

Б. Арымбеков\* , К. Туреханова 

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

\*e-mail: beckemn@mail.ru

## ОРТА МЕКТЕПКЕ БАҒДАРЛАНҒАН ФИЗИКА ПӘНІНЕ АРНАЛҒАН ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚ ҚОСЫМШАСЫН ҚОЛДАНУ ӘДІСТЕМЕСІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада «Физиканы оқытуда толықтырылған шынайылық арқылы интерактивті визуализацияны қолдану әдіснамасы» диссертациялық зерттеудің аясында әзірленген физиканы тиімді оқыту бойынша зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Мектептегі толықтырылған шынайылық физиканың негізгі құбылыстарымен таныстыруға және сәтті зертханалық эксперименттер жасауға, мектеп оқушыларының ынтасын арттыру және оларды толықтырылған шынайылықты пайдаланушы ретінде тарту арқылы оқу тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Зерттеу жұмысында орта мектептің тоғызыншы, оныншы және он бірінші сыныптарында физиканы оқытуға арналған толықтырылған шынайылықтың үш қолданбасы бар жүйе ұсынылған және түпкілікті мақсат физика пәнін қамтитын бірыңғай платформаны қамтамасыз ету болып табылады. Болашақта оны жалпы білім беретін мектептердің барлық сыныптарында физикалық құбылыстарды елестету үшін пайдалануға болады. Платформа мұғалімдер мен оқушыларға оқыту мен оқуды жақсарту, оқушылардың физика пәнінде алған дағдыларын ынталандыру және жақсарту үшін толықтырылған шынайылық технологияларын енгізудің пайдалы құралын ұсынады. Әзірленген жүйе қолданудың қарапайымдылығы, геймификациясы және мұғалімдердің осы технологияны оқу үдерісіне енгізуге дайындығы тұрғысынан бағаланады. Зерттеуге барлығы 507 пайдаланушы қатысты, олар пайдаланушылардың екі тобына бөлінген: мұғалімдер (N=15), оқушылар (N=492). Зерттеу нәтижелері толықтырылған шынайылық ойын қосымшаларын пайдалану оңай және оңтайлы екенін және мұғалімдердің бұл қолданбаларды оқытуда қолдануға қызығушылық танытатынын көрсетті.

**Түйін сөздер:** білім беру, педагогика, физика, толықтырылған шынайылық.

B. Arymbekov\*, K. Turekhanova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

\*e-mail: beckemn@mail.ru

### Study of using methodology of augmented reality application for physics designed for high school

The article presents the results of research on effective teaching of physics, developed as part of the dissertation research "Methodology of using interactive visualization through augmented reality in teaching physics." Augmented reality at high school can introduce key phenomena in physical education and make successful laboratory experiments, increase learning efficiency by improving the motivation of pupils and their involvement as users of augmented reality. The research paper presents a system with three applications of augmented reality for teaching physics in the ninth, tenth and eleventh grades in high school, and the ultimate goal is to provide a single platform covering the subject of physics. In the future, it can be used to visualize physical phenomena in all classes of a general education at high schools. The platform provides teachers and pupils with a useful tool to implement augmented reality technologies to improve teaching and learning, motivate and improve pupils physics skills. The developed system is evaluated in terms of ease of use, gamification and readiness of teachers to introduce this technology into the educational process. A total of 507 participants took part in the study, divided into two groups of users: teachers (N=15), pupils (N=492). The results of the study show that augmented reality game applications are easy and optimal to use, and that teachers are interested in using these applications in teaching.

**Keywords:** education, pedagogy, physics, augmented reality.

Б. Арымбеков\*, К. Туреханова

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

\*e-mail: beckemn@mail.ru

### Исследование методологии использования приложения дополненной реальности для предмета физики средних школ

В статье представлены результаты исследований по эффективному обучению физике, разработанные в рамках диссертационного исследования «Методика использования интерактивной визуализации через дополненную реальность в обучении физике». Дополненная реальность в школе может обеспечить знакомство с ключевыми явлениями в физическом образовании и сделать успешным проведение лабораторного опыта, повысить эффективность обучения за счет улучшения мотивации школьников и их вовлеченности как пользователей дополненной реальности. В исследовательской работе представлена система с тремя приложениями дополненной реальности для обучения физике в девятом, десятом и одиннадцатом классах средней школы, а конечной целью является предоставление единой платформы, охватывающей предмет физики. В дальнейшем ее можно использовать для визуализации физических явлений во всех классах общеобразовательной школы. Платформа предоставляет учителям и учащимся полезный инструмент для внедрения технологий дополненной реальности для улучшения преподавания и обучения, мотивации и улучшения навыков учащихся по физике. Разработанная система оценивается с точки зрения удобства использования, геймификации и готовности педагогов к внедрению данной технологии в образовательный процесс. Всего в исследовании приняли участие 507 пользователей, разделенных на две группы пользователей: учителя (N=15), ученики (N=492). Результаты, полученные в ходе исследования, показывают, что игровые приложения дополненной реальности просты и оптимальны в использовании, и что учителя заинтересованы в использовании этих приложений в обучении.

**Ключевые слова:** обучение физике, методика преподавания, среднее образование, дополненная реальность, приложения по обучению физике.

#### Кіріспе

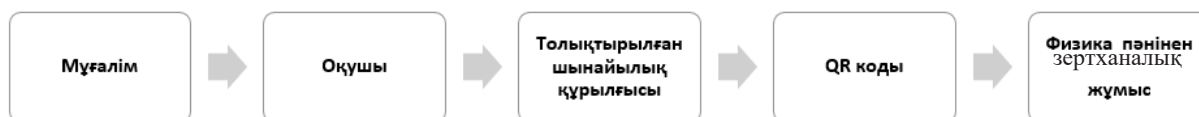
Толықтырылған шынайылық соңғы бірнеше жылда өте танымал болып келеді. 2025 жылға қарай дүние жүзінде мобильді толықтырылған шынайылық пайдаланушылар саны екі миллиард адамнан асады деп болжануда (Mukhtarkyzy, 2023:215) [1]. Бастапқыда толықтырылған шынайылық ғылымға бағытталған құрал ретінде пайдаланылды, бірақ оқушылар мен мұғалімдер қолдана бастағаннан кейін ол оқу мен тәрбие процесін жақсарту үшін орта мектеп сабақтарында пайдаланатын заманауи педагогикалық құралға лезде айналып үлгерді. Бұл ерекше құбылыстың басты артықшылығы толықтырылған шынайылық технологиясы оқу ортасында оқушылардың физикаға деген ынтасын арттыруға ықпал етеді. Педагогикалық тұрғыдан осы сияқты технологиялар физиканы оқуға деген ынтамен оқушыларды қызықтырып, оқу жетістіктерін арттыруға мүмкіндік беретіні сөзсіз. Сонымен қатар, толықтырылған шынайылық физикадағы мәселе есептерді шешу, бақылау және зерттеу сияқты дағдыларды дамытады және белсенділікті ынталандырады. Сондықтан толықтырылған шынайылық қазіргі заманауи физика пәнін оқыту әдістемелерінің

құрамдас бөлігіне айналуы табиғи құбылыс (Бауыржан, 2021:96) [2]. Интерактивтілік пен лезде кері байланыстың үйлесімін ескере отырып, толықтырылған шынайылық бүгінгі таңда физиканы оқыту үлгілерінің кейбірін өзгертуге мүмкіндігі бар. Мысалы, оқушыға бағытталған оқыту моделін айтсақ болады. Айта кету керек, көптеген толықтырылған шынайылық негізіндегі білім беру құралдары оқу үдерісі үшін маңызды және сонымен қатар оқушылардың ынтасы мен біліміне әсер ете алатын жобалау қағидаларын қолданады. Толықтырылған шынайылық технологиясы нақты әлемді виртуалды деректерде қабаттастыру арқылы қол жеткізуге болатын контекстік және іске асырылған оқу тәжірибесін қамтамасыз ету арқылы мектеп сыныптары үшін міндетті көмекші құрал бола алады. Бұл толықтырылған шынайылықтың маңызды артықшылықтарының бірі болып табылады. Сондықтан, толықтырылған шынайылық оқытуға тиімді ықпал ететін инновациялық оқыту әдістемесі бола алады және бұл білім беру саласындағы ғылыми зерттеулердің артуына әкелді (Арымбеков, 2023:19) [3]. Дегенмен, толықтырылған шынайылық бойынша орта мектепте білім беру саласындағы осындай зерттеулердің саны шектеусіз болады.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, бұл жұмыстың түпкі мақсаты орта мектептердің барлық сыныптарында физика пәнін толықтырылған шынайылықты қолданып оқытудың тұғырнамасын ұсыну және әрі қарай дамыту. Бұл әлі де болса жалғасып жатқан жоба болғандықтан, осы мақалада біз үш толықтырылған шынайылық қосымшасының іске асырылуы мен функционалдығын ұсынамыз. Бұл толықтырылған шынайылық қолданбалары орта мектептегі оқу бағдарламасына негізделген және орта мектептің тоғыз, он және он бір сыныптарына арналған (Арымбеков, 2022:128) [4]. Барлық қолданбалар интерактивтілікке баса назар аударып отырып және олардың жасына сәйкес оқушыларға тиісті кері байланысты қамтамасыз ететін ойын мүмкіндіктерін қоса, арнайы жасалған. Ұсынылған қолданбаны бағалау үшін толықтырылған шынайылық қолданбаларының әрқайсысы ыңғайлылық деңгейлеріне сәйкес келетінін, оқушылардың толықтырылған шынайылық қолданбаларын ойнақы деп санайтынын және соңында мұғалімдердің осы толықтырылған шынайылық қолданбаларын қабылдауға дайын екенін анықтау үшін сынақ эксперименті жүргізілді (Fisk, 2016:319) [5].

Зерттеуде жоспарланған сынақ келесідей ұйымдастырылады. Орта мектептегі физика пәніне толықтырылған шынайылықты физиканың он бір тарауларына қосу ұсынылған. Әрі қарай бөлімде қолданбаның сипаттамасы беріледі және үш түрлі қолданбаға аналитикалық сипаттама жасалады. Қатысушыларға ұсынылған қолданбаларды бағалауды ұсынады және алған нәтижелерін талқылайды. Бөлімдегі жұмысты аяқтаймыз және соңғы бөлім болашақ жұмысты ойластыруды білдіреді. Физика пәнінің салаларда толықтырылған шынайылықтың қолданылуы бойынша артықшылықтарын зерттеу үшін бірнеше зерттеулер жүргізілді. Атап айтқанда, орта мектептерде физика пәнін оқыту кезінде толықтырылған шынайылық технологиясын дәстүрлі оқу әдістемелерімен үйлестіре пайдалану кезіндегі мотивтерді, көзқарастарды және жетістіктерді зерттейтін зерттеу жұмысы жүргізілді. Алынған нәтижелер оқушылардың толықтырылған шынайылық пен дәстүрлі оқуды үйлестіруге оң көзқарасы бар екенін көрсетті (Kreijns, 2013:217) [6]. Сонымен қатар, бұл комбинация оқушылардың оқуға деген ынтасын арттырды, оқу үлгерімін жақсартты және сайып келгенде, оқушылардың білім

алуға күш салуы аз болды. Астрономияда аспан денелерін көрсетуге көмектесетін толықтырылған шынайылық қолданбасымен орындалды. Алынған нәтижелер дәстүрлі оқыту ортасына қатысты толықтырылған шынайылық әдістемесінде оқушылардың зейіні, өзектілігі, сенімділігі мен қанағаттануы артқанын көрсетті. Сонымен қатар, молекулярлық физика бойынша білім беруге толықтырылған шынайылық технологиясын біріктіру мүмкіндігін зерттеді (Drog, 2008:215) [7]. Нәтижелер көрсеткендей, толықтырылған шынайылық қолданбалары оқушылардың көзқарасы бойынша олардың қызығушылықтарын арттыруға және қиялдауға ықпал етті, ал мұғалімдердің көзқарасы бойынша бұл оқу процесін жақсартатын пайдалы және ынталандырушы құрал болды. Бұл олардың дайындығымен дәлелденді. Толықтырылған шынайылық қолданбасын күнделікті физика пәнін оқуда қолдану және енгізу өте сәтті болды. Толықтырылған шынайылық соңғы уақытта ғылымда, технологияда, инженерияда және физикада танымал бола бастағаны белгілі, әсіресе, орта мектепте білім беруде. Орта мектеп қолданбаларының жалпы механизмдері, дизайн үлгілері және мүмкіндіктері кеңейтілген 3D нысандарымен өзара әрекеттесу арқылы білімді ашуға негізделген. Сол сияқты, толықтырылған шынайылық негізіндегі құралдар оқу ортасында оңай қабылданды. Физика пәнінде толықтырылған шынайылық технологиялары кеңейтілген 3D кеңістікті және нысандарды, сондай-ақ нақты уақыт режимінде пішінді өзгерту сияқты көптеген мүмкіндіктерді қамтамасыз ете алады (Martin, 2011:1893) [8]. Осылайша осы зерттеуге қатысушылардың физика пәнін оқуын жақсарту алды. Осы тұжырымдамаларға сүйене отырып, орта мектепке қолдануға бағытталған қосымша бағдарлама жасалынды. Кинестетикалық оқыту стилін пайдалана отырып, толықтырылған шынайылық қосымшасы физиканың негізгі мақсаты болып табылатын оқушылардың кеңістіктік дағдыларын жетілдіру үшін қолданылады. Білім беруде толықтырылған шынайылықтың тағы бір танымал қолданылуы физика пәнінің электромагнетизм саласында болып табылады (Bronack, 2011:117) [9]. Мұнда негізгі мақсаты процедуралық немесе объектіге бағытталған электр жүйелерін құруды үйрету болып табылатын толықтырылған шынайылық негізіндегі көптеген құралдар бар.



1-сурет – Қатысушыларды ұйымдастыру схемасы

Толықтырылған шынайылық белгілері ретінде қағаз текшелерімен толықтырылған шынайылықты біріктіру оқушылардың кеңістіктік дағдыларын жетілдірді және оларды нұсқаулар мен реттілік ұғымдарымен сәтті таныстыра алады. Сондай-ақ физика ғылымында бірнеше зерттеулер жүргізілді. Атап айтқанда, астрономияны оқыту үшін орта мектепте оқушыларға күн қолданбасы туралы ғылыми білімдерін дамытуға және іргелі астрономиялық ұғымдар туралы жалпы қате түсініктерді жоюға көмектесу үшін зерттеу эксперименті жүргізілді. Бұл алдын ала зерттеуге негізделген жаратылыстану білімінің қағидалары бойынша жүргізілді, онда оқушылар білім алу үшін тұжырымдаманы зерттеу және өңдеу арқылы үйренуі керек болды. Эксперимент екі 3D астрономиялық материалдық үлгіні салыстырудан тұрады. Бірінші модель толықтырылған шынайылық үлгісімен толықтырылды, ал екіншісі дәстүрлі физикалық модель түрінде болады. Толықтырылған шынайылық моделі оқушыларға ескі мектептің 3D үлгісіне карағанда қолайлы болды, өйткені олар аспан денелерін іс жүзінде жылжытып, оларды қабылдауына сәйкес басқара алды. Нәтижелер толықтырылған шынайылық пайдаланушыларының осы ғылыми ұғымдарды көбірек меңгергенін және оқуын жақсартқанын көрсетті. Кинестетикалық оқыту стиліне тағы бір тәсіл астрономиялық бақылаулар үшін кеңейтілген шынайылыққа негізделген мобильді цифрлық сфераны сала алды (Milgram, 1994:292) [10]. Астрономия әр түрлі себептермен (кеңістік немесе уақыт шектеулері сияқты) сыныпта жүзеге асыру қиын тақырып болса да, толықтырылған шынайылыққа негізделген бақылау қосымшасы он бірінші сынып оқушылары астрономиялық түсініктерді басқара және зерттей алатын астрономиялық бақылауларға көмектесті. Нәтижелер қатысушылардың ғылыми тұжырымдамалар мен оқуға деген ынтасын дамытқанын және олардың оқу тәжірибесі мен бақылау дағдыларының жақсарғанын көрсетті. Тағы да физиканы оқыту үшін орта мектеп

оқушылары үшін әзірленген толықтырылған шынайылықты модельдеу қолданбасын енгізілді. Оқушылар имитацияланған микроөлемде 3D микробөлшектердің модельдерін манипуляциялады және біріктірді, сондай-ақ, эксперименттер жасау және виртуалды заттарды жасау мүмкіндігіне ие болды. Нәтижелер сұрауға негізделген оқыту тәсілдерімен біріктірілген толықтырылған шынайылық оқудың жақсартылған нәтижелерін және тұжырымдамаларға оң көзқарасты қамтамасыз ете алатынын, сонымен қатар проблемаларды шешу дағдыларын дамытатынын көрсетті. Физика пәні бойынша толықтырылған шынайылықты қолдану оқыту ортасын жақсартады (Azuma, 1997:385) [11]. Зерттеу тақырыбы Ньютон күші мен қозғалыс тұжырымдамаларына бағытталған. Зерттеу барысында оқушылардан нақты күштердің объект қозғалысына қалай әсер ететінін болжау талап етілді. Алынған мәліметтер оқушылар қозғалатын объект рөлін атқаратын осындай өрнектелген оқу әрекетін пайдалану кезінде танымдық ұғымдарды игеру оңайырақ болатынын көрсетті. Сонымен қатар, зерттеушілер оқушылардың көпшілігі нақты күштердің іргелі ұғымдарын меңгеруде айтарлықтай жетістіктерге жеткенін көрсетті. Оқушылар күшейтілген күштер тұжырымдамаларымен көбірек айналысатындықтан, айтарлықтай жақсартуға қол жеткізілді, өйткені, олар толықтырылған шынайылықпен екі жақты әрекеттесу арқылы концептуалды білімдерін зерттеп, қайта құрды. Сонымен қатар, қашықтығы және фокустық кескін сияқты күрделі физикалық түсініктерді, сондай-ақ, объект линзаға жақындағанда не болатыны сияқты дерексіз ұғымдарды қамтитын дөңес кескіндеу тәжірибесін жасады. Экспериментке оныншы сынып оқушылары қатысты және нәтижелер толықтырылған шынайылық құралдарын пайдалану мен олардың жауаптары мен білімдері арасында конструктивті байланыс орнатқанын көрсетті. Сонымен қатар, оқушылар толықтырылған шынайылық көмегімен мазмұнды оңай меңгерді, өйткені технологияны пай-



далану олардың қызығушылығын арттырды. Сондай-ақ олар толықтырылған шынайылық сценарийлері оқу тиімділігін арттырады және оқушылардың белсенділік деңгейін арттырады деген қорытындыға келді. Соңында, орта мектеп мектептің тоғызыншы сыныбында физиканы оқыту үшін толықтырылған шынайылықпен ойынға негізделген оқыту қолданбасын ұсынды. Оқушылар физика эксперименттерін жасай алатын қазына іздеу ойынын жасады. Алынған нәтижелер алдын ала болса да толықтырылған шынайылық қолданбасы оқушыларға да, мұғалімдерге де ыңғайлы және қызықты екенін көрсетті. Толықтырылған шынайылық технологиясын табиғи өзара әрекеттесу технологиясы сияқты басқа технологиялармен біріктіріп, одан да тартымды оқу құралдары мен физика материалдарын жасауға болады (Höllerer, 2004:421) [12]. Тоғызыншы сыныпта магниттік өрістерді оқытуға арналған толықтырылған шынайылық қолданбасы енгізілді. Оқушылар нақты уақытта қолдарын жылжыту арқылы магнит өрісін белсендіре алады. Нәтижелер оқушылардың тәжірибесі басқа виртуалды компьютерлік бағдарламаларға қарағанда табиғи көрініске көбірек ұқсайтынын көрсетті. Сонымен қатар авторлар қатысушылардың іс-әрекеттері туралы нақты уақытта кері байланыс алу арқылы олардың оқуы анағұрлым интуитивті болды деген идеяны қолдады. БІнтаның жоғарылауы сонымен қатар бүкіл уақыт процесінде байқалды. Соңында, физика пәнінде толықтырылған шынайылықтың әлеуетті пайдалылығына әсері мен сәйкестігін анықтау үшін сапалы зерттеу жүргізілді. Олар толықтырылған шынайылық құрылысының көмегімен Unity платформасы негізінде жасалған толықтырылған шынайылық қолданбасының прототипін жасады (Kaufmann, 2003:97) [13]. Ол Кулон заңы, серпімді соқтығыс, параллель тізбектер, көлем, магнит өрістері және тартылыс эффектісі сияқты физика пәнінен дербес көрсеткіштерін берді. Нәтижелер толықтырылған шынайылыққа негізделген барлық жаңа физикалық құралдарға нақты ұмтылысты көрсетті. Жоғарыда аталған зерттеулерді пайдалана отырып, педагогикалық әдістемелермен біріктірілген толықтырылған шынайылық технологияларын пайдалану оқу нәтижелерін жақсартатын тиімді оқу тәжірибесін қамтамасыз ете алады. Дегенмен, бұл технологиялар талап етілетін технологиялық сауаттылыққа байланысты кейбір шектеулер қояды. Оқыту тәжірибесін жасаудағы әртүрлі

жағдайларға байланысты толықтырылған шынайылық қолданбаларын пайдалануда бірлесе жұмыс істейтін қатысушылар (мысалы, ойын әзірлеушілер мен мұғалімдер) арасында әдетте алшақтық болады. Кәсіби ойын әзірлеушілер әдетте нақты оқу ортасынан оқшауланады және оқытудың білім беру тәсілдерін білмейді (Zhou, 2008:202) [14]. Бұған қоса, мұғалімдерге әдетте толықтырылған шынайылық қосымшаларын жасау тәжірибесіне уақыты жетіспейді.

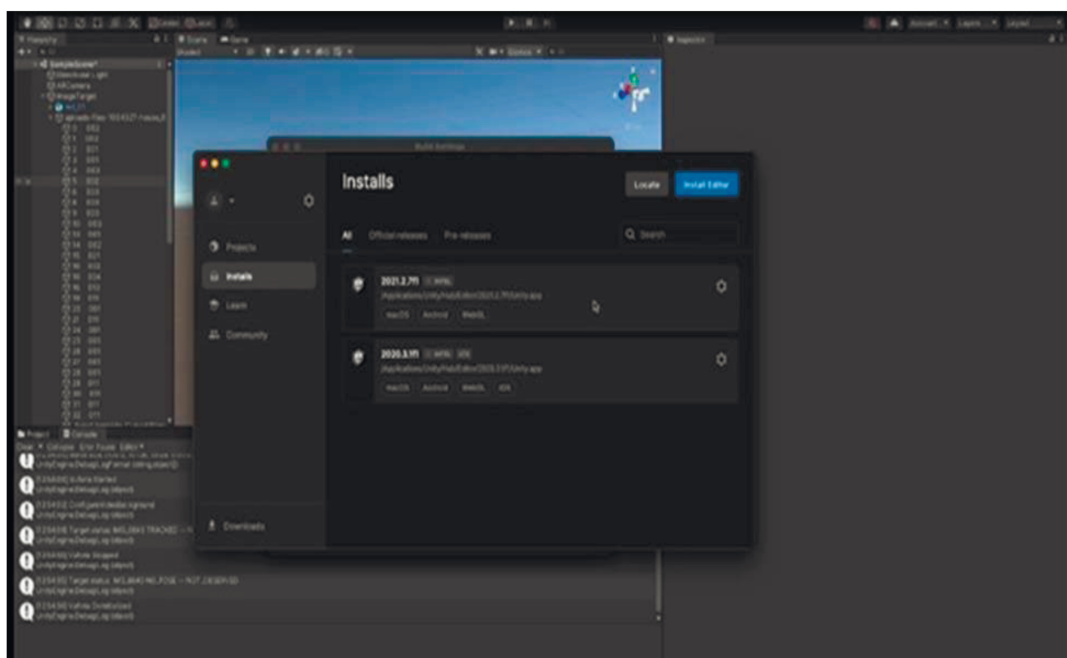
Бұл кедергілер, мұғалімдердің көзқарасы бойынша, олардың өз сабақтарында толықтырылған шынайылықты қолдануды қаламауына әкелуі мүмкін. Сондықтан толықтырылған шынайылық негізіндегі сәйкес педагогикалық құралды жасау үшін барлық мүдделі тараптар тиімді оқыту тәжірибесін қалай пайдалану және құру керектігі туралы түсіндіру керек. Осылайша, толықтырылған шынайылық негізіндегі технология соңғы он жылдықта білім беру саласында, сондай-ақ білім беру саласындағы зерттеулерде танымал тақырыпқа айналды. Әр түрлі заманауи білім беру пәндерін ескере отырып, толықтырылған шынайылық сияқты технологияларды физика пәнін оқыту ортасына енгізу керек; әйтпесе, олардың болмауы оқушылардың оқу үлгеріміне теріс әсер етуі мүмкін. Дегенмен, физикалық ғылымдардағы толықтырылған шынайылықтың тәрбиелік мәні тек толықтырылған шынайылық технологияларының өзін қолдануға негізделмейді. Бұл білім беру құндылықтары ең алдымен толықтырылған шынайылық қалай жобаланғанына, іске асырылатынына және ресми оқыту параметрлерінің біріктірілгеніне байланысты (Yuen, 2011:119) [15]. Әдебиеттерге шолу арнайы жасап, осындай зерттеу бірінші рет орын алып отырғанын хабарлаймыз себебі біздің зерттеуде ерекше білім беру қажеттіліктері бар балалар немесе әлеуметтік-экономикалық жағдайы төмен балалар сияқты әлеуметтік аз қамтылған топтардағы балаларды оқытуда толықтырылған шындықты пайдалануды зерттейтін жариялымдар мүлдем жоқ. Осындай жағдайдың орын алуы қолданып отырған технологияның жаңадан шыққандығы және негізгі зерттеулер тек пандемия біткеннен кейін ғана орын ала бастауына байланысты болды деп түсіндіреміз.

### **Зерттеу материалдары мен әдістері**

Бұл бөлімде физиканы оқытуға арналған толықтырылған шынайылық қосымшасынан

тұратын ұсынылған қолданба аналитикалық тұрғыда сипатталған. Толықтырылған шынайылық қосымшалары орта мектептің жоғарғы сыныптарында физика эксперименттерін жүргізуге арналған қазақша оқу бағдарламасы негізінде әзірленген және толықтырылған шынайылық білім беру үдерісін дамыту мен жетілдірудің пайдалы әдістемесі болуы мүмкін (Dunleavy, 2009:22) [16]. Осылайша, мақсат қолданушыға ыңғайлы білім беру қосымшасын жасау арқылы оқытуды жақсарту ғана емес, сонымен қатар оқушылардың ынтасы мен белсенділігіне оң әсер ету арқылы күрделі және дерексіз ұғымдарды меңгеруді жақсарту болып табылады. Нәтижесінде,

қолданбаны мұғалімдер де, оқушылар да оңай пайдалана алады. Біріншіден, барлық толықтырылған шынайылық қолданбалары Unity ойын механизмінің көмегімен жүзеге асырылады. Оқушылар физикалық эксперименттер үшін смартфонды немесе планшетті пайдалануы керек (Кусе, 2008:14) [17] Содан кейін құрылғының камерасы арқылы QR коды сканерленеді және эксперимент үшін құрылғының экранында кеңейтілген виртуалды әлем көрсетіледі. Ұсынылған әдістеме 1-суретте сипатталған және әрбір физикалық толықтырылған шынайылық қолданбасының аналитикалық сипаттамасы келесі бөлімдерде берілген (2-сурет).



2-сурет – Қолданбаны Unity платформасыда C# бағдарламалау тілінде әзірлеу барысы

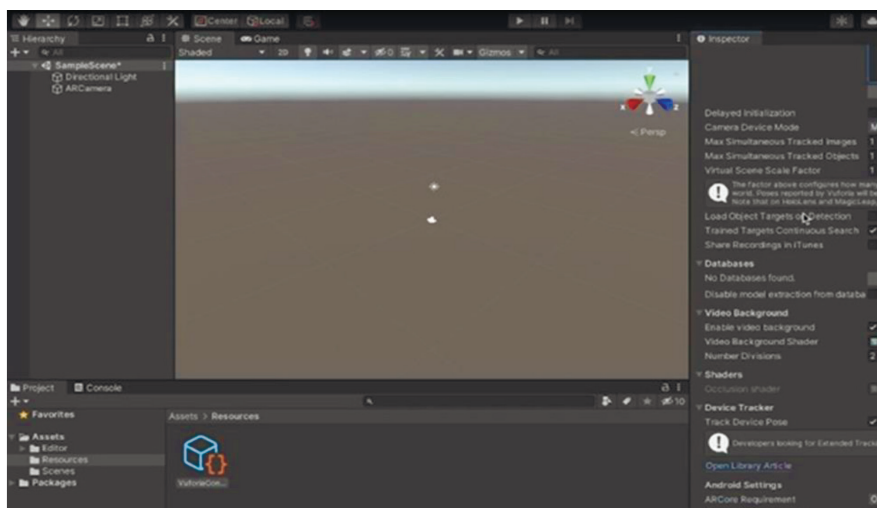
Бірінші қолданба қазақша орта мектептің тоғызыншы сыныбында физика эксперименттерін жүргізу үшін әзірленген. Оқушылардың жастарына байланысты осы толықтырылған шынайылық ойын аспектісін жақсарту үшін қазына іздеу ойыны ретінде жасалған. Оқушылар нұсқауларды орындап, қажетті материалдарды жинап, толықтырылған шынайылық экспериментін жүргізуі керек. Толықтырылған шынайылық қолданбасы Unity платформасы мен C# бағдарламалау тілі негізінде әзірленді. Жоба келесі элементтерді қамтиды: 71 көрініс, 37 сценарий, 11 пакет,

мыңдаған 3D нысандары. Сонымен қатар, ең жақсы толықтырылған шынайылық тәжірибесін қамтамасыз ету үшін Vuforia Engine орнатылды (3-сурет).

Орта мектептегі сыныптарға арналған физика оқулығының он бір тарауына сәйкес он бір түймесі бар негізгі экраннан іске қосылады. Материалдық денелер, энергия, магнит қолданбасы, жылу, электр және жарық оқушылардың ұсынылған қосымшамен қалай әрекеттесуі керектігі туралы түсіндіреді. Содан кейін оқулықтардағы QR кодтарын сканерлеу үшін оқушылар құрылғысының ка-

мерасын іске қосады. QR кодының үстінде толықтырылған шынайылық терезешесі пайда болады. Одан кірген оқушы виртуалды ортаға енеді. Жасырын виртуалды нысандар бар, олар оқу экспериментін жүргізу үшін жинау ке-

рек (қазынаны іздеу ойыны) эксперименттік материалдар. Экранның төменгі жағында толықтырылған шынайылық есігінің артында жасырылған барлық материалдардың тізімі бар.



3-сурет – Қолданбаны Vuforia Engine платформасыда байланыстыруды дайындау

Оқушы экспериментті бастау үшін алдымен барлық материалдарды шерту арқылы жинауы керек. Материал табылған кезде дыбыстық әсері іске қосылады және материалдың аты да тізімде автоматты түрде «тексеріледі». Барлық нысандар табылғаннан кейін келесі эксперименттің нұсқаулары, сондай-ақ жаңа ғана табылған барлық

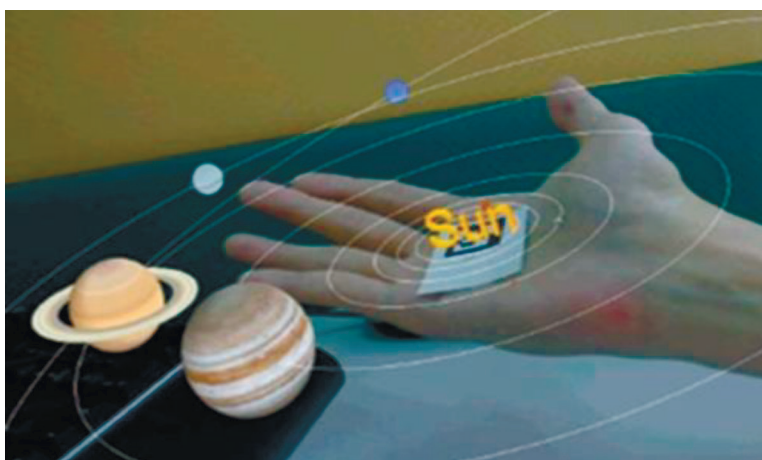
материалдардың тізімі көрсетіледі. Содан кейін эксперимент жүргізіледі. Әрбір эксперимент соңында мұғалімнің жетекшілігімен нәтижелі пікірталас болады, сондықтан оқушылар қорытынды жасай алады. Оқушыларға жауаптары бойынша кері байланыс алуға көмектесу үшін төменгі жағында қорытынды түймесі бар (4-сурет).



4-сурет – Физика пәнінің сабақ үсті

Бірінші тәжірибе «Материалдық денелер» тарауынан алынған және «Масса» бөліміне жатады. Ол кіріспе ынталандырудан басталады, содан кейін эксперименталды тәсіл кейбір бұйымдарды әр бұйымның массасы әр түрлі екенін байқайды. Сондықтан оқушылар әдеттегі массаның өлшем бірліктерімен танысады. Атап айтқанда, толықтырылған шынайылық тәжірибесі оқулықтар мен мұғалімнің жетекшілігімен жүргізіледі. Біріншіден, толықтырылған шынайылық кестесі жоғарыда көрсетіледі. Экранның жоғарғы жағындағы сегіз түйме сегіз өнім комбинациясына сәйкес келеді. Экранның

жоғарғы жағында оқушыға арналған кеңес бар. Оқушы жүкшығырмен сегіз комбинацияның үшеуін тауып, таразылар теңестіріліп, оқулықтағы бақылауларға жазып алуы керек. Бұл эксперименттік әдістеме оқушыларға барлық материалдық денелерге тән қасиет болуы мүмкін және салыстыру шкаласы қолданылатынын анықтауға көмектеседі. Осылайша, белгілі массалары бар әр түрлі материалдық денелерді салыстырыңыз, шкаладағы массалар тең болғанда, масштаб теңестіріледі. Эксперимент процесі 2-суретте көрсетілген.



5-сурет – Толықтырылған шынайылық қолданбасын физика пәнінінде қолдану барысы

«Энергия» тарауынан және «Энергияның әртүрлі формалары» тарауынан екінші тәжірибе (5 сурет). Бұл тәжірибеде оқушылар аккумулятор мен электр шамы бар қарапайым электр тізбегі арқылы аккумулятордың жинақталған энергиясы электр энергиясына айналдырылған кезде шам жанатынын бақылайды. Батареяны электр тізбегінен ажыратқанда, шам жануды тоқтатады. Бұл энергияның бір түрден екіншісіне айналуы тоқтаған кезде болады. Оқулықтың QR кодтарын сканерлеу кезінде толықтырылған шынайылық схемасы, сондай-ақ, он екі режимге сәйкес келетін екі түйме көрсетіледі: «Қосылу» және «Ажырату». «Қосылу» режимінде екі қосқыш аккумулятордың оң және теріс полюстеріне сүйеніп, электр тогының өтуіне мүмкіндік береді. Сондықтан электр тізбегі жабық, ал шам жанып тұр. Керісінше, «Өшіру» режимінде екі қосқыштың біреуі батарея полюсіне тірелмейді, бұл электр тогының өтуіне жол бермейді (Ренсе, 2010:145) [18]. Бұл күйде тізбек қосулы және шам өшеді. Оқушылар толықтырылған

шынайылықтың электр тізбегімен әрекеттесіп, екеуінде де шамды бақылаған соң жағдайларда олар өз бақылауларын жалпылайды және энергияның бір түрден екіншісіне қалай өзгеретінін түсінеді. қорытынды жасауы керек. 4 эксперименттің кезеңдерін көрсетеді. «Жылу» тарауы мен «Температура және жылу» тарауынан төртінші тәжірибе. «Температура» мен «жылуды» ажырата білу үшін оқушылар «жылу» энергияның бір түрі екенін біртіндеп түсінуі керек (Laal, 2013:1437) [19]. Сондықтан оқушылар денеге энергияның берілуі оның температурасының жоғарылауын білдіретінін түсінгенше «энергия» деген жалпы ұғымға сілтеме жасалады. Сыныптағы талқылаудан кейін оқушылар денеге жылуды сіңірген кезде оның температурасы көтерілетінін тәжірибе жүзінде анықтайды. Біріншіден, электр плитасы толықтырылған шынайылық технологиясы арқылы көрсетіледі, оған құмыра су мен термометр қойылады. Экранның жоғарғы жағында «Бастау» түймесі бар, оны басқан кезде бес



минуттық кері санақ басталады. Сонымен қатар, таймер іске қосылған кезде электр плитасы қосылып, су қыза бастайды. Қазіргі уақытта көбірек көріну үшін қайнаған суды бейнелейтін «қайнаған» дыбыс эффектісі және өрт анимациясы бар. Секундтар өтеді, термометрдегі температура үнемі өзгеріп отырады. Оқушылар әр минуттан кейін судың температурасын бақылап, оны оқулықтағы кестедегі бос орынға жазып отыруы керек. Бес минуттан және сыныптық талқылаудан кейін «қорытынды» түймесі пайда болады. Соңында оқушылар газ жанғанда бөлінетін энергияның бір бөлігі суға жұтылатынын, сондықтан судың температурасы көтерілетінін түсіндіру керек (Doymi, 2007:1857) [20].

«Электр» тарауынан бесінші тәжірибе және «Өткізгіштер мен оқшаулағыштар» бөлімінің эксперименті оқушыларға кейбір материалдар электр тоғының ағуына мүмкіндік берсе, басқалары бермейтінін анықтауға көмектеседі. Біріншіден, оқулықтың QR кодының үстінде толықтырылған шынайылық электр тізбегі көрсетіледі. Түймешіктер он эксперименттік нысанға (алюминий, сергітетін сусын, болат шыныаяқ, шыны, күміс сақина, пластик, сабан, резеңке, мата, қалпақ, ағаш, графит қарындаш және мыс сым) сәйкес келеді (Gokhale, 2013:57) [21]. Әрбір түймеде электр тізбегінің қосқыштары арасында сәйкес нысан орналастырылады. «Жарық» тарауынан «мөлдір және мөлдір емес денелер» бөлімінен соңғы тәжірибе. Келесі тәжірибеде оқушылар әртүрлі материалдардан (түссіз желе, ақ қағаз, түрлі-түсті желе, алюминий фольга, қара картон, ақ картон және қағаз сүлгі) арқылы қаншалықты жарық өтетінін зерттейді (Johnson, 1986:31) [22]. Келесі экспериментті орындаған кезде оқушылар әр материал бойынша оқулық кестесінің сәйкес бағанына (көп, аз немесе мүлде жоқ) «белгі» қойып, «Әр материалдан қанша жарық өтеді?» деп жауап береді. Ең алдымен сыныпта талқылау басталады, ол арқылы мұғалім «мөлдір» және «мөлдір емес» ұғымдарын енгізеді. Содан кейін оқулықтың QR кодын сканерлеу арқылы кітаптар орналасқан толықтырылған шынайылық кестесі пайда болады, кітаптарда фонарь бар, терезесі фонарьға қаратылған картон және терезе бар картонның артында қара картон; сондықтан оқушылар терезеден қаншалықты жарық түсетінін көре алады. Экранның жоғарғы жағындағы тоғыз түйме терезеге орналастырылатын тоғыз материалға сәйкес келеді. Тоғыз

түйменің үстінде келесідей хабарлама бар: «Кез келген материалды терезенің алдына қою үшін басыңыз. Әр жағдайда қанша жарық өтетініне назар аударыңыз» (Sumadio, 2010:461) [23]. Бұл оқушыға қалай әрекет ету керектігін көрсетеді. Оқушылар әрбір материалдан өтетін жарық мөлшеріне қарай оларды мөлдір және мөлдір емес деп сипаттайды.

Орта мектеп мектептің оныншы сыныбына арналған толықтырылған шынайылық қолданбасы екінші қосымша қазақша орта мектептің физикалық эксперименттердің интерактивті көрсетіліміне арналған. Unity ойын механизмі толықтырылған шынайылық қолданбасын әзірлеу үшін пайдаланылды. Сонымен қатар, толықтырылған шынайылық құралдар жинағы пайдаланылды. Толықтырылған шынайылықтың мультиплатформалары толықтырылған шынайылық қосымшаларын енгізу үшін пайдаланылды. Осылайша, қолданылған толықтырылған шынайылық қолданбасы толықтырылған шынайылық сияқты қалаған жергілікті платформаға аударуға болады. Өзара әрекеттесу құралдары жинағы 3D және UI өзара әрекеттесуін unity енгізу оқиғаларынан қолжетімді ететін механизмді қамтамасыз ету арқылы осы толықтырылған шынайылық қолданбасының ыңғайлылығын жақсартты және екінші қолданбамен эксперименттерде пайдаланылды.

Қолданбада ойын ретінде іске асырылған алты түрлі эксперимент бар; әрқайсысы оқулықтың жеке тарауына сәйкес келеді. 2022-2023 оқу жылының оқу бағдарламасына сәйкес бұл келесі тараулар: энергия, жылу, механика, астрономия, электромагнетизм және оптика. Әрбір эксперименттің мақсаты физика пәнінде оқушыларды қызықтырып оқыту. Қолданбаның бірінші тәжірибесі «Энергия» тарауынан алынған. Эксперименттің негізгі мақсаты – мұнайдың әр түрлі түрлерін және оны өңдеу тәсілдерін көрсету. Ойынның бірінші көрінісі мұнай фракцияларының әрқайсысымен таныстырады. жанармай бағының 3D үлгісі және 3D үлгісі бойынша. Оқушы май бөлімдерінің бірін таңдап алып, дұрыс ретпен жанармай бағына сүйреп апаруы керек. Мұнай бөлімдерінің дұрыс реті: шикі мұнай, мазут, мұнай, керосин, бензин, асфальт, ауыр минерал майлар, орташа минералды майлар және жеңіл минералды майлар. Оқушы барлық мұнай бөлімдерін резервуарға дұрыс ретпен орналастырғаннан кейін оқушыға «Құттықтаймыз. Сіз бұл ойынды сәтті аяқтадыңыз».

Келесі тәжірибе жылуға қатысты. Бұл тәжірибенің мақсаты оқушыларға белгілі бір заттардың әртүрлі температурада қалай әрекеттесетінін көрсету. Эксперименттің бірінші мақсаты – бір қызыл және бір көк шарды үрлеу. Эксперимент басында оқушыға (пайдаланушыға) ойынның бірінші кезеңіне арналған нұсқаулар жинағы ұсынылады. Бірінші көріністе көк шардың 3D үлгісі, оның жанындағы орындалу жолағы және оның астындағы түйме бар. Орындалу жолағы шардың толтырылу пайызын көрсетеді. Орындау жолағы толған кезде, шар толығымен үрленеді. Оқушы шарды үрлей алады астындағы түймені басыңыз. Шинаның қарашығы түймені басқан сайын әуе шары аздап ауа алады. Әйтпесе, оқушы белгілі бір уақыт ішінде түймені баспаса, доп жоғалады; ауа. Дәл осындай процесс қызыл шар үшін де орындалуы керек. Оқушы екі шарды сәтті үрлегенде, олар екі түрлі ыдысқа салынады. Көк шарды жылы суы бар ыдысқа, ал қызыл шарды жылы суы бар ыдысқа салады. Осыдан кейін екі шар ыдысқа байланысты температурасын өзгертеді. Содан кейін екеуі де бөлме температурасында суы бар үлкен ыдысқа ауыстырылады. Бұл кезеңде оқушы қызыл шардың қалықтағанын бақылай алады; шардың арасындағы температура айырмашылығына байланысты көк шар түбіне батып кетеді.

Төртінші тәжірибе «Магнетизм» тарауына сәйкес келеді. Бұл тәжірибе оқушыға магнетизмнің негізгі қағидатерін түсіндіру үшін магнит өрістерінің белгілі бір заттарға қалай әсер ететінін көрсетеді. Оқушы (пайдаланушы) магнитті сахнаның айналасында сүйреп, онымен қандай объектілердің әрекеттесетінін таба алады, суретте көрсетілген заттар: мыс сым, сабан, қасық, күміс сақина, алтын сақина, қағаз қыстырғыш, стакан су және қарындаш (Dünser, 2008:27) [24]. Бұл қолданбаның соңғы тәжірибесі «Қышқыл» деп аталады. Бұл ойында нақты тәжірибені аяқтау үшін бірнеше қадамдар бар және оқушы қышқылдар мен негіздерді түсіне бастайды. Бірінші қадамда тәжірибеге қажетті индикаторы бар он екі (12) бөтелке бар. Бұл көрсеткіш қызыл қырыққабаттың кішкене бөліктерін таза спиртпен араластырып, бірнеше минуттан кейін сүзу арқылы алынған. Оқушыға оларды басу арқылы мүмкіндігінше көп жинау үшін он бес (15) секунд бар. Келесі кезеңге өту үшін оқушы 12 бөтелкенің кем дегенде 2-ін жинауы керек. Содан кейін, екінші қадамда оқушыға мүмкіндігінше көп заттарды жинауға

15 секунд беріледі. Осы уақыт ішінде заттардың алты түрі бар: кір жуғыш ұнтақ, сірке суы, аммиак, ас содасы, апельсин және лимон. Бұл кезеңде оқушы кем дегенде бір зат жинауы керек (Wagner, 2006:96) [25]. Соңғы қадам – эксперимент. Бұл кезең алдыңғы екеуіне өте тәуелді. Екінші кезеңде оқушының жинаған әрбір затына тостаған, ал тостағанның үстінде бірінші кезеңде жиналған көрсеткіші бар бөтелке болады. Оқушы тостағандағы сұйықтықты оның үстіндегі индикатормен араластыру үшін тостағанның алдындағы түймені басу керек. Ыдыстағы сұйықтық қышқыл болса қызыл түске, ал негіз болса жасыл түске боялады.

Ойын басында көрінетін толықтырылған шынайылық ұшақтарын басу арқылы толықтырылған шынайылық әлемінде көріністі орналастырған кезде басталады (Chen, 2018:295) [26]. Сіз бұл экспериментті аяқтадыңыз. Енді сіз басқа таңғажайып эксперименттерді сынап көруге бара аласыз. Үшінші толықтырылған шынайылық қосымшасы қазақ мектептеріндегі орта мектептің бірінші сыныбында физиканы ойнау әдістемесін қолдана отырып оқытуға және үйренуге арналған. Қолданба мектеп оқулығындағы барлық эксперименттерді бірегей түрде камтиды, өйткені олар ойынның деңгейлерін білдіреді. Эксперимент таңдап, толықтырылған шынайылық құрылғысын пайдаланғаннан кейін оқушылар QR кодын сканерлеуі керек; деңгейін бастау үшін (Freitas, 2008: 27) [27]. Қолданба 12 жастан асқан оқушыларға арналғандықтан, ойын элементтері жетілдірілген. Оқушыларға эксперименттерді аяқтауға көмектесу үшін виртуалды көмекші қол жетімді. Оқушылар QR кодындағы нүктені басып, виртуалды көмекшіні сол бағытта жылжыта алады, ал түйме немесе нысан бар болса, виртуалды көмекші оның ортасымен әрекеттеседі. Толықтырылған шынайылық қосымшасы гама қозғалтқышында әзірленді; C# бағдарламалау тілін қолданатын бірлік. толықтырылған шынайылық қолданбасы Android телефондары мен планшеттері сияқты әртүрлі смарт құрылғылар үшін қол жетімді. Vuforia қозғалтқышы шина жобасында толықтырылған шынайылық автобусының функционалдығын басқару үшін де пайдаланылды (Huba, 2016:103) [28]. Ойынды осы жас тобындағы оқушыларға тартымды ету үшін графика мен жарықтандыру мультфильмдік болып көріну үшін Unity пакеті пайдаланылды.

**1-кесте** – Толықтырылған шынайылық бойынша дағдылардың орын алуы

№	Зерттеу нысандары	Дәстүрлі әдістеме нәтижесі(μ)	Толықтырылған шынайылық қолданған нәтижесі(μ)
1	Когнитивті жүктеме теориясы	0.0105	0.002527
2	Тұжырымдама білім тексеру	0.0955	0.00823
3	Ішкі когнитивтік жүктеме	0.0106	0.00259
4	Сыртқы когнитивтік жүктеме	0.0162	0.00793
5	Сан алуан сыртқы көріністер	0.0503	0.00086
6	Жүйенің қолайлылығы	0.0325	0.00765
<b>Ұпайлардың жалпы саны</b>		0.0325	0.00765

Кіріспе экран оқушыларға экспериментті аяқтау үшін орындау керек қадамдар арқылы бағыттайды және негізгі экранда 1 мектеп оқулығының он екі тарауы бар п мәзір бар (Кесте 1). Әрбір тарауда оған енгізілген эксперименттер тізімі бар. Кейбір түймелерде көріністі аяқтайтын қызыл «X» белгісі бар; көріністі қайта бастайтын көк көрсеткілер; эксперимент туралы хабарлайтын көк леп белгісі; және кейбір 3D көмекші әрекеттерін орындайтын басқалары. Эксперимент таңдап, толықтырылған шынайылық құрылымын пайдаланғаннан кейін оқушылар деңгейді бастау үшін экспериментке байланысты бір немесе екі QR кодын сканерлеуі керек. QR кодтарының екеуі де төртбұрышты, бірақ біреуі екіншісінің жартысына тең. 1-тараудағы эксперимент, Ұзындық өлшемдері – Орташа, QR кодын екеуін де қажет етеді. Үлкен QR кодын сканерлеген кезде экранда сызғыш, өлшеуіш таспа және 3D көмекшісі пайда болады. Кішкентай QR кодын сканерлеген кезде оның үстінде қоңыр платформа пайда болады. Платформаны басу арқылы ассистент сол бағытта қозғалады, үлкен QR кодында тұрақты болып қалатын өлшеуіш таспаны кеңейтіп, өлшеу таспасының басы арасындағы қашықтықты көрсетеді. және оның нақты масштабта аяқталуы. Оқушылар нақты әлемдегі объектілерді өлшеу үшін дәстүрлі сызғышты пайдалана алады «Уақытты өлшеу – дәлдік» атты екінші тарауда сандық және аналогтық сағаттармен уақытты есепке алуға, соның ішінде бірдей жұмыс істейтін екі тәжірибеге назар аударылады. Екі экспериментте де оқушылар екі QR кодын сканерлеуі керек; Кішкентай QR кодын шынасының бетінде екі сағат пайда болады: бірі аналогтық, екіншісі цифрлық, ол 3D көмекшісі процесті бастаған кезде автоматты түрде іске

қосылады. Үлкен QR кодынның бетінде экраны бар көрініс бар. эксперимент үшін таңдалған қолданбаның құлақтары. ол SD көмекшісі тиген кезде тербеледі. Бірден екі сағат те секундта айнала бастайды. Оқулықтың 1-нұсқаулығына сәйкес, оқушылар маятник пен маятник Pine: (5) рет тербелгенде тоқтату түймесін басу керек, содан кейін олар өз нәтижелерін талқылауы керек. Екінші тәжірибеде маятник көлбеу рампамен және шармен ауыстырылады. 3D көмекшісі допты рампаның басына қарай жылжытуы керек, осылайша ол рампаның соңына дейін айнала алады. Екі сағат те қатып тұр. доп айнала бастағанша. Бұл орын алғанда, құлыптар санай бастайды және рампаның түбіне тиген кезде қайтадан қағады. Екі экспериментте хризалис процесті қайталағысы келсе немесе тәжірибе кезінде бірдеңе дұрыс болмаса, көріністі қайта бастауға болады. Кітаптың Массалық өлшемдер салмақты өлшеуге арналған және әрқайсысы тек үлкен QR кодын пайдаланатын үш эксперименттен тұрады. 3D көмекшісінің бірінші тәжірибесі сахнасында таразы, стандартты салмақтардың төрт санаты және салмағы белгісіз шар пайда болады. Бұл эксперименттің мақсаты – салмақтарды жақсы түсіну. Бұл тапсырманы орындау үшін оқушылар стандартты салмақтарды қолданып, доптың салмағын анықтауы керек. Сондықтан стандартты салмақтарды және допты 3D көмекшісі арқылы таразыға жылжытып, әртүрлі комбинацияларды қолданып, доптың салмағын анықтау керек. доптың салмағы оқулық бойынша екенін атап өтті. Осы тараудың екінші және үшінші тәжірибелері бірдей механикаға ие, серіппе мен сызғыш әртүрлі заттардың салмағын өлшеуге арналған, бұл зат ілінген кездегі серіппе ұзындығының деформациясына байланысты. Бұл екі тәжірибенің арасындағы

айырмашылық оқушылар өлшеуі керек элементтерде жатыр. Екінші тәжірибеде объектілер бес стандартты салмағы, ал үшінші тәжірибеде нысандар шар. Төрттен тоғызға дейінгі тарауларда эксперименттер температураны өлшеуге арналған. Олардың көпшілігінде кішкентай QR кодында термометр бар, оны қолмен жылжыту арқылы нақты әлемде оңай алып жүруге болады. Оқушылар термометрді стакан су сияқты затқа қойғанда, судың температурасы өзгерген сайын кәдімгі сынапты термометрдегідей термометрдегі сұйықтықтың көтеріліп, түсіп жатқанын көреді. Төменде төрттен тоғызға дейінгі тараулардың сипаттамасы берілген.

Төртінші тарауда «Температураны өлшеу – калибрлеу» деп аталатын эксперимент үшін пайда болатын көріністе 3D көмекшісі, пеш пен оның үстіндегі стакан су және мұздатқыш бар. Бұл эксперимент сонымен қатар термометрі бар шағын QR кодын пайдаланады. Осылайша, 3D көмекшісі конфорканың алдындағы түймені басқан кезде су қайнай бастайды. Бұл кезде оқушылар температураның өзгеруін тексеру үшін термометрді стаканға қою керек. Судың температурасы 100 С-қа жеткенде ол қайнап, көпіршіктер пайда болып, суда пайда болады. Оқушы суды мұздатқысы келген жағдайда пешті өшіріп, мұздатқышты ашу керек; сондықтан мұз текшелерін мұздатқыштан суға ауыстыруға болады. Судың температурасы 0 С дейін төмендегенде, су бетінде қар түйіршіктері пайда бола бастайды. «Жылудан температураға дейін – жылу тепе-теңдігі» деп аталатын бесінші тарауда эксперимент сахнасы да термометрі бар QR кодтан, 3D көмекшісінен, үстінде стакан суы бар ыстық пештен және тостағаннан тұрады. ішінде су және басқа термометр бар. Қалған термометрлік тәжірибелер температураны көрсету үшін пайдаланушы интерфейсіндегі индикаторды пайдаланады. Бұл тәжірибеде оқушылар пештің алдындағы түймені басу арқылы пешті қосу керек. Су 100 градус Цельсийге дейін көтерілгенде, оқушылар су құйылған ыдыс пен термометрдің алдындағы түймені басу керек (Freitas, 2008:30) [27]. Оны басу арқылы пеште тұрған стакан ыдысқа ауысып, судың температурасы төмендей бастайды. Ыдыстағы су дәретхананың температурасы бірдей болғанша көтеріле бастайды. «Су күйінің өзгеруі» деп аталатын алтыншы тараудың тәжірибесі төртінші тараудың тәжірибесіне ұқсас, айырмашылығы термометрде температура индикаторы бар. «Судың кеңеюі мен тар-

тылуы табиғи аномалия» деп аталатын жетінші тараудағы бірінші және екінші тәжірибелер мұздату кезіндегі сұйықтардың әртүрлі реакцияларына арналған. Бұл сұйықтықтар су және май. Бірінші тәжірибеде оқушы 3D көмекшісінің көмегімен мұздатқышқа екі қақпақты әкелу керек: біреуі сумен, екіншісі маймен. Біраз уақыттан кейін мазмұны қатып қалған көріністе қайтадан сұйықтық бар қақпақтар пайда болады. Оқушылар бірдей сұйықтық бар стаканға мұз текшелерін салып, екі сұйықтықтың реакциясын талқылауы керек. Олар мұз текшесінің қалқып бара жатқанын және мұнай мұзының батып бара жатқанын көреді. Келесі тәжірибеде мұздатқыш және екі бөтелке бар: біреуі ванерлі және сары майы бар. Оқушылар екі бөтелкені де мұздатқышқа салуы керек және бұл орын алған кезде бөтелкелер мұздатылған сұйықтықтармен, бірақ сынған бөтелкелермен осы көріністе қайта пайда болады. «Осы тараудағы соңғы экспериментте термометрі бар шағын QR коды бар, ал үлкен QR кодында үлкен стакан су мен мұздатқыш бар. Тәжірибенің мақсаты – мұз текшелері болған кезде судың әртүрлі деңгейлеріндегі температураны өлшеу. «Қысқа тұйықталудың қауіптер мен қауіпсіздік» деп аталатын оныншы тарауда схемалар мен олардың бес түрі берілген (Campos, 2011:33) [29]. Барлық эксперименттерде оқушылар оны жабу немесе ашу үшін 3D көмекшісін тізбектің жанындағы түймеге жылжыту керек. Бірінші нұсқа – вольтметр мен батареясы бар қарапайым схема. Оқушы түймені басып, тізбектің жабылатынын және вольтметр оның мәнін өзгертетінін бақылайды. Екінші және үшінші тәжірибелер батареясы, ажыратқышы және шамы бар тізбектен тұрады. Оқушы 3D көмекшісін автобус түймесіне жылжыту арқылы қосқышты қоса алады. Төртінші және бесінші тәжірибелер екінші және үшіншіге ұқсас, бірақ сонымен қатар сахнаға сым қосылады. Оқушылар бұл диаграммалар арасындағы айырмашылықтарды атап өту керек. Сонымен қатар, сымдарды қамтитын жабық тізбекте сымдар жанып, ери бастайды.

Соңында, «Электрден магнетизмге электрлік қозғалтқыш» деп аталатын он бірінші тарау және «Магнетизм» деп аталатын он екінші тарау электромагнетизмді және электр мен магниттердің өзара әрекеттесуін таныстырады. Бірінші шина тәжірибесі аккумуляторды, магнитті, кейбір қысқыштарды және катушканы қамтиды. Оқушы көмекшіні нысанға жылжытқанда, көріністе мынаны шығаратын



құрылғы пайда болады, батареяға қосылған болса және оның астында магнит болса, катушкалар айналады. Соңғы тәжірибеде сахнада жарықдиодты шамға қосылған катушканың ішіндегі екі магниттен тұратын құрылғы пайда болады, ал ортасында қарашық айналдыра алатын шеге бар. Экранда саусақты басып, ұстап тұру арқылы оқушы-вагондар шамды қосу үшін тырнақты айналдыру арқылы электр қуатын жасайды. Сондай-ақ, егер олар тырнақты тез айналдырса, жарық одан да жарқырайды (Matcha, 2011:189) [30].

Бұл бөлімде ұсынылған толықтырылған шынайылық қолданбасын бағалау үшін жүргізілген эксперименттің өлшемдері, дизайны және әдістемелері ұсынылған: ыңғайлылық, гейми-

фикация және мұғалімдердің осы технологияны өз тәжірибесінде енгізуге дайындығы. сынып. Қолданбаның ыңғайлылығына қатысты қолданбаның ыңғайлылығы шкаласы қолданылды, ол қазақ тіліне аударылды және басқа екі зерттеу сұрағын өлшеуге де бейімделді. Әрбір пайдаланушы тобында бейімделген сауалнама болды; сондықтан сауалнаманың үш түрі әзірленді. Сауалнамада 1-ден 10-ке дейін шкаласы қолданылды.

Зерттеуге барлығы 507 пайдаланушы өз еркімен қатысты. Олар үш пайдаланушы тобына бөлінді: (оқыту кезінде осы толықтырылған шынайылық қолданбаларын пайдаланатын мұғалімдер, соңғы пайдаланушылар болып табылатын оқушылар болып табылатын Физика пәнін арнайы оқитын оқушылары (2-кесте).

## 2-кесте – Қатысушылар

Қатысушылар	9-сынып	10-сынып	11-сынып	Жалпы
Мұғалімдер	10	9	7	9
Оқушылар	9	7	9	8
Мүмкіндігі шектеулі оқушылар	10	8	8	9
Жалпы	10	8	8	9

Физика пәнін оқитын оқушылар жағдайында, 110 оқушы қабылданғанымен, нәтиже бірдей оқушылар барлық толықтырылған шынайылық қосымшаларында сауалнамаларға толық жауап бермеді. Бағалауға қатысатын мектептерді таңдау критерийі зерттеу жүргізетін университет пен мектептер арасында ортақ ғылыми мүдделер аясында ынтымақтастыққа байланысты өзара түсіністік туралы меморандумға қол қойылғандығы болды. Эксперимент кезінде қол жетімді және ағымдағы зерттеуге қызығушылық танытқан мұғалімдер қатысты. Сонымен қатар, олар зерттеушілерге эксперимент жүргізуге өз еркімен оқушыларға рұқсат берді. Айта кету керек, физика пәнін оқитын оқушылар барлық үш толықтырылған шынайылық қосымшасын бағалады, қалған қатысушылардан айырмашылығы, олар тек өздерінің бағалауына сәйкес толықтырылған шынайылық қосымшасын бағалады. Осылайша, барлық үш толықтырылған шынайылық қосымшасын бағалауға қатысу үшін барлығы 110 физика пәнін оқитын оқушылар тіркелгенімен, әрбір толықтырылған шынайылық өтінімін бағалау процесінде тек толық толтырылған са-

уалнамалар ғана қарастырылды, нәтижесінде оқушылардың жалпы саны әр түрлі болды. Барлық қатысушылар экспериментке өз еркімен Іле ауданының Байсерке ауылдық округіндегі №30, №46, және №47 орта мектептерде қатысты. Эксперименттерді орындау алдында пайдаланушылар экспериментті қолдау және орындау үшін тиісті білім мен дағдыларды алуы үшін барлық пайдаланушы топтары үшін тренинг өткізілді.

Төрт түрлі эксперимент жүргізілді, оның барлығы осы мақсат үшін мектептер берген аудиторияларда (әр сыныпқа бір эксперимент), ал соңғысы жалпы жүргізілді. Орта мектеп және орта мектептердегі эксперименттердің ұзақтығы академиялық сағатты, яғни 45 минутты құрады, өйткені, олар барлық үш толықтырылған шынайылық қосымшасын бағалады. Эксперименттік хаттама келесідей болды:

1. Біріншіден, дайындық кезеңі барысында, мұғалімдер өз оқушыларының телефондарына немесе қол жетімді мобильді құрылғыларға толықтырылған шынайылық қосымшасын орнатты.

2. Содан кейін мұғалімдер нұсқаушы ретінде оқушыларға экспериментке дайындалу үшін

экспериментке байланысты кіріспе ынталандыруды берді (бұл қадам тек мұғалімдер мен оқушыларға қатысты).

3. Содан кейін эксперимент жүргізілді, онда мұғалімдер мен оқушылар барлық үш толықтырылған шынайылық қолданбасын бағалады. Эксперименттің аналитикалық кезеңдері келесідей болды:

3.1. Ағымдағы мектеп бағдарламасына сәйкес іс-әрекеттерді таңдау; сондықтан сынып ішіндегі ағым бұзылмады;

3.2. QR кодын сканерлеу;

3.3. Эксперимент жүргізу;

3.4. Нәтижелер мен қорытындыларды оқушылар мен нұсқаушы ретінде әрекет ететін мұғалімдер арасында талқылау (2-қадамға ұқсас, тек мұғалімдер мен оқушыларға қатысты).

Егер пайдаланушының мобильді құрылғысы болмаса, ол оған басқа пайдаланушымен бірге жұмыс істеуге тағайындалды. Әрбір эксперимент соңында барлық қатысушыларға басып шығарылған сауалнамалар берілді. Сауалнаманың үш түрі болғандықтан, әрбір қатысушы қай

пайдаланушы тобына жататынына байланысты тиісті сауалнаманы алды (3-кесте).

### Нәтижелер және талқылау

Пайдалануға жарамдылық нәтижелері бойынша жалпы ұпайы барлық пайдаланушы топтары үшін өте қанағаттанарлық болды (төменде қараңыз). Аналитикалық тұрғыдан алғанда, орта мектептің 11-сыныбына арналған толықтырылған шынайылық қосымшасы бойынша баллдары мұғалімдер үшін 95, оқушылар үшін 75 болды. 10-сыныптағы орта мектеп мектептің толықтырылған шынайылық қолданбасы үшін мұғалімдер үшін 76-оқушылар үшін 91. Соңында, 9-сынып орта мектебінің толықтырылған шынайылық қолданбасы бойынша мұғалімдер үшін 97, оқушылар үшін 90 балл болды. Айта кету керек, егер әрбір осындай қосымшасының жалпы үлгісін қарастырсақ, мысалы, орта мектептің 11-сыныбында қосымшасы үшін (барлығы 507 қатысушы), онда жалпы балы 91 құрайды.

3-кесте – Қолдану мүмкіндіктері.

Қолданбалар	9-сынып	10-сынып	11-сынып	Жалпы
Қолданба №1	97	87	91	89
Қолданба №2	81	92	93	90
Қолданба №3	93	97	85	93

Физиканы оқытуға арналған үш толықтырылған шынайылық қосымшасының ұпайлары кем дегенде 70-тен жоғары болса қолайлы деп санайтын тестінің валидациясы негізінде қолайлы. Аналитикалық тұрғыдан алғанда, орта мектеп мектептің 9 сыныбына арналған толықтырылған шынайылық қосымшасының орташа мәндері қатысушылардың көпшілігі қолданбаның функционалды екенін және оны пайдалануды үйрену оңай екенін, ешқандай техникалық қолдауды қажет етпейтінін көрсетті. Орта мектептің 10 сыныбына арналған толықтырылған шынайылық қосымшасына қатысты қатысушылардың көпшілігі қолданбаны дұрыс пайдалануға сенімділікке ие болды, әсіресе соңғы пайдаланушы болып табылатын оқушылар, сонымен қатар бүкіл экспериментті ұйымдастыруға, қолдауға және өткізуге тиіс мұғалімдерге. Нәтижесінде, оқушылар толықтырылған шынайылық қолданбасының кешенін табуы мүмкін және

оны пайдалану өте оңай емес. Жалпы білім беретін орта мектептің сыныптарына арналған толықтырылған шынайылық қосымшасы қатысушылардың көпшілігіне оңай сияқты көрінді. Айта кету керек, мұғалімдердің ұпайлары айтарлықтай жоғары және ықтимал түсініктеме екі мұғалімнің шектеулі үлгісі болуы мүмкін. Сонымен қатар, бұл толықтырылған шынайылық қосымшасында орындаған оқушылардың алған бағалары басқа топқа қарағанда төменірек болды. Бұл кейбір әрекеттерде оқушылардың бір уақытта екі QR кодын пайдалануына байланысты болуы мүмкін және бұл олар үшін қиын болуы мүмкін. Бұл күрделілікті арттырып, олардың ұпайларына әсер еткен болуы мүмкін, дегенмен ыңғайлылық орнату алдындағы қадамға емес, қолданбаға қатысты екені айтылған. Алайда, жоғарыда келтірілген түсініктемелер болжам, өйткені қатысушылармен сұхбат жүргізілмеген (4-кесте).

**4-кесте** – Толықтырылған шынайылық бойынша қатысушылардың сауалнамаға берген жауаптарының орташа мәндері

№	Сауалнама сұрақтары	Әсері
1	Мен бұл қолданбаны жиі қолданғым келеді деп ойлаймын	9
2	Мен қолданбаны қажетсіз күрделі деп таптым	8
3	Мен қолданбаны пайдалану оңай деп ойладым	9
4	Менің ойымша, бұл қолданбаны пайдалану үшін маған білгір маманның қолдауы қажет болады.	9
5	Мен бұл қолданбадегі әртүрлі мүмкіндіктердің жақсы біріктірілгенін байқадым	9
6	Мен бұл қолданбада тым көп сәйкессіздік бар деп ойладым.	9
7	Менің ойымша, адамдардың көпшілігі бұл қолданбаны қолдануды өте тез үйренеді	9
8	Мен бұл қолданбаны пайдалану өте қиын деп таптым	9
9	Қолданбаны пайдалану арқылы мен өзімді сенімді сезіндім.	9
10	Бұл қолданбамен жұмысты бастамас бұрын мен көп нәрсені үйренуім керек екен	9

Соңында, тек мұғалімдерге қатысты «Мен бұл технологияларды өз сабағымда қолданғым келеді» мәлімдемесінде де нәтиже өте оң болды. Осылайша, жауаптардың нәтижелері бойынша қатысушылар қолданбаға қолайлылық, оны пайдалануда сенімді сезіну, пайдаланудың қарапайымдылығын сақтау және қолданбаны жиі пайдаланғысы келетіндігі бойынша қанағаттанарлық деп бағалады. Сонымен қатар, мұғалімдер мұндай технологияларды өз сыныптарында енгізуге дайын екендігін толығымен қолдады, өйткені ұсынылған қолданба уақыт пен қаржы үнемдеуге мүмкіндік береді, оқу үдерісі жақсартады. Қатысушылар сонымен қатар бұл қолданба қызықты екенін айтты, өйткені ол оқушыларды бұрын болып көрмеген толықтырылған шынайылықта отырып сабақ оқу жағдайын жасады. Алынған нәтижелер бұрынғы зерттеулермен сәйкес келеді, олар толықтырылған шынайылық ойын аспектілері арқылы оңтайлы оқу тәжірибесін қамтамасыз ете алады сондықтан мұғалімдер мұндай технологияларды өз сыныптарына енгізгісі келеді.

### Қорытынды

Қорытындылай келе, толықтырылған шынайылық физика пәні бойынша мәселелерді шешу, оқу өнімділігі, оқуға ынта, шығармашылық, қанағаттану, қатысу және өзара ынтымақтастық сияқты ықтимал артықшылықтары бар жаңа және тиімді технология болып табылады. Дегенмен, толықтырылған шынайылық білімге енгізу әлі де зерттелуде. Бұл жағдай жаңадан пайда болған толықтырылған шынайылық қолданбаларын одан әрі зерттеу-

ге және дамытуға әкеледі. Сондықтан қазіргі жұмыстың қысқа және ұзақ мерзімді мақсаты бар. Осы мақалада көрсетілген қысқа мерзімді мақсат орта мектептің оныншы және он бірінші сыныптары мен тоғызыншы сыныбы үшін физикадағы үш толықтырылған шынайылық қосымшасын қамтитын толық қолданбаны ұсыну және бағалау. Қолданба үш түрлі пайдаланушы топтарымен (мұғалімдер, оқушылар және арнайы физика пәнін оқитын оқушылар) бағаланды. Бақылау нәтижелері қолданбаның сабақ үлгеріміне пайдасы бар екенін көрсетті. Бұл ұсынылып отырған қолданбаның қарапайым және қолданудың қарапайымдылығы жағынан оңтайлы екенін көрсетті. Сонымен қатар, бұл оқу үдерісін жақсартуға ықпал ететін және оқу мақсаттарын жақсырақ қолдайтын ойын қолданбасі. Ақырында, мұғалімдер оқушылардың дағдыларын, оқу тәжірибесін және оқу жетістіктерін жақсарту үшін осындай заманауи оқыту әдістемелерін қабылдауға және олардың оқу бағдарламасына енгізуге дайын. Біздің жұмысымыздың ұзақ мерзімді мақсаты физика пәнін оқыту үшін барлық қажетті білім беру мазмұнынан тұратын және орта мектепте білім берудің барлық сыныптарын қамтитын бірыңғай платформаны әзірлеу арқылы қолданыстағы қолданбаны кеңейту. Бұл зерттеушілерге ұзақ мерзімді негізде көбірек зерттеулер жүргізуге көмектесетін сәйкес оқу қосымшасын жасай алады, өйткені оқушылар қолданбаны қатарынан үш жылдан астам пайдалана алады. Сондықтан толықтырылған шынайылық құралдарына үнемі әсер ету оқушылар мен мұғалімдердің қажеттіліктері мен талаптарын түсіну арқылы сенімдірек нәтижелерге әкелуі

мүмкін. Барлық үш толықтырылған шынайылық қолданбасы андроид жүйесінде үшін әзірленген және ағымдағы нұсқалары басқа операциялық қолданбаларді қолдамайды. Кеңірек аудиторияға қолжетімді болу үшін қолданбаларды басқа мобильді операциялық қолданбаларге экспорттау маңызды болуы мүмкін. Қазіргі кезеңде біз қазақ тіліндегі оқу бағдарламасын қолдандық және көптілді мазмұнды қолдамадық. Соңында, 10-сыныптағы орта мектептің толықтырылған шынайылық қолданбасы үшін мұғалімдер мен оқушылар таңдаманың теңгерімсіздігі кейбір алаңдаушылық тудыруы мүмкін. Бұл кішірек үлгі өлшемі COVID-19 пандемиясына байланысты және бұл нәтижелерге әсер еткен болуы мүмкін және болашақта қарастырылуы керек. Платформаның болашақ нұсқасы көпұлтты қазақ мектептеріне жақсырақ қолдау көрсету үшін көптілді болады. Сонымен қатар, оқушылардың оқу нәтижелерін зерттеу өте маңызды. Бұған

сабақ барысында нақты сыныптарда ұзақ мерзімді зерттеулер мен ауқымды тәжірибелер жүргізу арқылы қол жеткізуге болады, нәтижесінде нәтижелі қорытындылар жасалады. Сонымен қатар, толықтырылған шынайылық авторлық қосымшасын әзірлеу жоспарлануда, оның көмегімен мұғалімдер өздерінің оқу материалдарын толықтырылған шынайылық арқылы көрсете алады. Сондай-ақ мобильді қосымшадағы пайдаланушы параметрлерін өзгерту арқылы бар әрекеттерді толығымен қолдана алады (мысалы, графика, анимациялар, дыбыстық эффектілер, деңгейлерді өңдеу). Ескерте керетін жағдай, бұл зерттеу әлі де болса жалғасып жатқан жоба, сондықтан біздің болашаққа арналған жоспарларымыз әр сыныпта оқушылар үшін көбірек эксперименттер қосу арқылы оқу мазмұнын кеңейту, сонымен қатар қазақ орта мектептерінде барлық сыныптарды осы қазақ тіліндегі қосымшамен қамту.

#### Әдебиеттер

1. Mukhtarkyzy, K., Abildinova, G., Sayakov, O. The Use of Augmented Reality for Teaching Kazakhstani Students Physics Lessons. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 2022. V. 17(12). P. 215. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i12.29501>
2. Бауыржан, С., Адамова, А. Толықтырылған шынайылық технологияларын қолдану негізінде ақпаратты өңдеу және визуализациялау // *Технические науки: проблемы и решения*. – 2021. – С. 96-100.
3. Arymbekov, B. S., Turekhanova, K. M., Alipbayev, D. D., Tursanova, Y. R. Development of augmented reality application for physics and geophysics laboratory. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, 2023. XLVIII-5/W2. P. 19–24. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W2-2023-19-2023>
4. Арымбеков, Б. С., Туреханова, К. М. Физика пәнін саналы оқытуда толықтырылған шынайылықты оқыту құралы ретінде қарастыру // *ҚазҰУ хабаршысы. Педагогикалық серия*. – 2023. – Т. 73. – №. 4. – Б.128-141. <https://doi.org/10.26577/JES.2022.v73.i4.12>
5. Fisk, P. Education 4.0: The Future of Learning Will Be Dramatically Different in School and Throughout Life. Peter Fisk, 2020. V.37(7). P. 265-291. <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together>
6. Kreijns, K., Acker, F. V., Vermeulen, M., Buuren, H. V. What Stimulates Teachers to Integrate ICT in Their Pedagogical Practices? The Use of Digital Learning Materials in Education // *Computers in Human Behavior*, 2013. V.29. P. 217. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.008>
7. Dror, I. Technology Enhanced Learning: The Good, the Bad, and the Ugly // *Pragmatics Cognition*, 2008. V.16(2). P. 215. <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
8. Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New Technology Trends in Education: Seven Years of Forecasts and Convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.003>
9. Bronack, S. C. The Role of Immersive Media in Online Education // *Journal of Continuing Higher Education*. 2011. V.59(2). P. 113. <http://dx.doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
10. Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum // *Telemanipulator and Telepresence Technologies*. 1994. V. 231. P. 282. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
11. Azuma, R. T. A Survey of Augmented Reality // *Presence - Teleoperators and Virtual Environments*, 1997). 6(4), 385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
12. Höllerer, T. H., Feiner, S. K., Karimi, H. A., & Hammad, A. Mobile Augmented Reality. *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*, 2003. P. 392-421. <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
13. Kaufmann, H. Collaborative Augmented Reality in Education // *Proceedings of Imagina Conference*, 2003. P. 1-17. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
14. Zhou, F., Duh, H. L., Billingham, M. Trends in Augmented Reality Teaching, Interaction, and Display: A Review of Ten Years in ISMAR // *Mixed and Augmented Reality, ISMAR 7th IEEE/ACM International Symposium*, 2008. P. 193-202. DOI: 10.34238/tnu-jst.2020.03.2592
15. Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education // *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, (2011). 4(1), 119-140. DOI: 10.18785/JETDE.0401.10



16. Dunleavy, M., Dede, C., Mitchell, R. Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning // *Journal of Science Education and Technology*, 2009. V. 18(1), 7-22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
17. Kye, B., Kim, Y. Investigation of the Relationships between Media Characteristics, Presence, Flow, and Learning Effects in Augmented Reality-Based Learning // *International Journal for Educational Media and Technology*, 2008. V. 2(1), 4-14. DOI: 10.1007/978-3-8348-9313-0\_3
18. Pence, H. E. Smartphones, Smart Objects, and Augmented Reality // *The Reference Librarian*, 2010. V.52(1-2). P. 136-145. <https://doi.org/10.1080/02763877.2011.528281>
19. Laal, M. Positive Interdependence in Collaborative Learning // *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2013. V.93. P.1433-1437. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.058>
20. Doymu, K. Effects of a Cooperative Learning Strategy on Teaching and Learning Phases of Matter and One-Component Phase Diagrams // *Journal of Chemical Education*, 2007. V.84(11). P. 1857-1860. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
21. Gokhale, A. A. Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*, 2013. V.7(1). P. 155. DOI: 10.1007/978-1-4419-1428-6\_910
22. Johnson, T. D., Johnson, D. W. Action Research: Cooperative Learning in the Science Classroom // *Science and Children*, 1986. V.24. P. 31-32. DOI: 10.1007/978-3-642-25483-3\_15
23. Sumadio, D. D., Rambli, D. R. A. Preliminary Evaluation on User Acceptance of the Augmented Reality Use for Education // 2010 Second International Conference on Computer Engineering and Applications (ICCEA), 2010. P.461-465. DOI: 10.1109/ICCEA.2010.239
24. Dünser, A., Grasset, R., Billingham, M. A Survey of Evaluation Techniques Used in Augmented Reality Studies // *ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Courses on - SIGGRAPH Asia*, 2008. P. 1-27. DOI: 10.1007/978-3-642-25483-3\_15
25. Wagner, D., Schmalstieg, D., Billingham, M. Handheld AR for Collaborative Edutainment. *Advances in Artificial Reality and Teleexistence*, 2006. V.7. P. 85-96. DOI: 10.1007/11941354\_10
26. Chen, Y. C. Peer Learning in an AR-Based Learning Environment. 16th International Conference on Computers in Education, 2008. P.291-295. DOI: 10.1007/978-3-642-25483-3\_15
27. Freitas, R., Pessanha, S., Jorge, J. Fostering Collaboration in Kindergarten Through an Augmented Reality Game. *International Journal of Virtual Reality*, 2011. V.3(33). P.157. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2011.10.3.2819>
28. Huba, M., Kozák, Š. From E-learning to Industry 4.0 // In *International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA) IEEE*. 2016. P. 103-108. [DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.366]
29. Campos, P., Pessanha, S., Jorge, J. Fostering collaboration in kindergarten through an augmented reality game // *International Journal of Virtual Reality*, 2011. V.3(33). P. 157. [DOI: 10.20870/IJVR.2011.10.3.2819]
30. Matcha, W., Rambli, D. R. A. Preliminary Investigation on the Use of Augmented Reality in Collaborative Learning // *Informatics Engineering and Information Science*, 2011. P.189-198. DOI: 10.1007/978-3-642-254

## References

- Arymbekov, B. S., & Turekhanova, K. M. (2023). Fizika pänin sanaly oqytuda tolyqtyrylğan şynaiylyq oqytu qūraly retinde qarastyru. *Journal of Educational Sciences*, 73(4), 128-141. DOI: 10.26577/JES.2022.v73.i4.12 (in Kazakh)
- Arymbekov, B. S., Turekhanova, K. M., Alipbayev, D. D., & Tursanova, Y. R. (2023). Development of augmented reality application for physics and geophysics laboratory. *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLVIII-5/W2, 19–24. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLVIII-5-W2-2023-19-2023>
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence – Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bauyzzhan, S., & Adamova, A. (2021). Tolyqtyrylğan şynaiylyq tehnologialaryn qoldanu negızinde aqparatty öñdeu jäne vizualizatsialau[Processing and visualization of information based on the use of augmented reality technologies]. *Technical sciences: problems and decisions*, 96-100. (in Kazakh)
- Bronack, S. C. (2011). The Role of Immersive Media in Online Education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113. <http://dx.doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
- Campos, P., Pessanha, S., & Jorge, J. (2011). Fostering collaboration in kindergarten through an augmented reality game. *International Journal of Virtual Reality*, 3(33), 157. [DOI: 10.20870/IJVR.2011.10.3.2819]
- Chen, Y. C. (2008). Peer Learning in an AR-Based Learning Environment. 16th International Conference on Computers in Education, 291-295. DOI: 10.1007/978-3-642-25483-3\_15
- Doymu, K. (2007). Effects of a Cooperative Learning Strategy on Teaching and Learning Phases of Matter and One-Component Phase Diagrams. *Journal of Chemical Education*, 84(11), 1857-1860. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
- Dror, I. (2008). Technology Enhanced Learning: The Good, the Bad, and the Ugly. *Pragmatics Cognition*, 16(2), 215. <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. <https://doi.org/10.1007/s10956-008-9119-1>
- Dünser, A., Grasset, R., & Billingham, M. (2008). A Survey of Evaluation Techniques Used in Augmented Reality Studies. *ACM SIGGRAPH ASIA 2008 Courses on - SIGGRAPH Asia*, 1-27. DOI: 10.1007/978-3-642-25483-3\_15

- Fisk, P. (2020). Education 4.0: The Future of Learning Will Be Dramatically Different in School and Throughout Life. *Peter Fisk*, 37(7), 265-291. <https://www.peterfisk.com/2017/01/future-education-young-everyone-taught-together>
- Freitas, R., Pessanha, S., & Jorge, J. (2011). Fostering Collaboration in Kindergarten Through an Augmented Reality Game. *International Journal of Virtual Reality*, 3(33), 157. <https://doi.org/10.20870/IJVR.2011.10.3.2819>
- Gokhale, A. A. (2013). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*, 7(1), 155. DOI: 10.1007/978-1-4419-1428-6\_910
- Höllerer, T. H., Feiner, S. K., Karimi, H. A., & Hammad, A. (2003). Mobile Augmented Reality. *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*, 392-421. <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
- Huba, M., & Kozák, Š. (2016). From E-learning to Industry 4.0. In *International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)* (pp. 103-108). IEEE. [DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.366]
- Johnson, T. D., & Johnson, D. W. (1986). Action Research: Cooperative Learning in the Science Classroom. *Science and Children*, 24, 31-32. DOI: 10.1007/978-3-642-25483-3\_15
- Kaufmann, H. (2003). Collaborative Augmented Reality in Education. *Proceedings of Imagina Conference*, 1-17. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
- Kreijns, K., Acker, F. V., Vermeulen, M., Buuren, H. V. (2013). What Stimulates Teachers to Integrate ICT in Their Pedagogical Practices? The Use of Digital Learning Materials in Education. *Computers in Human Behavior*, 29, 217. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.008>
- Kye, B., & Kim, Y. (2008). Investigation of the Relationships between Media Characteristics, Presence, Flow, and Learning Effects in Augmented Reality-Based Learning. *International Journal for Educational Media and Technology*, 2(1), 4-14. DOI: 10.1007/978-3-8348-9313-0\_3
- Laal, M. (2013). Positive Interdependence in Collaborative Learning. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 93, 1433-1437. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.058>
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New Technology Trends in Education: Seven Years of Forecasts and Convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.003>
- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2011). Preliminary Investigation on the Use of Augmented Reality in Collaborative Learning. *Informatics Engineering and Information Science*, 189-198. DOI: 10.1007/978-3-642-254
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A Class of Displays on the Reality-Virtuality Continuum. *Telem manipulator and Telepresence Technologies*, 231, 282. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Mukhtarkyzy, K., Abildinova, G., & Sayakov, O. (2022). The Use of Augmented Reality for Teaching Kazakhstani Students Physics Lessons. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(12), 215. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i12.29501>
- Pence, H. E. (2010). Smartphones, Smart Objects, and Augmented Reality. *The Reference Librarian*, 52(1-2), 136-145. <https://doi.org/10.1080/02763877.2011.528281>
- Sumadio, D. D., & Rambli, D. R. A. (2010). Preliminary Evaluation on User Acceptance of the Augmented Reality Use for Education. *2010 Second International Conference on Computer Engineering and Applications (ICCEA)*, 461-465. DOI: 10.1109/ICCEA.2010.239
- Wagner, D., Schmalstieg, D., & Billinghurst, M. (2006). Handheld AR for Collaborative Edutainment. *Advances in Artificial Reality and Teleexistence*, 7, 85-96. DOI: 10.1007/11941354\_10
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & Johnson, E. (2011). Augmented Reality: An Overview and Five Directions for AR in Education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119-140. DOI: 10.18785/JETDE.0401.10
- Zhou, F., Duh, H. L., & Billinghurst, M. (2008). Trends in Augmented Reality Teaching, Interaction, and Display: A Review of Ten Years in ISMAR. *Mixed and Augmented Reality, ISMAR 7th IEEE/ACM International Symposium*, 193-202. DOI: 10.34238/tnu-jst.2020.03.2592