім алушыларға оқу орнында алған теориялық білімін кәсіпорында нақты тәжірибемен бекітуге мүмкіндік береді (2-сурет).



2-сурет. Қазақстандағы дуальды оқыту моделі

Қазақстанда дуальды оқыту кәсіби білім берудің негізгі бағыттарының бірі ретінде дамып келеді және өндіріс талаптарына сәйкес білікті мамандар даярлауға бағытталған. Мұндай жүйе еңбек нарығы мен білім беру ұйымдары арасындағы байланысты нығайтып, оқу мазмұнын нақты кәсіби ортаға бейімдеуге жағдай жасайды. Толықтырылған шындық (AR) технологиясын дуальды оқыту жүйесіне енгізу оның тиімділігін едәуір арттыра алады. AR-технологиясы теория мен тәжірибені біріктіріп, білім алушыларға өндірістік процестерді қауіпсіз виртуалды кеңістікте орындауға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл оқу процесін көрнекі әрі интерактивті сипатқа айналдырып, білім алушылардың оқу мотивациясын күшейтеді. Сонымен қатар толықтырылған шындық құралдары арқылы білім алушылар күрделі өндірістік жабдықтармен жұмыс істеудің алгоритмін түсініп, нақты әрекеттерді модельдей алады.

Мысалы, техникалық мамандықтарда AR-симуляторларын пайдалану арқылы білім алушылар электр жүйелерін құрастыру, құрылыс элементтерін жинақтау немесе машиналық бөлшектердің жұмыс істеу принципін зерттеу сияқты тапсырмаларды орындай алады. Мұндай тәсіл өндірістік қауіпсіздікті сақтай отырып, тәжірибелік дағдыларды қайталап бекітуге мүмкіндік береді. Сонымен бірге дуальды оқыту барысында толықтырылған шындық технологияларын қолдану педагогтар мен өндіріс шеберлерінің өзара іс-қимылын жеңілдетеді. Цифрлық платформалар білім алушылардың оқу барысын бақылауға, тапсырмаларды жедел бағалауға және жеке оқу траекториясын құруға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде білім алушылардың дербес жұмыс істеу қабілетін арттырып, кәсіби өзбетінділікті дамытады.

Қазақстан жағдайында AR-технологиясын дуальды оқыту жүйесіне енгізу аймақтық колледждер мен кәсіпорындар арасындағы серіктестікті күшейтуге жол ашады. Мысалы, тау-кен, мұнай-газ, агроөнеркәсіп және көлік салаларында өндірістік процестердің толықтырылған шындық арқылы жасалған цифрлық модельдері білім алушыларға нақты тәжірибені виртуалды ортада меңгеруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл теория мен тәжірибе арасындағы алшақтықты азайтып, түлектердің кәсіби құзыреттілігін арттыруға және еңбек нарығына бейімделуін жеңілдетуге ықпал етеді.

Бұл модель еңбек нарығының сұранысына сай білікті мамандар даярлауда маңызды рөл атқарады [25]. Қазақстанда дуальды оқыту жүйесі 2016 жылдан бастап енгізіліп, қазіргі таңда 500-ден астам колледжде жүзеге асырылуда, ал 2025 жылға қарай 135 мыңнан астам білім алушы осы форматта білім алады деп жоспарланған [26]. Нәтижесінде, дуальды оқыту бағдарламасынан өткен білім алушылардың 85 %-ы оқу аяқталғаннан кейін үш ай ішінде жұмысқа орналасады [27]. Дегенмен, жүйенің тиімділігі кәсіпорындардың белсенді қатысуына, оқу ұйымдары мен өндіріс арасындағы нақты келісімдерге және білім алушыларға көрсетілетін әлеуметтік қолдауға тікелей байланысты [28].

Қазіргі цифрландыру дәуірінде барлық салада сандық трансформация жүріп жатыр, бұл дуальды оқыту жүйесін жаңғыртуды қажет етеді. Осы тұрғыда толықтырылған шындық (AR), жасанды интеллект, геймификация және басқа да цифрлық технологияларды енгізу дуальды оқытуды өндіріс үдерістерімен тиімді байланыстырып, оның заманауи талаптарға сәйкестігін арттырады. Болашақта дуальды оқытуды кеңейту және AR сияқты технологияларды оқу процесіне интеграциялау білім алушылардың кәсіби құзыреттілігін дамытудағы басты бағыттардың бірі болып қала береді. Бұл дуальды оқытуды жетілдіруде заманауи технологияларды тиімді қолданудың негізін қалыптастырады. 2-кестеде дуальды оқыту жүйесінде қолданылатын заманауи технологиялар педагогикалық және техникалық тұрғыдан салыстырылып, олардың артықшылықтары мен шектеулері кешенді түрде көрсетілген. Кестеде әр технологияның дуальды оқыту үдерісіндегі функционалдық рөлі, педагогикалық әлеуеті, техникалық мүмкіндіктері және оқу процесіне ықпал ететін негізгі факторлары жүйелі түрде берілген.

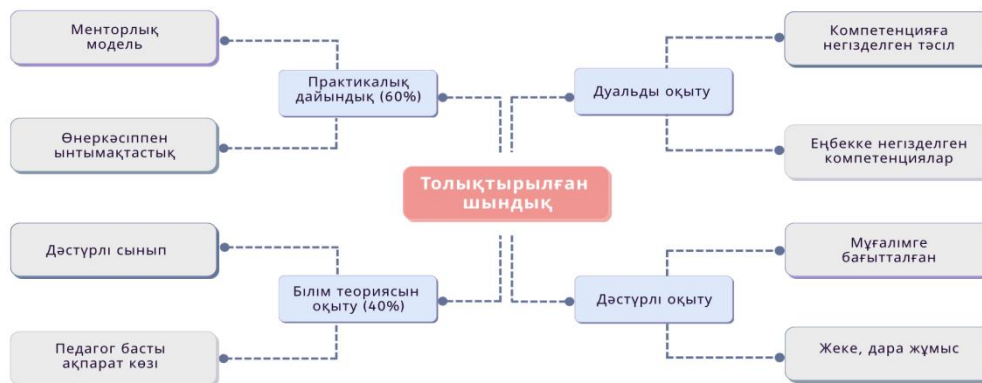
2 - кесте

Дуальды оқыту технологияларының салыстырмалы сипаттамасы

Технология	Ерекшеліктері	Артықшылықтары	Шектеулері
Толықтырылған шындық (AR)	Нақты өндірістік ортаға цифрлық нысандарды енгізу; кәсіби жағдайларды симуляциялау; ARCore/ARKit платформалары арқылы визуализация	Теория мен тәжірибені біріктіреді; нақты жұмыс жағдайларын имитациялау арқылы тәжірибелік дағдыларды дамытады; оқуға қызығушылықты арттырады	Арнайы құрылғылар мен жоғары өнімді инфрақұрылымды қажет етеді; техникалық үйлесімділік мәселелері болуы мүмкін
Виртуалды шындық (VR)	Толық иммерсивті 3D симуляциялар; өндірістік процестер мен қауіпсіздік жағдайларын виртуалды ортада үйрету	Шынайы өндірістік тәжірибені қауіпсіз ортада меңгеруге мүмкіндік береді; тәуекелі жоғары кәсіби жағдайларды визуалды түрде оқытуға қолайлы	Жабдықтардың жоғары құны; қуатты компьютерлер мен гарнитуралар қажет; кейбір білім алушыларда физиологиялық дискомфорт тудыруы мүмкін
Жасанды интеллект (AI)	Білім алушылардың жетістіктерін талдау және жеке оқу траекториясын қалыптастыру; чат-боттар арқылы интеллектуалды қолдау	Дербестендірілген оқыту; оқу нәтижелерін болжау және түзету; тиімді кері байланыс орнату	Үлкен есептеу ресурстарын талап етеді; дербес деректердің қауіпсіздігі мен этика мәселелері өзекті
Big Data аналитикасы (Big Data Analytics)	Дуальды оқытудағы білім алушылардың нәтижелерін, өндірістік көрсеткіштерін және оқу белсенділігін деректер негізінде талдау	Нақты уақыттағы мониторинг пен шешім қабылдауға көмектеседі; оқу процесін оңтайландырады; оқыту сапасын арттыруға мүмкіндік береді	Күрделі техникалық іске асыру; деректерді өңдеу мен сақтау жүйелерінің сенімділігіне тәуелділік

Технология	Ерекшеліктері	Артықшылықтары	Шектеулері
Геймификация (Gamification)	Оқу процесін ойын элементтерімен, деңгейлермен және марапат жүйелерімен біріктіру; қысқа, нақты модульдер арқылы оқыту	Мотивацияны арттырады; кәсіби бәсекелестік пен ынтымақтастық қалыптастырады; оқыту нәтижелерін тез бағалауға мүмкіндік береді	Барлық білім алушыларға бірдей тиімді болмауы мүмкін; оқу мақсатына фокус жоғалту қаупі бар
Онлайн және мобильді оқыту (Online & Mobile Learning)	LMS жүйелері арқылы оқу контентін басқару; өндіріс базасындағы тапсырмаларды онлайн орындау	Икемділік пен қолжетімділікті қамтамасыз етеді; оқу мен жұмыс арасындағы байланысты күшейтеді	Интернет пен техникалық құралдарға тәуелділік; тәжірибелік дағдыларды толық қамтымауы мүмкін

Толықтырылған шындық (AR) технологиясын дуальды оқыту жүйесіне енгізу қазіргі кәсіби білім беру үрдісін жаңа деңгейге көтереді, себебі ол теориялық білім мен тәжірибелік дайындықты үйлестіруді қамтамасыз етеді. Дуальды оқыту моделі студенттерге 60 % тәжірибелік дайындық пен 40 % теориялық білім негізінде кәсіби құзыреттерін қалыптастыруға мүмкіндік береді. Тәжірибелік дайындық барысында менторлық модель қолданылады, студенттер өндірістік ортада тәжірибе жинап, өнеркәсіптік кәсіпорындармен тығыз байланыста жұмыс істейді. AR-технологиясы бұл үрдісті жетілдіріп, қауіпсіз және визуалды интерактивті оқу ортасын қалыптастырады, нақты құрал-жабдықтармен тәжірибе жасауға мүмкіндік береді. Дәстүрлі оқытуда оқытушы негізгі ақпарат көзі болып, теориялық білім 40 % көлемінде оқу аудиториясында беріледі, жеке және дара жұмысқа көңіл бөлінеді. Ал AR арқылы студенттер теория мен тәжірибені біріктіре отырып, өз қарқынында үйрене алады, бұл дуальды оқытудың тиімділігін арттырады. Нәтижесінде, толықтырылған шындық технологиясы студенттердің кәсіби дағдылары мен еңбекке бейімділігін тиімді дамытуға жағдай жасайды (3-сурет).



3-сурет. Толықтырылған шындық технологияларын дуальды оқыту жүйесіне интеграциялау: теориялық және тәжірибелік дайындықтың үйлесімді моделі

Басқа зерттеушілердің зерттеулерінде көрсетілгендей [29], BRICKxAR/T AR-қосымшасын пайдалану білім алушылардың кеңістіктік өзгерістерді түсіну қабілетін жақсартып, олардың оқу процесіне қатысу деңгейін арттырады. Ал кейбір авторлар әзірлеген Teachable Reality жүйесі педагогтар мен білім алушыларға қарапайым заттарды қолданып, бағдарламалау дағдыларын талап етпей-ақ интерактивті AR-сценарийлер құруға мүмкіндік береді [30]. Бұл шешім AR-технологиясының техникалық және кәсіптік білім беру ұйымдарында қолданылуын айтарлықтай жеңілдетеді. Дуальды оқыту тәжірибесінде AR өндірістік процестерді модельдеуді оңайлатып, нақты жағдайларды имитациялау арқылы техникалық дағдыларды тиімді меңгеруге жағдай жасайды. Арнайы деректер бойынша, дизайн-бағытталған тәсілмен жасалған ToARist AR-қосымшасы жоғары интерактивтілік деңгейін көрсетіп, кәсіби-техникалық пәндерге бейімделуге қолайлы [31]. AR-технологияларын қолдану инженерлік білім беру мен өндірістік кәсіпорындарда да қарқынды дамып келеді. Интерактивті

нұсқаулықтар білім алушылар мен өндірістік шеберлерге жабдықтың құрылымын тануға, жинақтау кезеңдерін орындауға және қауіпсіздік техникасы бойынша нақты кеңестер алуға мүмкіндік береді [32]. Мұндай технологиялар электр тізбектерін монтаждау, дәнекерлеу, ЧПУ станоктарын баптау сияқты оқу симуляторларында кеңінен енгізілген. Сонымен қатар N.T. Giang және т.б. авторлардың шолуында AR-құралдарының процестерді визуализациялау арқылы қателер санын азайтып, тәжірибелік дағдыларды меңгеруді жақсартатыны анықталған [33].

Зерттеулердің жиынтық нәтижелері толықтырылған шындық технологиясының (3-кесте) білім берудің әртүрлі салаларында цифрландырудың негізгі элементіне айналғанын көрсетеді. AR теория мен тәжірибені тиімді байланыстырып, кәсіби құзыреттерді дамытуға және мамандар даярлау сапасын арттыруға елеулі үлес қосатыны дәлелденді.

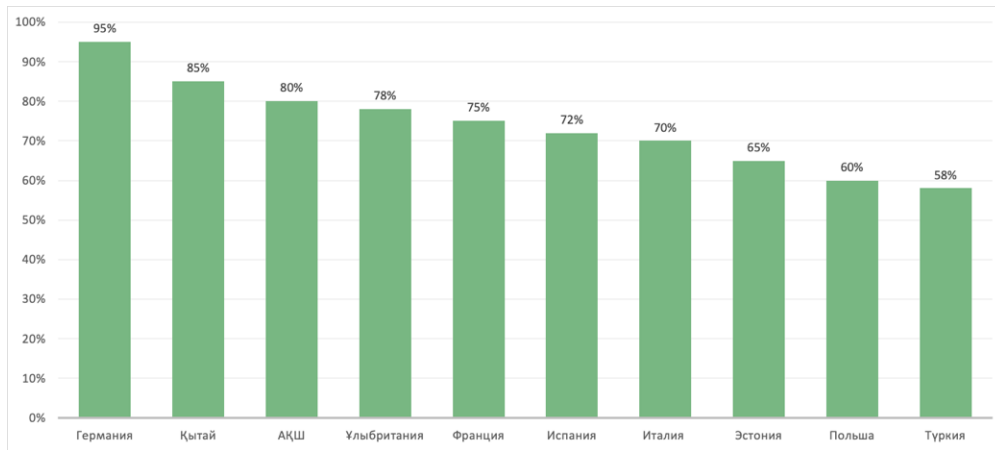
3 - к е с т е

**AR білім беру саласында қолдану**

Сала / Бағыт	Қолданылу түрі	Мақсаты және нәтижесі
Механика және машина жасау	Жабдықтар мен механизмдердің AR-үлгілерін пайдалану, бөлшектердің құрылымын 3D визуалдау	Білім алушыларға күрделі механизмдердің жұмыс принципін түсіндіру, құрастыру және бөлшектеу процесін қауіпсіз жағдайда үйрету
Электртехника және энергетика	Электр тізбектерін, автоматтандырылған басқару жүйелерін AR арқылы визуалдау	Қауіпсіздік ережелерін сақтай отырып, электр схемаларын тәжірибелік тұрғыда зерттеу, қателерді анықтау және түзету
Дәнекерлеу және металл өңдеу	AR негізіндегі дәнекерлеу тренажерлері мен өндірістік шеберхана симуляторлары	Қол еңбегін қажет ететін кәсіптерді оқытуда тәжірибені арттыру, нақты өндірістік жағдайларға бейімдеу
Құрылыс және сәулет	Құрылыс нысандарының AR макеттерін және конструкциялық элементтерді визуалдау	Құрылыстың кезеңдерін, материалдардың орналасуын және инженерлік шешімдерді нақты көру арқылы үйрену
Автокөлік қызметі және логистика	Көліктердің құрылымын және техникалық қызмет көрсету процесін AR форматында модельдеу	Автокөлік жүйелерін диагностикалау мен жөндеуді тәжірибелік түрде үйрену, ақауларды визуалды анықтау
Медициналық және фармацевтикалық бағыттар	Анатомиялық құрылымдарды және медициналық манипуляцияларды AR арқылы көрсету	Симуляциялық тәжірибе арқылы кәсіби шеберлікті дамыту, қауіпсіз оқу ортасында нақты процедураларды меңгеру
Ақпараттық технологиялар және цифрлық дизайн	Бағдарламалау, желілік құрылым және UI/UX жобалау бойынша AR визуализациясы	Абстрактілі ұғымдарды нақты көрнекілік арқылы түсіндіру, AR-қосымшаларды өздері құрастыруға үйрету

*Халықаралық тәжірибе және салыстырмалы талдау*

Зерттеудің екінші сұрағы бойынша, дуальды оқыту жүйесінде толықтырылған шындық (AR) технологияларын қолдану деңгейі кәсіби білім берудің тиімділігін арттырудың маңызды көрсеткіші. 2025 жылғы халықаралық зерттеулер мен жобалардың деректері бойынша, AR-технологияларын ең белсенді пайдаланатын елдердің ондығына Германия, Қытай, АҚШ, Ұлыбритания, Франция, Испания, Италия, Эстония, Польша және Түркия кіреді (4-сурет).



4-сурет. AR технологияларын ТжКББ жүйесінде қолдану деңгейі (ТОП-10 ел)

Германияда дуальды оқытуда AR/VR шешімдері кеңінен енгізілген және Cedefop пен ReferNet есептері олардың тиімділігін дәлелдеген. Қытайда техникалық университеттер мен кәсіптік оқу орындары өндірістік машықтарды үйретуде AR-платформаларын белсенді қолдануда. АҚШ-та ITIF және Jobs for the Future ұйымдары колледждер мен apprenticeship бағдарламаларында AR тренингтерін сәтті енгізіп, оқу мотивациясын арттырған. Ұлыбритания, Франция, Испания және Италияда Erasmus+ және Horizon Europe жобалары аясында дуальды оқыту процесіне иммерсивті технологиялар енгізіліп, оқытудың интерактивтілігі күшейген. Эстония мен Польшада инновациялық пилоттық жобалар жүзеге асырылып, AR-технологияларын оқу және өндірістік процестерге біріктіру бағытында тәжірибе жинақталуда. Түркияда еңбек қауіпсіздігі бойынша AR негізіндегі тренингтер кеңінен қолданылып, дуальды жүйенің тиімділігін арттыруға ықпал етуде. Жалпы алғанда, бұл елдердің тәжірибесі AR-технологияларының қолдану деңгейі жоғары болған сайын, білім алушылардың тәжірибелік дағдыларының сапасы, оқу уақытының тиімділігі және өндірістік тәуекелдерді азайту деңгейі де арта түсетінін көрсетті [34].

Қазақстан үшін осы тәжірибені бейімдеу барысында техникалық мамандықтарда пилоттық AR-модульдерін енгізу, оқу контентін қазақ және орыс тілдеріне бейімдеу, педагогтарды AR-құралдарымен жұмыс істеуге даярлау және халықаралық серіктестік жобаларды іске қосу маңызды. Халықаралық тәжірибе AR-технологияларын қолдану деңгейі жоғары елдер үлгісінде Қазақстанның дуальды оқыту жүйесін заманауи цифрлық форматқа көшіруге және кәсіби білім берудің сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Зерттеулер, ғылыми жарияланымдар, халықаралық есептер және тәжірибелік кейстерді талдау нәтижесінде әртүрлі елдердің дуальды және кәсіби білім беру жүйелерінде толықтырылған шындық (AR) технологияларын пайдалану тәжірибесін сипаттайтын 4-кесте әзірленді. Бұл кестеге AR-технологияларын білім беру үдерісінде кеңінен қолданатын немесе оны енгізуде оң нәтижелерге қол жеткізген мемлекеттер енгізілді.

4 - кесте

**Елдер бойынша толықтырылған шындық (AR) технологияларын пайдалану тәжірибесі**

Елдер	Қолдану мысалдары	Қазақстанда бейімдеу мүмкіндіктері
Германия	ТжКББ саласындағы AR/VR жобалары (химия, техникалық мамандықтар)	Цифрландыру деңгейі жоғары, шеберлерді оқыту әдістемесін қолдануға болады
Түркия	ТжКББ саласында ЕТЖ (OHS) бойынша AR зерттеуі	Дайын модельдер, әдістемелер, енгізу мысалдары
Грекия	ТжКББ саласындағы AR/VR қолданылатын XRinVET жобасы	AR мультимодальды сценарийлер тәсілін қолдануға болады

Елдер	Қолдану мысалдары	Қазақстанда бейімдеу мүмкіндіктері
Эстония / Польша / Венгрия / Словакия / Хорватия / Бельгия	«ТжКББ саласында иммерсивті технологияларды интеграциялау» жобалары	Аймақтық кооперация тәсілі, модельдерді масштабтау
Индонезия / Малайзия / Гана	ТжКББ саласындағы AR-технологияларының шолуы	AR-технологиялары шектеулі ресурстар жағдайында қалай қолданылатынын көрсетеді

Жиналған деректерді талдау Еуропа мен Азияның дамыған елдерінде дуальды және кәсіби білім беру жүйесінде толықтырылған шындық (AR) технологияларын қолдану тұрақты өсім үстінде екенін көрсетеді. Бұл технологиялар, ең алдымен, күрделі өндірістік үдерістерді визуализациялау, еңбек қауіпсіздігі дағдыларын қалыптастыру және тәжірибелік құзыреттерді дамытуға арналған интерактивті симуляциялар жасау үшін пайдаланылады.

Қазақстан үшін перспективалы бағыттардың бірі Германия мен Эстонияның тәжірибесін бейімдеу. Сонымен бірге AR-жобаларын серіктес кәсіпорындар базасында кезең-кезеңімен енгізу, дуальды оқыту барысында AR-технологияларын тиімді қолдана алатын мамандарды даярлау және жергіліктендірілген оқу контентін әзірлеу маңызды міндеттер қатарында. Бұл шаралар Қазақстандағы дуальды оқытудың заманауи талаптарға сәйкестігін күшейтіп, оқу сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Қазақстандағы институционалдық мүмкіндіктері мен шектеулер

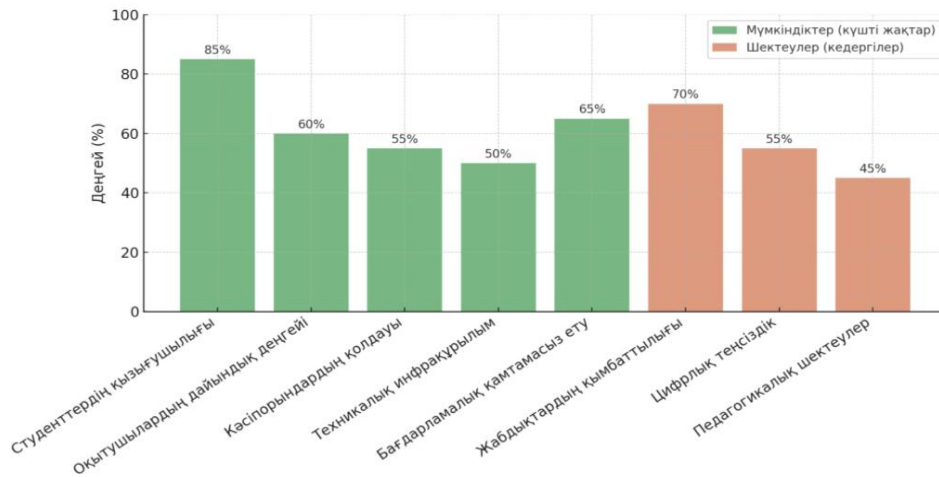
Зерттеудің үшінші сұрағы бойынша AR негізіндегі дуальды оқыту моделі білім алушылардың кәсіби мотивациясы мен оқу жетістіктерін арттыра алады деп болжанады. Қазақстандағы дуальды оқыту жүйесі білім мен өндіріс арасындағы байланысты нығайтуға бағытталған маңызды білім беру тетігі болып табылады. Бұл жүйеде білім алушы тек теориялық білім алып қана қоймай, нақты өндіріс орнында тәжірибе жинақтайды, осылайша оқу мен кәсіби тәжірибе бір-бірімен тығыз байланыста жүзеге асады. 2012 жылдан бері елімізде дуальды оқыту элементтері енгізіліп, кәсіптік және техникалық білім беру ұйымдары мен кәсіпорындар арасындағы әріптестік біртіндеп нығайып келеді [35].

Қазіргі кезеңде білім беру саласының цифрлануы мен инновациялық технологиялардың дамуы дуальды жүйені жетілдірудің жаңа мүмкіндіктерін ашып отыр. Солардың бірі толықтырылған шындық (AR) технологиясы. AR-технологиясы оқу процесін иммерсивті, яғни шынайы тәжірибемен біріктірілген виртуалды ортада өткізуге мүмкіндік береді, бұл білім алушылардың танымдық белсенділігін, қызығушылығын және кәсіби мотивациясын арттыруға жағдай жасайды [36].

Қазақстандағы дуальды оқыту моделінің ерекшеліктері оқу бағдарламаларын бірлесіп әзірлеу, тәжірибелік сабақтардың жалпы оқу уақытының 60-70 % құрауы, жұмыс берушілердің оқу нәтижелерін бағалауға қатысуы, сондай-ақ цифрлық инфрақұрылымның аймақтар бойынша біркелкі дамымауы AR-технологияларын енгізу кезінде әрі мүмкіндік, әрі шектеу ретінде көрінеді [37]. Осылайша, AR-технологияларын қолдану дуальды оқыту моделінде білім алушылардың кәсіби мотивациясын арттыруға және оқу жетістіктерін жақсартуға ықпал ететін жаңа механизм ретінде қарастырылуы мүмкін.

Толықтырылған шындық технологиясының дуальды оқытуда қолданылуы білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын жетілдіруге, оқу процесін көрнекі және интерактивті етуге, сондай-ақ күрделі өндірістік жағдайларды қауіпсіз ортада модельдеуге мүмкіндік береді. AR көмегімен техникалық мамандықтарда өндірістік процестерді визуалды модельдеуге, қауіпсіздік ережелерін үйретуде виртуалды тәжірибелер өткізуге және білім алушы пен өндірістегі тәлімгер арасындағы қашықтықтан өзара іс-қимылды дамытуға болады. Жүргізілген зерттеу нәтижелері AR-технологияларын дуальды оқыту жүйесіне енгізудің жоғары әлеуетін айқындайды: білім алушылардың қызығушылығы 85 %, педагогтардың дайындық деңгейі 60 %, ал кәсіпорындардың қолдауы шамамен 55 % құрайды. Сонымен қатар техникалық инфрақұрылым мен бағдарламалық қамтамасыз етудің даму деңгейі 50-65 % аралығында бағаланған. Бұл көрсеткіштер Қазақстанда толықтырылған шындыққа негізделген оқыту элементтерін кезең-кезеңімен енгізу үшін нақты алғышарттардың бар екенін көрсетеді [38].

Алайда жоғары әлеуетіне қарамастан, Қазақстанда AR-технологияларын дуальды оқыту жүйесіне толық көлемде енгізу бірқатар шектеулерге байланысты баяу жүруде 5-суретте дуальды оқытудағы AR-технологияларын енгізудің мүмкіндіктері мен шектеулері көрсетілген. Негізгі кедергілердің қатарына құрал-жабдықтардың жоғары құны 70 %, қала мен ауыл арасындағы цифрлық теңсіздік 55 %, педагогтердің цифрлық құзыреттілігінің жеткіліксіздігі 45 % және кәсіпорындардың цифрлық инновацияларды қабылдауға дайындық деңгейінің төмендігі жатады.



5-сурет. Дуальды оқытуда (Қазақстан) AR-технологияларын енгізудің мүмкіндіктері мен шектеулері

AR-технологияларын енгізудегі негізгі тәуекелдердің бірі — қаржыландыру тапшылығы. AR-құрылымы, лицензиялық бағдарламалық қамтамасыз ету, техникалық қызмет көрсету және цифрлық контент әзірлеу едәуір қаржылық шығындарды талап етеді. Егер қаржыландыру жүйелі және ұзақ мерзімді негізде жоспарланбаса, енгізу үдерісі жекелеген пилоттық жобалар деңгейінде қалып, тұрақты институционалдық модельге айналмау қаупі бар. Бұл өз кезегінде технологияның білім беру сапасына ықпалын шектейді.

Сонымен қатар аймақтар арасындағы инфрақұрылымдық теңсіздік те маңызды шектеу. Қалалық колледждер мен ірі өндірістік орталықтарда техникалық база мен интернет қолжетімділігі салыстырмалы түрде жоғары болғанымен, ауылдық және шалғай өңірлерде материалдық-техникалық қамтамасыз ету әлсіз болуы мүмкін. Мұндай алшақтық AR-технологияларын енгізу нәтижесінде білім беру сапасының өңірлік айырмашылығын күшейтуі ықтимал.

Осы тәуекелдерді ескере отырып, AR-технологияларын енгізу тұрақты қаржыландыру тетіктерін қалыптастыруды, аймақтық инфрақұрылымды теңгерімді дамыту саясатын және білім беру ұйымдарын кезең-кезеңімен цифрлық жаңғыртуды талап етеді.

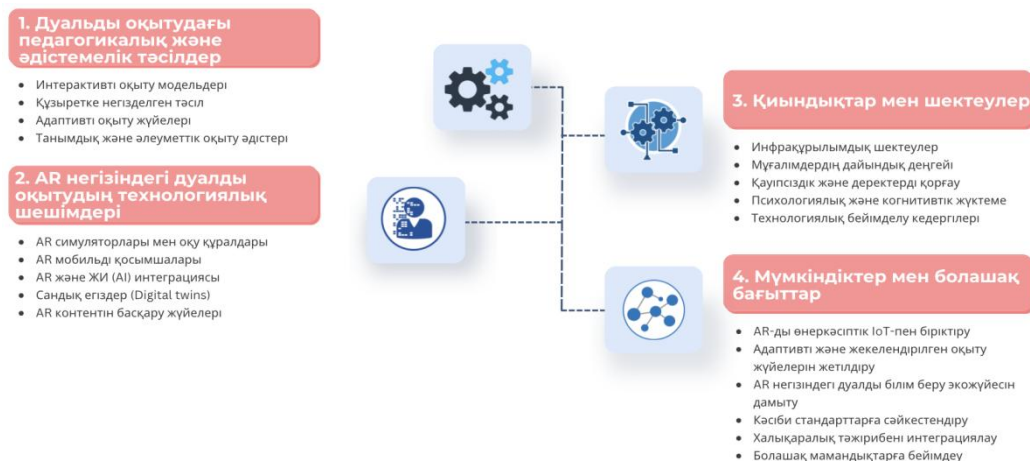
Халықаралық зерттеулерде көрсетілгендей, иммерсивті технологияларды тиімді енгізу тұрақты қаржыландыруды, жан-жақты педагогикалық қолдауды және кадрларды жүйелі түрде қайта даярлауды талап етеді [39]. Қазақстанның дуальды оқыту жүйесі құрылымдық тұрғыдан AR-технологияларын енгізуге қолайлы болғанымен, институционалдық және техникалық дайындық жеткіліксіз. Сондықтан тиімді енгізу үшін бірқатар шараларды жүзеге асыру қажет:

- 1) ұлттық деңгейде AR педагогикасы бойынша педагогтарды даярлау бағдарламасын әзірлеу;
- 2) мемлекет пен бизнес арасындағы серіктестікті күшейтіп, бірлескен AR-контентін жасау;
- 3) инфрақұрылымды жаңарту, әсіресе аймақтық колледждерде, және E-dual.kz, Crocoapps.kz, BigDreamlab.kz сияқты цифрлық платформалармен интеграциялау.

Мұндай тәсіл оқу мен өндірісті біріктіретін бірыңғай ортаны қалыптастыруға мүмкіндік береді, ал AR-технологиясы дуальды оқыту процесін визуалды, интерактивті және қауіпсіз етіп, білім алушылардың кәсіби құзыреттерін дамытуға, мотивациясын арттыруға және нақты өндірістік ортаға бейімделуін жеңілдетуге көмектеседі.

Зерттеулер нәтижелері дуальды оқытуда AR-технологияларын қолданудың бірнеше негізгі бағыты бар екенін көрсетеді (6-сурет). Педагогикалық тұрғыдан интерактивті, құзыретке бағытталған әдістер мен адаптивті оқыту жүйелері тиімді құралдар ретінде танылған. Технологиялық компоненттерге AR симуляторлары, мобильді қосымшалар, AR мен AI-интеграциясы, сондай-ақ сандық

егіздер кіреді. AR-технологияларын енгізу барысында инфрақұрылымға байланысты шектеулер, педагогтердің даярлық деңгейі, деректер қауіпсіздігі және психологиялық жүктеме сияқты мәселелер байқалады. Алдағы уақытта AR-ды IoT жүйелерімен біріктіру, оқыту модельдерін жетілдіру және кәсіби стандарттармен үйлестіру мүмкіндіктерді кеңейтіп, дуальды оқытуды инновациялық және кәсіби құзыреттілікті дамытуға бағытталған тиімді жүйе ретінде қалыптастырады.



6-сурет. Дуальды оқытуда толықтырылған шындық (AR) технологияларын қолданудың негізгі бағыттары

Бұл құрылым AR-технологияларына негізделген дуальды оқытудың құрылымдық моделін ұсынады. Модель бірнеше негізгі элементтерді біріктіреді: педагогикалық әдістемелер, технологиялық шешімдер, туындайтын қиындықтар және болашақ даму бағыттары. Педагогикалық әдістемелер дуальды оқытудың оқу мақсатына сәйкес құрылып, білім алушылардың теориялық білімді тәжірибеде қолдануын қамтамасыз етеді. AR-технологиялары арқылы оқушылар нақты өндірістік немесе кәсіби жағдайларды виртуалды модельдеуге мүмкіндік алады, бұл тәжірибелік дағдыларды меңгеруді жеңілдетеді. Сонымен қатар интерактивті тапсырмалар, адаптивті оқыту және тәжірибелік симуляциялар оқу мотивациясын арттырады. Технологиялық шешімдер AR-құралдары мен платформаларын, мобильді құрылғылар мен арнайы бағдарламалық қамтамасыз етуді қамтиды. Бұл шешімдер білім алушыларға оқуды кез келген уақытта және кез келген жерде жалғастыруға мүмкіндік береді және оқу процесін визуалды, иммерсивті және тәжірибеге бағытталған етеді.

Қиындықтар қатарында техникалық инфрақұрылымның қымбаттығы, оқытушылар мен білім алушылардың технологияны меңгерудегі тәжірибесі мен дағдыларының жеткіліксіздігі, сондай-ақ материалдарды әзірлеу мен бейімдеуге кететін уақыт пен ресурстарды атауға болады. Болашақ бағыттар дуальды оқытуда AR-технологияларын одан әрі тиімді интеграциялауды қамтиды. Бұған интерактивті контентті кеңейту, жасанды интеллект арқылы оқытуды дербестендіру, VR және AR-құралдарын біріктіру, сондай-ақ педагогикалық әдістемелерді жаңа технологиялармен үйлестіру кіреді. Осылайша, бұл кешенді модель дуальды оқытуды жетілдіруде AR-технологияларын тиімді пайдалану жолдарын жүйелі түрде көрсетеді. Ол оқу процесінің сапасын арттыруға, білім алушылардың тәжірибелік дағдыларын дамытуға және дуальды оқытуды заманауи технологиялармен толықтыруға бағытталған.

С.А. Бешенков пен Е.А. Ракитина [40] модельді зерттелетін объектінің құрылымы мен қасиеттерін қарапайым түрде бейнелейтін жасанды үлгі ретінде сипаттайды. А.В. Цыганов [41] педагогикалық модельдеудің тиімділігін бағалау үшін педагогикалық валидтілік ұғымын енгізіп, модельдердің ғылыми негізделуі үздіксіз жүретін процесс екенін атап өтеді. Студенттердің кәсіби-ақпараттық бағыттылығын қалыптастыру моделін әзірлеуде М. Серік [42] кәсіби стандарттарды, біліктілік талаптарын, білім-білік-дағдылар жүйесін және студенттердің шығармашылық әлеуетін ескеруді ұсынады. Біздің зерттеуде модель техникалық білім беру мазмұнына, тәжірибеге бағытталған оқытуға, студенттердің жас ерекшеліктеріне және инновациялық технологияларды пайдалануға негізделді.

В.Н. Пелевин [43] кәсіби құзыреттілікті қалыптастыру моделін мотивациялық, мазмұндық, іс-әрекеттік және рефлексиялық төрт компонент арқылы сипаттайды. Р.Қ. Керимбаева мен

М.А. Шауенова [44] пән мазмұнын кіріктіру, кәсіби құзыреттерді оңтайлы қалыптастыру және кәсіби міндеттерге жүйелі сүйену қажеттігін көрсетеді. А.И. Богатырев [45] модельдер физикалық, логикалық, математикалық және белгілік түрлерге бөлінетінін және педагогикада олар оқыту, тәжірибелік, ғылыми-техникалық, ойын және имитациялық мақсаттарда қолданылатынын түсіндіреді.

Н.В. Шумакова [46] атап өткендей, қоғамдағы соңғы өзгерістер техникалық және кәсіптік білім беру ұйымдарына мамандарды шығармашылық әлеуеті жоғары, инновациялық ойлай алатын тұлға ретінде даярлау міндетін қояды. Осыған байланысты кәсіби оқу орындарында оқытудың мазмұны, әдістері мен формалары жаңартылып, педагогикалық инновациялар кеңінен қолданыла бастады. Инновациялық оқыту студенттің жобалық әрекетке қабілеттілігін және өзін-өзі оқыту дағдыларын қалыптастыруға бағытталады. Білім берудегі инновациялар білім мазмұны мен оқыту әдістеріне жаңа технологияларды, тәсілдерді енгізу арқылы әлеуметтік және нарықтық сұраныстарға жауап беретін өзгерістер. Инновацияларды енгізудің маңызды бағыттарының бірі оқытудың белсенді әдістерін қолдану. Дұрыс таңдалған белсенді әдістер болашақ мамандардың дайындық сапасын арттырып, олардың шығармашылық және креативтік әлеуетінің дамуына ықпал етеді [46; 171].

ТжКББ дуальды оқытуда AR-технологияларын қолдану моделін қарастыру барысында тақырыпқа жақын ғылыми еңбектер маңызды бағыттарды айқындайды. Ал Б.Е. Хамзина [47] мамандарды ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) кәсіби қызметте қолдануға даярлау моделінің негізгі қағидаларын төмендегідей сипаттайды:

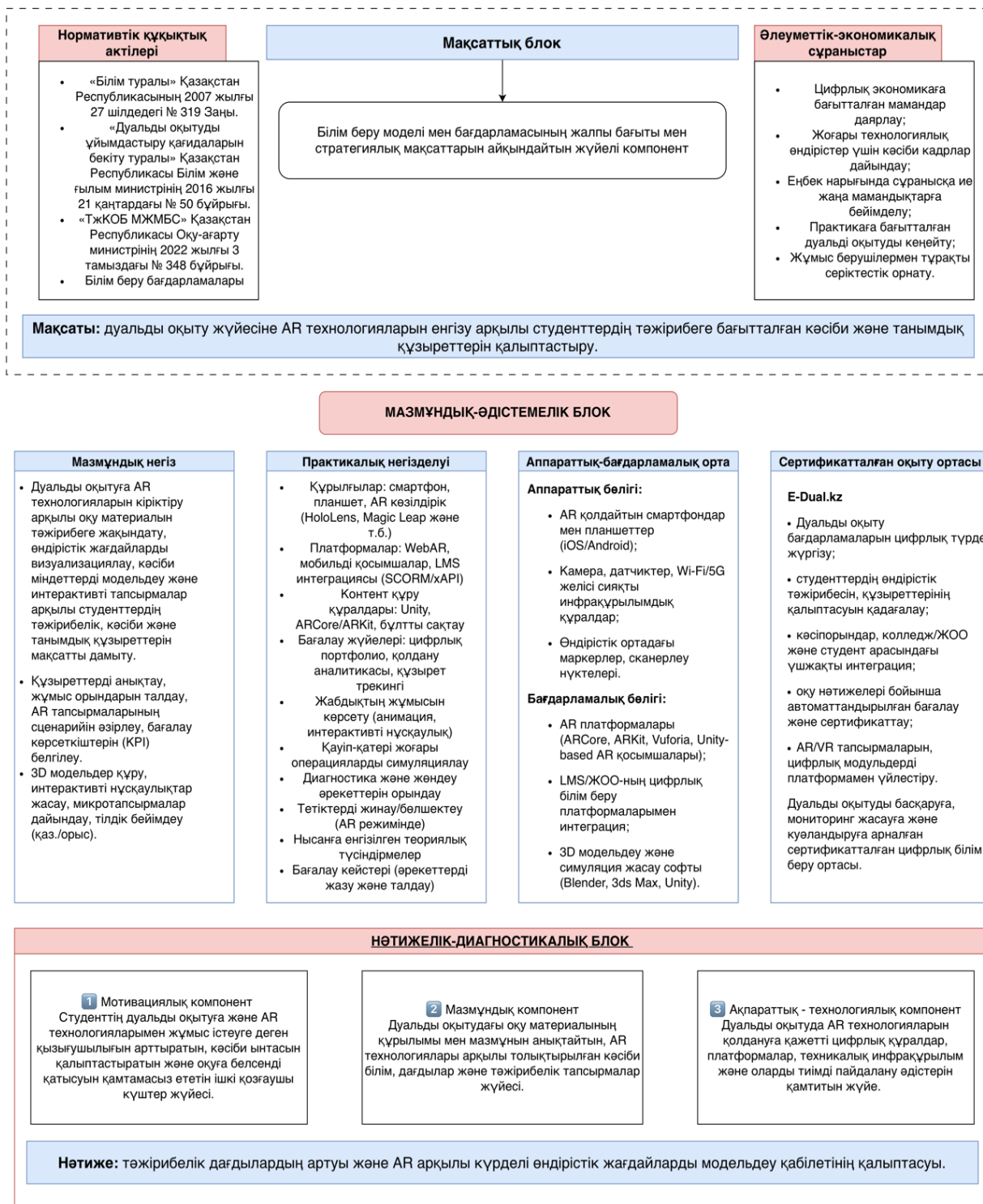
- АКТ құралдарын меңгерудің әдіснамалық негізі болашақ маманның базалық, негізгі және арнайы кәсіби біліктіліктерін қалыптастыру логикасына сай құрылуы тиіс;
- кәсіби қызметте АКТ қолдану қабілеттері реттеуші, таңбалық, модельдік және жобалық іс-әрекеттер бірлігінде дамиды;
- АКТ-ны теориялық және тәжірибелік тұрғыдан кешенді әрі үздіксіз меңгеру арнайы пәндер циклі арқылы жүзеге асырылады.

Жоғарыда талданған көзқарастарға сүйене отырып, жұмыс берушілердің талаптары мен кәсіби қажеттіліктеріне сәйкес дуальды оқыту жүйесіне AR-технологияларын енгізудің педагогикалық моделі даярлау. Педагогикалық модель заманауи технологияларды, тиімді әдістерді, оқу-әдістемелік және бағдарламалық қамтамасыз етуді қамтуы тиіс. Мұндай модель болашақ мамандардың дуальды оқытуда AR-технологияларына қатысты білім, білік және дағдыларын қалыптастыратын компоненттер жиынтығына негізделеді. Білім алушылардың кәсіби дайындығын жетілдіру мақсатында үш негізгі компонент анықталды: мотивациялық, мазмұндық, ақпараттық-технологиялық. AR технологиялары бойынша болашақ жұмысшы және техник мамандарын дуальды оқытуда жұмысшы маман даярлау моделін енгізуде келесі әрекеттер орындалды:

- жұмыс берушілер және өндіріс орындарының талаптарын айқындау;
- нормативтік-құқықтық құжаттарды талдау;
- модельдің мақсаты мен құрылымын анықтау;
- AR-технологияларын дуальды оқыту процесіне енгізу негіздерін, оқу-әдістемелік және техникалық қамтамасыз етуді жүйелеу;
- цифрлық білім беру ортасы арқылы білім алушылар мен педагогтарды даярлау;
- модель компоненттері, критерийлері мен көрсеткіштерін анықтау;
- күтілетін нәтижелерді бағалау.

AR-технологиялары интеграцияланған даярлық моделі

Жүргізілген көпаспектілі талдау (педагогикалық, технологиялық және институционалдық) нәтижесінде дуальды оқыту жүйесіне AR-технологияларын енгізудің тұжырымдамалық негіздері айқындалды. Осы негіздерге сүйене отырып, кәсіби даярлау процесіне AR-технологияларын интеграциялаудың құрылымдық-педагогикалық моделі ұсынылады (7-сурет).



7-сурет. Кәсіби білім беруде AR-технологиялары интеграцияланған даярлық моделі

AR-технологияларын дуальды оқыту жүйесіне енгізу Қазақстанда елеулі әлеуетке ие және бұл бағыт елдің адами капиталын дамытудың инновациялық жолдарының бірі. Алайда техникалық инфрақұрылымның әлсіздігі, педагогтардың жеткіліксіз дайындығы мен қаржыландыру тапшылығы кең ауқымды енгізуге кедергі келтіреді. Сондықтан AR-технологияларын тиімді пайдалану үшін мемлекеттік саясатты жетілдіру, кадрлық әлеуетті арттыру және цифрлық инфрақұрылымға инвестицияны күшейту қажет. Осындай кешенді шаралар Қазақстандағы дуальды оқытуды жаңа сапалық деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

### Қорытынды

Зерттеу нәтижелері толықтырылған шындық (AR) технологияларын дуальды оқыту жүйесіне интеграциялаудың халықаралық тәжірибесін жүйелі түрде талдап, оны Қазақстан жағдайында бейімдеудің педагогикалық және институционалдық мүмкіндіктерін негіздейді. PRISMA әдіснамасы бойынша жүргізілген әдеби шолу AR-технологияларының техникалық және кәсіптік білім беруде теория мен практиканы тиімді кіріктіруге, кәсіби құзыреттерді қауіпсіз симуляциялық ортада қалыптастыруға және білім алушылардың мотивациясын арттыруға ықпал ететінін көрсетті.

Халықаралық тәжірибе (Германия, АҚШ, Қытай, Түркия, Эстония және т.б.) AR-технологияларының өндірістік процестерді визуализациялау, еңбек қауіпсіздігін үйрету және күрделі техникалық операцияларды модельдеу арқылы оқу тиімділігін арттыратынын дәлелдейді. Иммерсивті шешімдер оқыту сапасын арттырып қана қоймай, өндірістік тәуекелдерді төмендетуге және дағдыларды игеру уақытын қысқартуға мүмкіндік береді.

Қазақстан жағдайында дуальды оқытудың құрылымдық моделі (практикалық дайындықтың жоғары үлесі, жұмыс берушілердің қатысуы, цифрландыру саясаты) AR-технологияларын кезең-кезеңімен енгізуге институционалдық негіз қалыптастырады. Зерттеу барысында ұсынылған AR-ға негізделген даярлық моделі мотивациялық, мазмұндық және ақпараттық-технологиялық компоненттердің интеграциясы арқылы кәсіби құзыреттілікті қалыптастырудың тұжырымдамалық құрылымын ұсынады. Бұл модель оқу үдерісін визуалды, интерактивті және құзыретке бағытталған форматқа көшіруге мүмкіндік береді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы халықаралық тәжірибені жүйелеу арқылы Қазақстанның дуальды оқыту жүйесіне бейімделген құрылымдық-педагогикалық модель ұсынуында көрінеді. Практикалық маңыздылығы AR-технологияларын кезең-кезеңімен енгізуге арналған стратегиялық бағыттарды айқындауымен сипатталады.

#### *Зерттеудің шектеулері*

Біріншіден, талдау 2020–2025 жылдар аралығындағы жарияланымдармен шектелді, бұл технологияның ұзақ мерзімді әсерін бағалауға мүмкіндік бермейді.

Екіншіден, AR-технологияларын енгізудің экономикалық тиімділігі мен шығын–пайда арақатынасы кешенді сандық талдау арқылы қарастырылған жоқ.

Үшіншіден, аймақтық цифрлық теңсіздік пен әлеуметтік-мәдени факторлардың ықпалы терең эмпирикалық зерттеуді талап етеді.

#### *Болашақ зерттеу бағыттары*

Болашақ зерттеулер AR негізіндегі дуальды оқыту моделін Қазақстан колледждерінде пилоттық форматта енгізіп, оның академиялық жетістікке, кәсіби мотивацияға және жұмысқа орналасу көрсеткіштеріне әсерін эмпирикалық тұрғыда бағалауға бағытталуы тиіс.

Сонымен қатар AR-технологияларын жасанды интеллект, IoT және Big Data жүйелерімен интеграциялау арқылы дербестендірілген оқыту траекторияларын қалыптастыру мәселесі өзекті.

Ұлттық кәсіби стандарттарға сәйкес локализацияланған AR-контент әзірлеу, педагогтердің цифрлық құзыреттілігін арттыру модельдерін ғылыми негіздеу және экономикалық тиімділікті бағалау да болашақ зерттеулердің маңызды бағыттары болып саналады.

### Әдебиеттер тізімі

1 Germany: virtual reality, AI and other digital technologies in VET. — [Electronic resource]. — Access mode: <https://www.cedefop.europa.eu/en/news/germany-virtual-reality-ai-and-other-digital-technologies-vet>

2 Hülägü R. Using Augmented Reality (AR) in Vocational Education Programs to Teach Occupational Health and Safety (OHS) / R. Hülägü, Ö. Erkarlan // Design and Technology Education. — 2021. — Vol. 26, No. 2. — P. 14–27. DOI: 10.24377/DTEIJ.article1241

3 The Power of AR and VR. — [Electronic resource]. — Access mode: <https://school-education.ec.europa.eu/en/etwinning/projects/power-ar-and-vr-0>

4 VR/AR Technologies in Vocational Education and Training: Scoping study. — [Electronic resource]. — Access mode: <https://building4pointzero.org/wp-content/uploads/2023/11/CRC-P12-Project-report-final-for-public.pdf>

- 5 Ismail M.E. Development of Augmented Reality Learning Kit for the TVET Course at Vocational College / M.E. Ismail, C.M.F.E.C. Mut, S. Hashim, A. Ismail, R.A. Hamid, I.M. Ismail // *Semarak International Journal of STEM Education*. — 2025. — Vol. 5, No. 1. — P. 1–13. DOI: 10.37934/sijste.5.1.113b
- 6 Chiang F.K. Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications / F.K. Chiang, X. Shang, L. Qiao // *Computers in Human Behavior*. — 2022. — Vol. 129. — P. 107125. DOI: 10.1016/j.chb.2021.107125
- 7 Candido V. Could vocational education benefit from augmented reality and hypervideo technologies? An exploratory interview study / V. Candido, P. Raemy, F. Amenduni, A. Cattaneo // *International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET)*. — 2023. — Vol. 10, No. 2. — P. 138–167. DOI: 10.13152/IJRVET.10.2.1
- 8 Supriyanto S. Application of Augmented Reality (AR) in vocational education: A systematic literature review / S. Supriyanto, Q. Joshua, A.G. Abdullah, E.O. Tettehfiio, S.D. Ramdani // *Jurnal Pendidikan Vokasi*. — 2023. — Vol. 13, No. 2. — P. 205–213. DOI 10.21831/jpv.v13i2.54280
- 9 Darmawan S. Application of Augmented Reality (AR) In Vocational Education: A Systematic Literature Review / S. Darmawan, M. Komaro // *VANOS Journal of Mechanical Engineering Education*. — 2023. — Vol. 8, No. 2. — P. 110–120. DOI: 10.30870/vanos.v8i2.20841
- 10 Bödding R. A systematic review and meta-analysis of mixed reality in vocational education and training: examining behavioral, cognitive, and affective training outcomes and possible moderators / R. Bödding, S.A. Schriek, G.W. Maier // *Virtual Reality*. — 2025. — Vol. 29, No. 1. — P. 1–35. DOI: 10.1007/s10055-025-01118-z
- 11 Lee C.J. Sustainable education using augmented reality in vocational certification courses / C.J. Lee, Y. Hsu // *Sustainability*. — 2021. — Vol. 13, No. 11. — P. 6434. DOI: 10.3390/su13116434
- 12 Rakhimzhanova L. Using Augmented Reality to Teach Digital Literacy Course to Primary School Children with Special Educational Needs / L. Rakhimzhanova, D. Issabayeva, J. Kultan, N. Baimulidina, Z. Issabayeva, Z. Aituganova // *European Journal of Educational Research*. — 2025. — Vol. 14, No. 1. DOI: 10.12973/eu-jer.14.1.55
- 13 Тазабекова П.Қ. Систематический обзор исследований применения технологии дополненной реальности в образовании / П.Қ. Тазабекова, З.К. Нурбекова, Г.И. Аймичева, Д.С. Найманова // *Вестник КазНПУ имени Абая. Серия физико-математические науки*. — 2023. — Т. 83, № 3. — С. 262–269. DOI: 10.51889/2959-5894.2023.83.3.029
- 14 Farrús M. Automatic speech recognition in L2 learning: A review based on PRISMA methodology / M. Farrús // *Languages*. — 2023. — Vol. 8, No. 4. — P. 242. DOI: 10.3390/languages8040242
- 15 Indarta Y. Transforming Vocational Education through Augmented Reality: A Systematic Review of Current Trends, Challenges and Future Opportunities / Y. Indarta, A.D. Samala, A.R. Riyanda, F. Ranuharja, F.T. Ayasrah, A.T. Toukoumidis // *Data Metadata*. — 2025. — Vol. 4. — P. 578. DOI: 10.56294/dm2025578
- 16 Pathak J.P. Role of Augmented Reality in Vocational Education and Training: A PRISMA-Compliant Systematic Literature Review / J.P. Pathak // *Transforming Vocational Education and Training Using AI*. — 2025. — P. 93–130. DOI: 10.4018/979-8-3693-8252-3.ch005
- 17 Iyer R. Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Vocational Training / R. Iyer, V.C. Maralapalle, P. Mahesh // *Transforming Vocational Education and Training Using AI*. — IGI Global Scientific Publishing, 2025. — P. 73–92. DOI: 10.4018/979-8-3693-8252-3.ch004
- 18 Schwendimann B.A. “Erfahrungsraum”: A pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems / B.A. Schwendimann, A.A. Cattaneo, J. Dehler Zufferey, J.L. Gurtner, M. Bétrancourt, P. Dillenbourg // *Journal of Vocational Education & Training*. — 2015. — Vol. 67, No. 3. — P. 367–396. DOI: 10.1080/13636820.2015.1061041
- 19 Liu Y. A systematic review of VR/AR applications in vocational education: models, affects, and performances / Y. Liu, Q. Zhan, W. Zhao // *Interactive Learning Environments*. — 2024. — Vol. 32, No.10. — P. 6375–6392. DOI: 10.1080/10494820.2023.2263043
- 20 Cheung H.K. Development of practical vocational training class making use of virtual reality-based simulation system and augmented reality technologies [Electronic resource] / H.K. Cheung, S.L. Liu, S.K. Lam. — Access mode: <https://repository.vtc.edu.hk/ive-it-sp/101>
- 21 Ramadhan M.O. Augmented reality in vocational education: Trend, acquired skills, and future work / M.O. Ramadhan, D. Ro-hendi, M.N. Handayani, A.G. Abdullah, T. Koehler // *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran, dan Pembelajaran*. — 2024. — Vol. 10, No. 4. — P. 1367–1380. DOI: 10.33394/jk.v10i4.12875
- 22 Sommerauer P. Augmented reality in VET: benefits of a qualitative and quantitative study for workplace training / P. Sommerauer // *54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. — University of Hawai’i at Manoa, 2021. — P. 1623–1632. DOI: 10.24251/HICSS.2021.196
- 23 Eryigit C.D. Impact of augmented reality technology on geometry skills and motivation of preschool children / C.D. Eryigit., S. Kucuk, A. Tasgin // *Education and Information Technologies*. — 2025. — P. 1–26. DOI 10.1007/s10639-025-13631-4
- 24 Koumpouros Y. Revealing the true potential and prospects of augmented reality in education / Y. Koumpouros // *Smart Learning Environments*. — 2024. — Vol. 11, No. 1. — P. 2. DOI: 10.1186/s40561-023-00288-0
- 25 Жусупбекова Н.С. Внедрение дуальной системы образования в Казахстане [Электронный ресурс] / Н.С. Жусупбекова, Т.М. Секерова, Е.Т. Хорғасбай, А.Ж. Утемисова // *Известия Казахского университета Международных отношений и Мировых языков имени Абылай хана. Серия: «Педагогические науки»*. — 2025. — № 1(76). — С. 170–180. — Режим доступа: <https://vecher.kz/ru/article/v-536-kolledjah-kazahstana-vnedreno-dualnoe-obuchenie.html>

- 26 85 % студентов, прошедших дуальное обучение, трудоустраиваются в течение 3 месяцев — НПП «Атамекен». — [Электронный ресурс]. — 2024. — Режим доступа: <https://primeminister.kz/ru/news/85-studentov-proshedshevikh-dualnoe-obuchenie-trudoustrayuyutsya-v-techenie-3-mesyatsev-npp-atameken-29071>
- 27 В Казахстане студентам 1-х и 2-х курсов колледжей разрешат проходить дуальное обучение. — [Электронный ресурс]. — 2023. — Режим доступа: <https://bizmedia.kz/2023-05-12-v-kazhastane-studentam-1-i-2-kurosov-kolledzhej-razreshat-prohodit-dualnoe-obuchenie/>
- 28 Shaghaghian Z. An Augmented Reality Application and User Study for Understanding and Learning Spatial Transformation Matrices / Z. Shaghaghian, H. Burte, D. Song, W. Yan // arXiv preprint arXiv:2212.00110. — 2022. — DOI: 10.48550/arXiv.2212.00110
- 29 Monteiro K. Teachable reality: Prototyping tangible augmented reality with everyday objects by leveraging interactive machine teaching / K. Monteiro, R. Vatsal, N. Chulpongatorn, A. Parnami, R. Suzuki // Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. — 2023. — P. 1–15. — DOI: 10.1145/3544548.3581449
- 30 Williams M. ToARist: An augmented reality tourism app created through User-Centred Design / M. Williams, K.K.K. Yao, J.R.C. Nurse // arXiv preprint arXiv:1807.05759. — 2018. — DOI: 10.48550/arXiv.1807.05759
- 31 15+ Use Cases & AI Applications of Augmented Reality [Electronic resource]. — Access mode: <https://research.aimultiple.com/ar-ai/>
- 32 Relić J. Augmented Reality Examples: a comprehensive guide [Electronic resource] / J. Relić. — Access mode: <https://www.designrush.com/agency/ar-vr/trends/augmented-reality-examples>
- 33 Giang N.T. Applying Augmented Reality Technology in STEM Education: A Bibliometrics Analysis in Scopus Database / N.T. Giang, T.H. Pham, D.T. Tran, V.A. Le, H.P. Nguyen // European Journal of Educational Research. — 2025. — Vol. 14, No. 1. DOI: 10.12973/eu-jer.14.1.73
- 34 Uderbayeva N. Developing Future Teachers’ Competences in IT and Robotics Using Virtual and Augmented Reality: A Study of Teaching Effectiveness / N. Uderbayeva, N. Karelhan, M. Ongarbayeva, A. Almukhanbetova // Journal of Technical Education and Training. — 2025. — Vol. 17, No. 1. — P. 119–132. DOI: 10.30880/jtet.2025.17.01.010
- 35 Алмуханбетова А.Т. Мұғалімдер үшін жаңа өлшемдер: AR-VR & AI / А. Алмуханбетова // Eurasian Science Review an International peer-reviewed multidisciplinary journal. — 2024. — Vol. 2, Special Issue. — P. 37–44. DOI: 10.63034/esr-303
- 36 Karelhan N. Practical foundations of the use of augmented and virtual reality technologies in the discipline “Digital Literacy” / N. Karelhan, N. Uderbayeva, M. Ongarbayeva // Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series of Physical and Mathematical sciences. — 2024. — Vol. 86, No. 2. — P. 288–297. DOI: 10.51889/2959-5894.2024.86.2.026
- 37 Arymbekov B. The Effect of Augmented Reality (AR) Supported Teaching Activities on Academic Success and Motivation to Learn Nuclear Physics among High School Pupils / B. Arymbekov, K. Turekhanova, M. Turdalyuly // International Journal of Information and Education Technology. — 2024. — Vol. 14, No. 5. — P. 743–760. DOI: 10.18178/ijiet.2024.14.5.2099
- 38 Nurgazina A. Teachers’ perspectives on the use of artificial intelligence and immersive technology in the process of teaching geography / A. Nurgazina, A. Mukasheva, Z. Iskakova, S. Dzhusupova // Higher Education in Kazakhstan. — 2025. — Vol. 50, No. 2. — P. 63–79. DOI: 10.59787/2413-5488-2025-50-2-63-79
- 39 Бешенков С.А. Моделирование и формализация: метод. пособие / С.А. Бешенков, Е.А. Ракитина. — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. — 336 с.
- 40 Цыганов А.В. Инновационные подходы в моделировании учебного процесса [Электронный ресурс] / А.В. Цыганов. — Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-podhody-v-modelirovanii-uchebnogo-protsesssa/viewer>
- 41 Серік М. Заманауи технологияларды білім мазмұнына ендірудің педагогикалық-практикалық негіздері [Электрондық ресурс] / М. Серік, А.М. Алматыва, Қ. Шонғалова, Ж. Ахатова, С.С. Байзакова // Қарағанды университетінің хабаршысы. Педагогика сериясы. — 2017. — № 4(88). — Б. 60–64. — Қолжетімділігі: <https://rep.ksu.kz/bitstream/handle/data/2706/M.%20Serik%2C%20A.M.%20Almatova.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 42 Пелевин В.Н. Формирование профессиональной компетентности будущих ИТ-специалистов [Электронный ресурс] / В.Н. Пелевин, Е.В. Соколова. — 2014. — 186 с. — Режим доступа: <http://elar.ufrj.br/handle/10995/28653>
- 43 Керимбаева Р.Қ. Білім беруді интеграциялаудың теориялық негіздері / Р.Қ. Керимбаева, М.А. Шауенова // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің хабаршысы. «Педагогикалық ғылымдары» сериясы. — 2020. — Т. 66, № 2. — Б. 55–60. DOI: 10.51889/2020-2.1728-5496.10
- 44 Мухамеджанов Ш.М. Теоретические основы педагогического моделирования: сущность и эффективность / Ш.М. Мухамеджанов // Наука и мир. — 2019. — Т. 2, № 4 (68). — С. 44.
- 45 Шумакова Н.В. Профессиональная подготовка студентов колледжа на основе технологий активного обучения [Электронный ресурс] / Н.В. Шумакова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2014. — № 5-2. — С. 171–173. — Режим доступа: <https://s.applied-research.ru/pdf/2014/5-2/5363.pdf>
- 46 Хамзина Б.Е. Педагогические основы подготовки педагогов к использованию средств информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности [Электронный ресурс] / Б.Е. Хамзина. — Шымкент, 2010. — 44 с. — Режим доступа: <https://atyrau-edu.kz/fund/show/f84bfec3-0d82-4ca3-b514-7ce65ebe609b>

А.М. Карабай, Д.Б. Баумуратова, Х.И. Булбул

## Международный опыт применения AR в дуальном обучении и возможности его адаптации в Казахстане

В исследовании рассматривается международный опыт применения технологий дополненной реальности (AR) в системе технического и профессионального образования (ТИПО) с целью совершенствования дуального обучения и оценки возможностей их адаптации в условиях Казахстана. На основе научных публикаций, международных проектов и практических исследований 2010–2025 годов систематически проанализированы эффективность AR, её педагогический потенциал, преимущества симуляционного обучения и роль в формировании профессиональных навыков. Используются методы систематического обзора и сравнительного анализа по методологии PRISMA. Результаты показали, что AR позволяет организовать дуальное обучение в интерактивной и безопасной форме, повышает мотивацию обучающихся и улучшает освоение практических навыков. Опыт Германии, Турции, Эстонии, Китая и США демонстрирует эффективность AR при моделировании производственных процессов, обучении охране труда и симуляции сложных профессиональных задач. В Казахстане существуют институциональные условия для внедрения AR, однако наблюдаются ограничения по инфраструктуре, цифровой компетентности педагогов и взаимодействию с предприятиями. Предложена педагогическая и технологическая модель интеграции AR в дуальное образование, включающая мотивационный, содержательный и информационно-технологический компоненты, ориентированные на развитие профессиональных компетенций через современные цифровые инструменты. AR-технологии рассматриваются как стратегическое направление модернизации дуального обучения, способствующее повышению качества человеческого капитала и продвижению системы ТИПО Казахстана на инновационный уровень.

*Ключевые слова:* цифровая трансформация, дуальное обучение, AR / VR, техническое и профессиональное образование, платформа, E-dual.kz, LMS, AI.

A.M. Karabay, D.B. Baumuratova, H.I. Bulbul

## International Experience in the Use of AR in Dual Education and Opportunities for Its Adaptation in Kazakhstan

This study explores the international use of augmented reality (AR) in technical and vocational education and training (TVET) to enhance dual education and its potential adaptation in Kazakhstan. Drawing on scientific publications, international projects, and practical studies from 2020 to 2025, the research systematically analyzed AR's effectiveness, pedagogical value, simulation-based learning benefits, and role in skill development. Using systematic review and comparative analysis via PRISMA methodology, the study shows that AR enables dual education to be interactive, safe, and motivating, significantly improving practical skill acquisition. Experiences from Germany, Turkey, Estonia, China, and the United States highlight AR's effectiveness in simulating industrial processes, teaching occupational safety, and modeling complex professional tasks. In Kazakhstan, conditions for AR adoption exist, yet challenges remain, including infrastructure gaps, limited digital competence among educators, and insufficient industry collaboration. The study proposes a pedagogical and technological model for AR integration in Kazakhstan's dual education system, emphasizing motivational, content-based, and technological components to develop professional competencies through modern digital tools. In conclusion, AR technologies offer a strategic avenue for modernizing dual education, enhancing human capital, and advancing Kazakhstan's TVET system toward innovation and global competitiveness.

*Keywords:* digital transformation, dual training, AR / VR, technical and vocational education, platform, E-dual.kz, LMS, AI.

### References

- 1 Germany: virtual reality, AI and other digital technologies in VET. *cedefop.europa.eu*. Retrieved from <https://www.cedefop.europa.eu/en/news/germany-virtual-reality-ai-and-other-digital-technologies-vet>
- 2 Hülägü, R., & Erkarlan, Ö. (2021). Using Augmented Reality (AR) in Vocational Education Programs to Teach Occupational Health and Safety (OHS). *Design and Technology Education*, 26(2), 14–27. <https://doi.org/10.24377/DTEIJ.article1241>
- 3 The Power of AR and VR. *school-education.ec.europa.eu*. Retrieved from <https://school-education.ec.europa.eu/en/etwinning/projects/power-ar-and-vr-0>
- 4 VR/AR Technologies in Vocational Education and Training: Scoping study. *building4pointzero.org*. Retrieved from <https://building4pointzero.org/wp-content/uploads/2023/11/CRC-P12-Project-report-final-for-public.pdf>

- 5 Ismail, M.E., Mut, C.M.F.E.C., Hashim, S., Ismail, A., Hamid, R.A., & Ismail, I.M. (2025). Development of Augmented Reality Learning Kit for the TVET Course at Vocational College. *Semarak International Journal of STEM Education*, 5(1), 1–13. <https://doi.org/10.37934/sijste.5.1.113b>
- 6 Chiang, F.K., Shang, X., & Qiao, L. (2022). Augmented reality in vocational training: A systematic review of research and applications. *Computers in Human Behavior*, 129, 107125. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2021.107125>
- 7 Candido, V., Raemy, P., Amenduni, F., & Cattaneo, A. (2023). Could vocational education benefit from augmented reality and hypervideo technologies? An exploratory interview study. *International Journal for Research in Vocational Education and Training (IJRVET)*, 10(2), 138–167. <https://doi.org/10.13152/IJRVET.10.2.1>
- 8 Supriyanto, S., Joshua, Q., Abdullah, A.G., Tettehfiio, E.O., & Ramdani, S.D. (2023). Application of Augmented Reality (AR) in vocational education: A systematic literature review. *Jurnal Pendidikan Vokasi — Journal of Vocational Education*, 13(2), 205–213. <https://doi.org/10.21831/jpv.v13i2.54280> [in Indonesian].
- 9 Darmawan, S., & Komaro, M. (2023). Application of Augmented Reality (AR) In Vocational Education: A Systematic Literature Review. *VANOS Journal of Mechanical Engineering Education*, 8(2), 110–120. DOI 10.30870/vanos.v8i2.20841
- 10 Bödding, R., Schriek, S.A., & Maier, G.W. (2025). A systematic review and meta-analysis of mixed reality in vocational education and training: examining behavioral, cognitive, and affective training outcomes and possible moderators. *Virtual Reality*, 29(1), 1–35. <https://doi.org/10.1007/s10055-025-01118-z>
- 11 Lee, C.J., & Hsu, Y. (2021). Sustainable education using augmented reality in vocational certification courses. *Sustainability*, 13(11), 6434. <https://doi.org/10.3390/su13116434>
- 12 Rakhimzhanova, L., Issabayeva, D., Kultan, J., Baimuldina, N., Issabayeva, Z., & Aituganova, Z. (2025). Using Augmented Reality to Teach Digital Literacy Course to Primary School Children with Special Educational Needs. *European Journal of Educational Research*, 14(1). <https://doi.org/10.12973/eu-jer.14.1.55>
- 13 Tazabekova, P.Q., Nurbekova, Z.K., Aimicheva, G.I., & Naimanova, D.S. (2023). Sistematičeskii obzor issledovaniï primeneniïa tekhnologii dopolnennoi realnosti v obrazovanii [A systematic review of research on the use of augmented reality technology in education]. *Vestnik Kazakhskogo natsionalnogo pedagogičeskogo universiteta imeni Abaïa. Seriiã fiziko-matematičeskie nauki — Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series of Physical and Mathematical sciences*, 83(3), 262–269. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2023.83.3.029> [in Russian].
- 14 Farrús, M. (2023). Automatic speech recognition in L2 learning: A review based on PRISMA methodology. *Languages*, 8(4), 242. <https://doi.org/10.3390/languages8040242>
- 15 Indarta, Y., Samala, A.D., Riyanda, A.R., Ranuharja, F., Ayasrah, F.T., & Toukoumidis, A.T. (2025). Transforming Vocational Education through Augmented Reality: A Systematic Review of Current Trends, Challenges and Future Opportunities. *Data Metadata*, 4, 578. <https://doi.org/10.56294/dm2025578>
- 16 Pathak, J.P. (2025). Role of Augmented Reality in Vocational Education and Training: A PRISMA-Compliant Systematic Literature Review. In *Transforming Vocational Education and Training Using AI* (pp. 93–130). <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8252-3.ch005>
- 17 Iyer, R., Maralalalle, V.C., & Mahesh, P. (2025). Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR) in Vocational Training. In *Transforming Vocational Education and Training Using AI* (pp. 73–92). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-8252-3.ch004>
- 18 Schwendimann, B.A., Cattaneo, A.A., Dehler Zufferey, J., Gurtner, J.L., Bétrancourt, M., & Dillenbourg, P. (2015). “Erfahraum”: A pedagogical model for designing educational technologies in dual vocational systems. *Journal of Vocational Education & Training*, 67(3), 367–396. <https://doi.org/10.1080/13636820.2015.1061041>
- 19 Liu, Y., Zhan, Q., & Zhao, W. (2024). A systematic review of VR/AR applications in vocational education: models, affects, and performances. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6375–6392. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2263043>
- 20 Cheung, H.K., Liu, S.L., & Lam, S.K. Development of practical vocational training class making use of virtual reality-based simulation system and augmented reality technologies. *repository.vtc.edu.hk*. Retrieved from <https://repository.vtc.edu.hk/ive-it-sp/101>
- 21 Ramadhan, M.O., Rohendi, D., Handayani, M.N., Abdullah, A.G., & Koehler, T. (2024). Augmented reality in vocational education: Trend, acquired skills, and future work. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran, dan Pembelajaran — Educational Journal: Journal of Research Results and Literature Review in the Field of Education, Teaching, and Learning*, 10(4), 1367–1380. <https://doi.org/10.33394/jk.v10i4.12875> [in Indonesian].
- 22 Sommerauer, P. (2021). Augmented reality in VET: benefits of a qualitative and quantitative study for workplace training. In *54th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)* (pp. 1623–1632). University of Hawai‘i at Manoa. <https://doi.org/10.24251/HICSS.2021.196>
- 23 Eryigit, C.D., Kucuk, S., & Tasgin, A. (2025). Impact of augmented reality technology on geometry skills and motivation of preschool children. *Education and Information Technologies*, 1–26. DOI 10.1007/s10639-025-13631-4
- 24 Koumpouros, Y. (2024). Revealing the true potential and prospects of augmented reality in education. *Smart Learning Environments*, 11(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00288-0>
- 25 Zhussupbekova, N.S., Sekerova, T.M., Khorgasbay, Ye.T., & Utemissova, A.Zh. (2025). Vnedrenie dualnoi sistemy obrazovaniia v Kazakhstane [Implementation of a dual education system in Kazakhstan]. *Izvestiia Kazakhskogo Universiteta Mezhdunarodnykh Otnoshenii i Mirobykh yazykov imeni Ablai khana. Seriiã “Pedagogičeskie nauki” — Bulletin of Kazakh Ablai Khan University of International Relations and World Languages. Series “Pedagogical Sciences”*, 1(76), 170-180. Retrieved from <https://vecher.kz/ru/article/v-536-kolledjah-kazahstana-vnedreno-dualnoe-obuchenie.html> [in Language].
- 26 (2024). 85 % studentov, proshedshikh dualnoe obuchenie, truduistraivaiutsia v techenie 3 mesiatsev — NPP «Atameken» [85 % of students who have completed dual education are employed within 3 months — “NPP Atameken”]. *primeminister.kz*. Re-

trieved from <https://primeminister.kz/ru/news/85-studentov-proshedshikh-dualnoe-obuchenie-trudoustravayutsya-v-techenie-3-mesyatsev-npp-atameken-29071> [in Russian].

27 (2023). V Kazakhstane studentam 1-kh i 2-kh kursov kolledzhei razreshat prokhorit dualnoe obuchenie [In Kazakhstan, 1st and 2nd year college students will be allowed to undergo dual training]. *bizmedia.kz*. Retrieved from <https://bizmedia.kz/2023-05-12-v-kazahstane-studentam-1-i-2-kursov-kolledzhej-razreshat-prohodit-dualnoe-obuchenie/> [in Russian].

28 Shaghaghian, Z., Burte, H., Song, D., & Yan, W. (2022). An Augmented Reality Application and User Study for Understanding and Learning Spatial Transformation Matrices. arXiv preprint arXiv:2212.00110. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.00110>

29 Monteiro, K., Vatsal, R., Chulpongsatorn, N., Parnami, A., & Suzuki, R. (2023). Teachable reality: Prototyping tangible augmented reality with everyday objects by leveraging interactive machine teaching. *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–15. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581449>

30 Williams, M., Yao, K.K.K., & Nurse, J.R.C. (2018). ToARist: An augmented reality tourism app created through User-Centred Design. arXiv preprint arXiv:1807.05759. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1807.05759>

31 15+ Use Cases & AI Applications of Augmented Reality. *aimultiple.com*. Retrieved from <https://research.aimultiple.com/ar-ai/>

32 Relić, J. (n.d.). Augmented Reality Examples: a comprehensive guide. *designrush.com*. Retrieved from <https://www.designrush.com/agency/ar-vr/trends/augmented-reality-examples>

33 Giang, N.T., Pham, T.H., Tran, D.T., Le, V.A., & Nguyen, H.P. (2025). Applying Augmented Reality Technology in STEM Education: A Bibliometrics Analysis in Scopus Database. *European Journal of Educational Research*, 14(1). <https://doi.org/10.12973/eu-jeer.14.1.73>

34 Uderbayeva, N., Karelhan, N., Ongarbayeva, M., & Almukhanbetova, A. (2025). Developing Future Teachers' Competences in IT and Robotics Using Virtual and Augmented Reality: A Study of Teaching Effectiveness. *Journal of Technical Education and Training*, 17(1), 119–132. <https://doi.org/10.30880/jtet.2025.17.01.010>

35 Almukhanbetova, A. (2024). Mugalimder ushin zhana olshemder: AR-VR zhane Zhasandy intellekt [New dimensions for teachers: AR-VR and Artificial Intelligence]. *Eurasian Science Review an International peer-reviewed multidisciplinary journal*, 2(Special Issue), 37–44. <https://doi.org/10.63034/esr-303> [in Kazakh].

36 Karelhan, N., Uderbayeva, N., & Ongarbayeva, M. (2024). Practical foundations of the use of augmented and virtual reality technologies in the discipline “Digital Literacy”. *Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series of Physical and Mathematical sciences*, 86(2), 288–297. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2024.86.2.026>

37 Arymbekov, B., Turekhanova, K., & Turdalyuly, M. (2024). The Effect of Augmented Reality (AR) Supported Teaching Activities on Academic Success and Motivation to Learn Nuclear Physics among High School Pupils. *International Journal of Information and Education Technology*, 14(5), 743–760. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.5.2099>

38 Nurgazina, A., Mukasheva, A., Iskakova, Z., & Dzhusupova, S. (2025). Teachers' perspectives on the use of artificial intelligence and immersive technology in the process of teaching ge-ography. *Higher Education in Kazakhstan*, 50(2). <https://doi.org/10.59787/2413-5488-2025-50-2-63-79>

39 Beshenkov, S.A., & Rakitina, E.A. (2002). *Modelirovanie i formalizatsiya: metod. posobie* [Modeling and formalization: method. allowance]. Moscow: BINOM. Laboratoriia znaniy [in Russian].

40 Tsyganov, A.V. (n.d.). Innovatsionnye podkhody v modelirovanii uchebnogo protsessa [Innovative approaches in modeling the educational process]. *cyberleninka.ru*. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/innovatsionnye-podhody-v-modelirovanii-uchebnogo-protsessa/viewer> [in Russian].

41 Serik, M., Almatova, A.M., Shongalova K., Akhatova, Zh., Baizakova, S.S. (2017). Zamanai tekhnologiiardy bilim mazmunyna endirudin pedagogikalyq-praktikalyq negizderi [Pedagogical and practical bases for the introduction of modern technologies in the content of education]. *Qaragandy universitetinin khabarshysy. Pedagogika seriasy — Bulletin of the Karaganda University. Pedagogy Series*, 4(88), 60–64. Retrieved from <https://rep.ksu.kz/bitstream/handle/data/2706/M.%20Serik%2C%20A.M.%20Almatova.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [in Kazakh].

42 Pelevin, V.N., & Sokolova, E.V. (n.d.). Formirovanie professionalnoy kompetentnosti budushchikh IT-spetsialistov [Formation of professional competence of future IT specialists]. *elar.urfu.ru*. Retrieved from <http://elar.urfu.ru/handle/10995/28653> [in Russian].

43 Kerimbayeva, R.Q., & Shauenova, M.A. (2020). Bilim berudi integratsiyalauydyyn teoriyalyq negizderi [Theoretical foundations of education integration]. *Vestnik Kazakhskogo Natsionalnogo Pedagogicheskogo Universiteta imeni Abaia. Seriya: Pedagogicheskie nauki — Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series of Pedagogical Sciences*, 66(2), 55–60. <https://doi.org/10.51889/2020-2.1728-5496.10> [in Kazakh].

44 Mukhamedzhanov, Sh.M. (2019). Teoreticheskie osnovy pedagogicheskogo modelirovaniia: sushchnost i effektivnost [Theoretical foundations of pedagogical modeling: essence and effectiveness]. *Nauka i mir — Science and World*, 2, 4 (68), 44 [in Russian].

45 Shumakova, N.V. (2014). Professionalnaia podgotovka studentov kolledzha na osnove tekhnologiiiv aktivnogo obucheniia [Professional training of college students based on active learning technologies]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy — International Journal of Fundamental Research*, 5-2, 171–173. Retrieved from <https://s.applied-research.ru/pdf/2014/5-2/5363.pdf> [in Russian].

46 Khamzina, B.E. (2010). *Pedagogicheskie osnovy podgotovki pedagogov k ispolzovaniuu sredstv informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii v professionalnoi deiatelnosti* [Pedagogical foundations of preparing teachers for the use of information and communication technologies in professional activities]. Shymkent. *atyrau-edu.kz*. Retrieved from <https://atyrau-edu.kz/fund/show/f84bfec3-0d82-4ca3-b514-7ce65ebe609b> [in Russian].

Information about the authors

**Karabay, A.M. (contact person)** — Doctoral student in “Training of computer Science teachers”, Faculty of Physics and Mathematics, O. Zhanibekov South Kazakhstan Pedagogical University, Shymkent, Kazakhstan; e-mail: akerke.99.09.22@mail.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1509-4422>

**Baumuratova, D.B.** — PhD, Senior Lecturer, Pedagogical Institute, Astana International University, Astana, Kazakhstan; e-mail: baumuratova.d@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4621-1886>

**Bulbul, H.I.** — Professor, Dr., Department of Computer and Instructional Technologies of Gazi Education Faculty, Gazi University, Ankara, Turkey; e-mail: bhalil@gazi.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6525-7232>