

## ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚПЕН ФИЗИКА ПӘНІНЕ АРНАЛҒАН ИНТЕРАКТИВТІ ЗЕРТХАНАЛЫҚ ТӘЖІРИБЕНІ САРАЛАУ

Арымбеков Бекен Сағатбекович

[beckemn@gmail.com](mailto:beckemn@gmail.com)

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы қ, Қазақстан Республикасы  
Ғылыми жетекшісі, ф.-м.ғ.к., профессор – Қоданова С.К.

Толықтырылған физика қолданбасы үш өлшемді анимациялық білім беру мазмұнын көрсетеді және оқушыларға қызықты оқу тәжірибесінде осы мазмұнмен өзара әрекеттесу құралын ұсынады. Бұл мақалада біз виртуалды мазмұнды нақты физика қолданбасы беттерінің үстінен орналастыратын білім беретін толықтырылған шынайылық (AR) физика қолданбаларын жасауға арналған құрылымды ұсынамыз. Фреймворк пайдаланушы әрекеттестігінің белгілі бір түрлерін, үлгі және текстуралық анимацияларды және оқу физика қолданбасына жарамды жақсартылған маркер дизайнын қолдауды ұсынады. Осы негізде электромагнетизм ұғымдарын үйрететін үш физика қолданбасы жасалды. Оқушыларға оқуға көмектесу тиімділігін бағалау үшін біз үш физика қолданбасыты пайдалана отырып, электромагнетизм ұғымдарын зерттей отырып, орта мектеп оқушыларымен шағын зерттеу жүргіздік. Топтың жартысы сызбалары толықтырылған физика қолданбасытарды пайдаланса, екінші жартысы толықтырусыз физика қолданбасытарды пайдаланды. Қатысушылар алдын ала тестілеуді, оқу сессиясынан кейін тестілеуді және 1 айдан кейін басқарылатын есте сақтау тестін аяқтады. Нәтижелер AR күрделі 3D тұжырымдамаларын оқытуда тиімді болуы мүмкін екенін көрсетеді.

Толықтырылған шынайылық нақты әлем орталарын компьютерде жасалған нысандармен үздіксіз біріктіреді. Бұл пайдаланушыларға осы нысандарды сезінуге және олармен өте табиғи түрде әрекеттесуге мүмкіндік береді. AR білім беру жүйесінде перспективалы құрал ретінде пайда бола бастады. AR негізгі ағымда біраз уақыт болғанымен, ол мектептерде енді ғана қолданыла бастады. AR күрделі құбылыстарды терең түсінуге мүмкіндік беретін көрнекі және интерактивті тәжірибелер беру арқылы тапсырмаға байланысты оқытуға көмектесуге уәде береді. Білім беру AR қолданбалары оқушыларға абстрактілі ұғымдарды ұсынуға және жеткізуге көмектеседі. Осы жұмыстың барлығын немесе бір бөлігін жеке немесе сыныпта пайдалану үшін цифрлық немесе қағаз көшірмелерін жасауға рұқсат көшірмелер пайда немесе коммерциялық артықшылық үшін жасалмаған немесе таратылмаған жағдайда ақысыз беріледі. Бұл көшірмелерде осы хабарлама және бірінші бетте толық дәйексөз бар. Басқаша көшіру немесе қайта басып шығару, серверлерде жариялау немесе тізімдерге қайта тарату үшін алдын ала арнайы рұқсат және/немесе ақы қажет. нақты өмірде көрінбеуі мүмкін динамикалық процестерді имитациялау. Осылайша, AR кеңістіктік күрделі тақырыптарды оқытудың басқа түрлерінен артықшылықтар ұсына алады. AR оқыту үшін де, бағалау үшін де әлеуетті ұсынатын интерактивтілікке мүмкіндік береді, өйткені шын мәнінде тым үлкен немесе кішкентай болуы мүмкін объектілерді орналасқан жерде оқыту үшін реттеуге болады. AR-дағы интерактивтілік сонымен қатар конструктивті оқыту үшін мүмкіндіктер береді, соның арқасында пайдаланушылар өздігінен оқуға негізделген тұжырымдамалар туралы өздерінің түсінігін дамытуға көмектеседі. AR кеңістіктік қабілеттерді дамытуға көмектесетіні және дәстүрлі 2D дисплейлерімен салыстырғанда оқу үшін когнитивті артықшылықтар беретіні көрсетілген. Білім берудегі AR қолданбаларының бірі - толықтырылған физика қолданбасы. физика қолданбасы беттерінің үстіне виртуалды 3D мазмұнды қабаттастырып, пайдаланушыларға толық иммерсивті виртуалды шынайылық (VR) ортасына кедергісіз өтуге мүмкіндік беретін қолданбаны ұсынды. Сандық түрде толықтырылған физика қолданбасытарды пайдалану әлеуеті зерттеушілер мен педагогтардың

назарын аударды. Толықтырылған физика қолданбасытар интерактивті визуализациялар, анимациялар, 3D графикасы және аудиосы бар кәдімгі 2D физика қолданбасытарды жақсарту құралын ұсынады. Мұндай мүмкіндіктерді қосудың мақсаты - қызықты пайдаланушы тәжірибесін жасау және оқу тәжірибесін байыту. Толықтырылған физика қолданбасытардың өте маңызды ерекшелігі - олар пайдаланушыға виртуалды мазмұнмен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді. Өзара әрекеттесу пайдаланушыларға мазмұнды белсенді түрде зерттеуге және басқаруға мүмкіндік беру арқылы оқу тәжірибесін жақсарта алады. Негізгі өзара әрекеттесу физика қолданбасыты манипуляциялау арқылы қамтамасыз етіледі . Физика қолданбасы беттерін айналдыру немесе еңкейту виртуалды мазмұнды әртүрлі позициялар мен бұрыштардан көрсетеді, ал физика қолданбасы беттерін аудару көрсетілетін виртуалды мазмұнды өзгертеді. Бұл өзара әрекеттесу әдістері AR кітабын физикалық іске асыру арқылы қамтамасыз етіледі және сонымен қатар көбінесе AR физика қолданбасы оқырмандарына ұсынылатын жалғыз өзара әрекеттесу әдістері болып табылады. Өте аз физика қолданбасытарда қосымша мүмкіндіктер бар, ал көпшілігінде өте шектеулі интерактивтілік бар. Біз интерактивті білім беретін AR физика қолданбасытарын жасау әдісін қамтамасыз ету үшін қарапайым AR құрылымын жасадық. Осы құрылымды пайдалана отырып, біз орта мектеп деңгейінде электромагнетизмді оқыту үшін AR тиімділігін зерттеу үшін үш AR кітабын жасадық. Бұл физикалық нысандар оңай байқауға немесе көрсетуге болмайтын өте күрделі 3D тұжырымдамаларымен айналысатын тақырып . Бұл сонымен қатар көптеген оқушылар түсінуге қиналатын пәндік сала. Физика қолданбасытар құрылымды және стандартты орта мектеп оқулықтарына ұқсас мазмұнды (мәтін мен диаграмма) қамтиды. AR бар оқулықтар осы 3D концепцияларын түсіну үшін дәстүрлі оқулықтарға қарағанда тиімдірек оқу құралдары болады деген болжам жасалды . Сондықтан AR кітабының мазмұнын зерттеген қатысушылар дәстүрлі физика қолданбасытан оқыған қатысушыларға қарағанда сынақтарда жақсы нәтиже көрсетуі керек. Келесі бөлімде біз осыған байланысты жұмысты ұсынамыз. Кейінірек біз құрылымды құру үшін қолданылатын технологияларды сипаттаймыз және күрделі 3D тұжырымдамаларын оқыту үшін AR кітабын пайдаланудың тиімділігін зерттеу үшін пилоттық зерттеудің дизайны мен нәтижелерін ұсынамыз. Біз нәтижелерді, шектеулерді және әрі қарай жұмыс істеу әлеуетін талқылаумен аяқтаймыз. Біздің жұмысымыз білім берудегі бұрынғы жұмыстарға, интерактивті технологияларға және толықтырылған шынайылыққа негізделген. Бұл бөлімде осы салалардың әрқайсысына қатысты жұмыстарды қарастырамыз және зерттеуге қосқан үлесімізді түсіндіреміз. Интерактивті технологиялар пайдаланушыларға нақты әлемде мүмкін емес әрекеттерді орындауға мүмкіндік беретін иммерсивті тәжірибелерді жасауға мүмкіндік береді. AR жүйелері пайдаланушыларға нақты әлемдегі өзара әрекеттесуге ұқсас 3D ақпаратымен табиғи түрде өзара әрекеттесуге мүмкіндік беруі керек деп санайды. Мультимодальділік пен интерактивтілік сабаққа қатысуды, терендетуді және оқуды қолдауды арттыратыны көрсетілген . интерактивтіліктің белгілі бір когнитивті процестерді белсендіру арқылы оқуға ықпал ететінін айтады. Ұзақ мерзімді жадта сақталған алдыңғы білім белсендірілуі, ұйымдастырылуы және кіріс ақпаратымен біріктірілуі мүмкін . Зерттеуде Морено және т.б. өзара әрекеттесуге рұқсат етілген оқушылар ақпаратты пассивті түрде қабылдайтын оқушыларға қарағанда көбірек есте сақтап, үйренгендерін жаңа мәселелерге жақсырақ тасымалдай алатынын анықтады. Оқушылар материалды түсіну үшін көп жұмыс істейді және қызығушылықтарын жоғары бағалайды. аралас шынайылық кітабының дизайн кеңістігін зерттеп, әртүрлі өзара әрекеттесу әдістерін талқылады. Көзбен өзара әрекеттесу пайдаланушыларға физика қолданбасы мазмұнына қарау арқылы өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді, саусақпен өзара әрекеттесу физика қолданбасының бөліктерін көрсетуден тұрады, ал нақты әрекеттесу өзара әрекеттесу үшін материалдық элементті орналастыруды немесе жылжытуды қамтиды. интерактивті AR кеңістіктік визуализацияның кеңейтілген мүмкіндіктеріне байланысты дәстүрлі жұмыс үстелі 2D интерфейстерімен салыстырғанда оқу үшін когнитивті артықшылықтарды қамтамасыз етеді деп санайды. AR негізіндегі геометриялық білім беру қолданбасымен оқытудың кеңістіктік қабілетке тікелей

әсері табылмаса да, бұл стандартты бағалау құралдарының қабілеттерді өлшеу үшін жеткілікті сезімтал болмауына байланысты болуы мүмкін. нақты 3D орталары. Толықтырылған шынайылық саласындағы зерттеулердің салыстырмалы түрде үлкен көлеміне қарамастан, зерттеулердің көпшілігі AR техникалық аспектілеріне назар аударады. Соңғы зерттеулер білім беруді қарастырғанымен, олардың аз бөлігі орта мектеп деңгейіндегі пәндерге бағытталған немесе мазмұнмен өзара әрекеттесуді қамтиды. балаларға интерактивті AR сюжеттер кітабымен араласуға мүмкіндік беру өте тартымды ғана емес, сонымен қатар оқиға оқиғаларын еске түсіруді жеңілдетуі мүмкін деген қорытындыға келді. Кейінгі зерттеу жақсы және төмен қабілетті оқырмандарды салыстырды. Осы зерттеуде пайдаланылған әңгімелер физика қолданбасытарында мәтінге негізделген материал және оқушылар мазмұнмен әрекеттесу үшін қолмен ұсталатын қалақтарды пайдаланатын интерактивті AR реттілігі көрсетілген. Олар қабілеті төмен оқырмандар мәтінге негізделген материалдағы ақпаратты айтарлықтай аз есте сақтайтынын анықтады. Дегенмен, интерактивті AR тізбегіндегі материалдар үшін екі топ арасында еске түсіру өнімділігінде ешқандай айырмашылық болмады. Сондықтан мазмұнмен интерактивті әрекеттесуге мүмкіндік беретін AR физика қолданбасытары бүгінгі күні білім беруде кездесетін мәтінге негізделген оқу құралдарымен проблемалары бар оқушыларға қолдау көрсете алады . AR физика қолданбасытарын жоғары оқу орындарында қолданудың үлкен әлеуеті бар. AR геометрияны, Ньютон физикасын, жер мен күн қарым-қатынасын адам биологиясын оқыту үшін қолданылған . AR физика қолданбасытарының болуы мектептен веб-камера, компьютер және кейбір қарапайым бағдарламалық құрал ғана талап етілетінін білдіреді. Бұл AR физика қолданбасытарының үлкен артықшылықтарының бірі, өйткені ол оларды бүкіл әлем бойынша мектептерге оңай қол жетімді және қолдануға болады. AR физика қолданбасытарының сыныптарда әлі кең таралмағанының бір себебі - сарапшы емес адамдар үшін оларды жасаудың салыстырмалы қиындығы. AR физика қолданбасытарын әзірлеу әлі де 3D бағдарламалау және модельдеу сияқты жоғары мамандандырылған дағдыларды талап етеді. AR авторлық құралдары бағдарламалау білімінсіз AR тәжірибесін жасауға мүмкіндік береді. Мұндай құралдар мұғалімдер мен оқушыларға қарапайым AR көріністерін жасауға мүмкіндік береді, алайда интеграциялық өзара әрекеттесуді қолдайтындар аз. AR физика қолданбасытарын құрастыру өз алдына білім беру тәжірибесі болуы мүмкін, өйткені оқушылар күрделі ұғымдарды көрсету үшін технологияны қалай пайдалану керектігін ойлауы керек. Мұндай оқу материалын жасау оқушылардан оның мазмұнын білуді және түсінуді талап етеді. Мазмұнды әзірлеу - бұл 3D дизайнында практикалық дағдылар мен мәселелерді шешуге көмектесетін тартымды шығармашылық тәжірибе. Көріп отырғанымыздай, бұрынғы зерттеулер білім берудегі AR физика қолданбасытарының әлеуетін көрсетті, бірақ мұндай физика қолданбасытарды жасауға арналған құралдардың түрі немесе орта мектеп жағдайында ресми бағалау туралы зерттеулер аз болды. Осы шектеулерді ескере отырып, біздің жұмысымыз келесі жаңа үлестерді қосады: AR физика қолданбасытарын әзірлеуді жеңілдету үшін біз жалпы бағдарламалық жасақтама негізін жасадық. Бағдарламалық құрал C++ тілінде жазылған және Windows операциялық жүйелерінде жұмыс істеуге арналған . Бұл бөлім AR қолданбасын жасаудың негізгі құрамдастарына шолу жасайды : көзқарасты бақылау, графиканы көрсету, интерактивтілік және көрініс жасау. Көру нүктесін қадағалау AR физика қолданбасы беттеріне қатысты пайдаланушы камерасының орнын есептеу үшін қажет , содан кейін оны AR көрінісіндегі виртуалды графиканы дұрыс перспективамен қабаттастыру үшін пайдаланыңыз. Бақылау үшін фреймворк физика қолданбасы беттеріндегі маркерлердің позасын табу үшін ARToolKit компьютерлік көру физика қолданбасыханасын пайдаланады. Маркерлерді оқу кітабына қолайлы ету үшін беттердегі көрнекі элементтер ретінде пайдалануға болады . Сондықтан ARToolKit әр маркер суретін диаграмма ретінде екі еселеуге мүмкіндік беретіндей икемді етіп бейімделген, мұнда диаграмманың айналасына қалыңдығы 5 мм қара жиек қосу қажет . физика қолданбасы бетіндегі бақылау маркерлерінің мысалы көрсетілген. Графикалық бейнелеу 3D көріністі түйіндердің әртүрлі түрлерінің графигі ретінде анықтайтын OpenSceneGraph (OSG) көріністер графигі физика қолданбасыханасымен

қамтамасыз етілді . Бұл біздің құрылымымызда 3D мазмұнын көрсету және өңдеу үшін пайдаланылды . Жүйе конфигурация файлын орындау уақытында жүктеу арқылы конфигурацияланады . Конфигурация файлының негізгі мақсаты, мысалы 1-кестеде көрсетілген, физика қолданбасыта болатын беттер мен бет сипаттамаларын жылдам және оңай анықтау . әрекетіне және көріністер тізіміне сілтеме жасайтын қосымша «түрі» бар . Әрбір көріністе анықталған бір «маркер» және 3D «моделі» бар. Таңдаулы әдіс маркерлер мен үлгілерді анықтайтын бөлек конфигурация файлдарын жазу, осылайша оларды әртүрлі беттерде қайта пайдалануға болады . «Маркер» пайдаланылатын үлгі файлын және маркердің өлшемдерін анықтайды. «Модель» пайдаланылатын үлгіні және қосымша аударма, айналдыру және қолданылатын масштабтауды анықтайды. Текстуралық анимацияларға рұқсат беру үшін текстуралар қолданылатын үлгінің текстуралық файлдары мен түйіндері осы файлда көрсетілуі керек, ал үлгі анимацияларына рұқсат беру үшін анимациялық түйіндер көрсетілуі керек. Интерактивтілік әрекетті қосу үшін пайдаланушы ендірілген өзара әрекеттесулердің бірін таңдай алады немесе Бет сыныбын кеңейту арқылы өзінің жеке әрекетін жасай алады. Кірістірілген өзара әрекеттестік конфигурация файлында көрсетілуі мүмкін. Бұл бет түрімен пайдаланушылар бетте көрсетілетін көріністі ауыстыра алады. Беттегі көріністердің тек біреуі бірден көрсетіледі. Пайдаланушы маркерлердің біреуін түртіп, саусағын тартып алғанда, екінші көрініс белсенді болады. Қосымша параметрлерді реттелетін терілген беттерге қосуға болады , сондықтан пайдаланушылар реттелетін әрекеттесулерді анықтаған кезде олар бет анықтамасында басқа өрістерді қоса алады. Басқа кірістірілген өзара әрекеттесулер - ойнату түймесі ретінде белгіленген маркерді түрту арқылы анимациялық көріністі ойнатуға және кідіртуге мүмкіндік беретін "Ойналатын бет " және көріністегі ауыстырып-қосқыш түйінін пайдаланушы ауыстырып қосуға мүмкіндік беретін. Бұл, мысалы, екі анимация арасында ауысу немесе көрініс бөліктерінің көрінуін ауыстыру үшін пайдаланылуы мүмкін . Соңғы екі өзара әрекеттесу пайдаланушыға анимациялар жасау немесе олар пайдаланып жатқан модельдеу бағдарламасында түйіндерді ауыстыру арқылы реттелетін әрекеттерді жасауға мүмкіндік береді, осылайша модельдеу тәжірибесі бар, бірақ бағдарламалау тәжірибесі жоқ пайдаланушылар реттелетін әрекеттерді жасай алмайды . физика қолданбасы беттерінде көрсетілетін AR көріністерін жасау қажет. Көрініс жасау процесі 3D-модельдеу бағдарламасында 3D мазмұнын жасаудан және оны модельдеу бағдарламалық құралының біріне экспорттаудан тұрады. Әдепкі бойынша, бұл анимация үздіксіз цикл болады. Ойнатуды басқару үшін анимациялық түйін конфигурация файлында көрсетілуі керек . Текстуралық анимацияларды жасау үшін, түйін және цикл өтетін барлық текстуралар көрсетілуі керек. Осы негізді пайдалана отырып, магнетизм ұғымдарын үйрету үшін үш физика қолданбасы әзірленді. Мазмұн Жаңа Зеландия орта мектептерінде оқытылатын NCEA 2-деңгейдегі физика материалына негізделген. Физика қолданбасытар әр бетте мәтін де, диаграммалар да болатындай етіп жасалған , олардың әрқайсысы сәйкесінше беттің жартысына жуығын қамтиды. негізгі бағыты оқушыларды магнит күштерінен (тартылу және тебілу) бастап, магнит өрісінің сызықтары мен индукцияланған магнетизмді қамтитын магниттермен таныстыру және жердің магнит өрісіне қолдану және компастарды қолданумен аяқтау болды. Әрбір тақырыпта сәйкес диаграммасы бар парақ болды, ол сонымен қатар AR кітабының бақылау маркері ретінде пайдаланылды. Екінші физика қолданбасыта электромагнетизм таныстырылады. Түзу сымдағы ток тудыратын магнит өрісі түсіндіріледі , соның ішінде Оң қолды ұстау конвенциясы. Сымнан контурдың пайда болуының магнит өрісіне әсері көрсетілген, содан кейін соленоид түсіндіріледі. Электромагнетизм кітабындағы 3 қарапайым тұрақты ток қозғалтқышын түсіндіретін мәтін мен диаграмма ; Төменгі жағында: AR кітабында көрсетілген мотордың анимациялық 3D үлгісі. Үшінші физика қолданбасыта магнит өрісімен қиылысу нәтижесінде пайда болатын ток өткізетін сымға әсер ететін күш, соның ішінде Right Hand Slap конвенциясы енгізілген . Механикалық қозғалысты жасау үшін электр энергиясын пайдалану идеясы ұсынылған , ал бөлінген сақиналы коммутаторлардың мақсаты түсіндірді . Соңында, қарапайым тұрақты ток қозғалтқышының қалай жұмыс

істейтінін түсіндіру үшін түсініктер біріктірілген Берілген ' SelectablePage ' әрекеттесуі пайдаланушы виртуалды тырнақты магниттеу және жылжыту үшін 'магнитті' алатын әрекеттесумен бірге пайдаланылады. Анимациялық модельдер пайдаланылады, мұнда магниттер өздерінің полярлықтарына сәйкес тартады және тебеді. Анимацияланған текстуралар солтүстік полюстен оңтүстік полюске созылатын өріс сызықтарының конвенциясын нығайта отырып, магнит өрісі сызықтары бойымен қозғалатын көрсеткілерді көрсетеді. Шағын «өзара әрекеттесу таңбалары» қара жиекті көрсететін шағын қолмен бейнеленген беттерге енгізілген. Бұл пайдаланушыға өзара әрекеттесуі бар суреттерді жоқ суреттерден ажыратуға мүмкіндік берді . Бірден көп маркері бар беттерде пайдаланушы қажетті кескінді таңдап, саусағыңызды маркердің қара жиегі үстіне қойып, оны қайтадан алып тастау арқылы анимацияны бастай алады. Бұған қоса, кейбір AR маркерлерінде қатысушыларға белгілі бір компоненттердің бағытын өзгертуге мүмкіндік беретін өзара әрекеттесулер болды. мазмұнмен өзара әрекеттесе алатынын көрсету үшін қолданылатын өзара әрекеттесу белгісі. көрсетілгендей, компьютерге жалғанған AR құрылғысы бұл пайдаланушыға көріністі тікелей табиғи түрде көруге мүмкіндік береді. AR физика қолданбасытары әзірленіп, университеттің адамдық этика жөніндегі комитетінің мақұлдауынан кейін біз AR кітабымен оқуды дәстүрлі физика қолданбасымен оқуды салыстыру үшін пайдаланушы зерттеуін жүргіздік. Топтар арасындағы дизайн қолданылды және қатысушылар екі шарттың біріне кездейсоқ тағайындалды. Екі топ AR бақылау маркерлері ретінде екі еселенген мәтін мен иллюстрацияларды қамтамасыз ететін бірдей физика қолданбасытарды пайдаланды. Толықтырылмаған шынайылық мәтіні мен иллюстрациялары бар кәдімгі физика қолданбасыты оқып, қарап отырды, ал AR тобы бірдей физика қолданбасытарды пайдаланды, бірақ иллюстрацияларға AR мазмұны бар. AR тобы технологияны қалай пайдалану керектігі туралы нұсқаулық алды. Олар сондай-ақ AR кескіндеріне қосымша 2D кескіндерін қарауға шақырылды.

Зерттеу бір уақытта бір физика қолданбасыты қамтитын үш сессияға бөлінді . Әрбір қатысушы жеті күн бойы барлық үш сессияға қатысты. Әрбір сессия кем дегенде бір күннен кейін болды алдыңғы сессия, яғни қатысушы күн сайын бір физика қолданбасытан артық оқылмаған, бірақ алдыңғы сессиядан кейін үш күннен аспайтын. Басқа ілім болған жоқ. Қатысушыларға үш физика қолданбасытың әрқайсысын, сәйкесінше бір, екі және үш физика қолданбасыты оқуға бес, алты және жеті минут берілді. Қатысушыларға оқу уақыты жарты жолда және бір минут қалғанда хабарланды және уақыт біткенше физика қолданбасыты оқуды жалғастыру ұсынылды. Үйренген ұғымдарды түсіну үш тесттен тұратын жинақ арқылы өлшенді . Бұл сынақтар жинағы алдын ала сынақ, үш оқу сессиясының әрқайсысынан кейінгі сынақ және есте сақтау сынағы ретінде берілді. Қатысушыларға алдын ала тестілеу, ортаңғы тестілеу және сақтау сынақ сессияларында үш сынақты аяқтау үшін тиісінше алты, жеті немесе сегіз минут болды. Қатысушыларға олардың уақыты жарты жолдың қашан біткені және бір минут қалғаны айтылды . Барлық қатысушыларға сынақтарды орындау үшін бірдей уақыт берілді . Бұл сынақтар тек физика қолданбасытарда ұсынылған мазмұнды қамтыды . Кейбір сұрақтар есте сақтауды сынады, ал басқалары қорытынды болды және физика қолданбасы мазмұны арқылы алынған электромагнетизм ұғымдарын терең түсінуді талап етті. Сынақтар тек статикалық кескіндер болды, сынақ материалында AR пайдаланылмаған. Қорытынды зерттеу сессиясынан кейін төрт аптадан кейін есте сақтау сынағы өтті. Бұл тест алдыңғы тест сияқты сұрақтардан тұрды . Онда барлығы 34 балл болатын 31 сұрақ болды . Бұл сұрақтарға жауаптар алдыңғы сынақтардағыдай бағалау кестесіне сәйкес белгіленді. Зерттеуге жаратылыстану пәнінің мұғалімімен бірге 10-сынып пен 13-15 жас аралығындағы орта мектептің он оқушысы қатысты. Барлығы Жаңа Зеландиядағы қыздарға арналған жеке мектепте оқыды. Сабақтар мектептің ғылыми-зерттеу кабинеттерінде өтті. Қатысушылар санының аздығына байланысты біз қорытынды статистиканы пайдаланбай, нәтижелерді сипаттамалық талдауды жөн көрдік. Екі шарт екі қадамда салыстырылды . Біріншіден, екі топ үшін де алдын ала тестілеуге, ортаңғы сынақтарға және сақтау тесттеріне жауаптар белгіленіп,

жазылды. Әрбір тест бойынша әр топтың орташа ұпайлары пайыздар арқылы есептелді және салыстырылды. Екіншіден, екі топ арасында нақты айырмашылықтар болуы мүмкін нақты сұрақтарды анықтау үшін тесттердегі әрбір жеке сұраққа дұрыс жауаптар саны да (пайызбен) жазылды. AR тобына (n=5) және NAR тобына (n=5) тестілеу алдындағы, ортаңғы тестілеу және сақтау сынағы бойынша дұрыс сұрақтардың орташа пайызы көрсетілген. Ұстау сынақтарында әрбір сұраққа дұрыс жауап берген AR және NAR шарттарына қатысушылардың пайызы. AR физика қолданбасытарын пайдаланатын қатысушылар NAR тобымен салыстырғанда әр сессияның басында әлдеқайда ынталы болды. Зерттеу аяқталғаннан кейін NAR тобына қатысушылар AR физика қолданбасытарымен өзара әрекеттесу және тәжірибе алу мүмкіндігіне ие болды. Барлық қатысушылар бұл мүмкіндікті пайдаланып, мазмұнмен «еркін ойнауға» көп уақыт жұмсады. Оқушылардың физика пәнінің мұғалімі де мазмұнға тәнті болды және AR физика қолданбасытарының сыныптарда қолданылуына және оқуға оң әсер ететініне үлкен мүмкіндіктерді көрді. Бұл пилоттық зерттеу біздің AR физика қолданбасы жүйесімен жасалған AR физика қолданбасытары оқушыларға күрделі, үш өлшемді электромагнетизм ұғымдарын үйренуге көмектесуде тиімді болатынын анықтауға тырысты. AR физика қолданбасытары осы 3D концепцияларын түсіну үшін тиімді оқу құралы болады және осы физика қолданбасытармен мазмұнды зерттеген қатысушылар 3D мазмұны мен бейнелері бірдей дәстүрлі физика қолданбасытардан оқыған қатысушыларға қарағанда тестілеуде орта есеппен жақсырақ нәтиже көрсетеді деген болжам жасалды. дәстүрлі физика қолданбасы иллюстрациясында. 2D форматындағы анимациялық диаграммалармен салыстыру жүргізілген жоқ. Нәтижелер гипотезаны қолдайды және кеңейтілген шынайылықтың 3D концепцияларын үйренуге көмектесетін тиімді әлеуеті бар екенін көрсетеді. Біз екі топ үшін көрінетін дәйекті тенденцияны таптық, AR тобы орта сынақтарда да, сақтау сынақтарында да орта есеппен жоғары балл жинады. Бұл AR физика қолданбасытары күрделі үш өлшемді концепцияларды үйренуге көмектесе алады деген түсінікті қолдайды, дегенмен біздің зерттеуге қатысушылардың аз саны (n=10) гипотезаны статистикалық түрде мағыналы түрде тексеруге мүмкіндік бермейді. Оқытуға AR әсері туралы зерттеулер аз болды, дегенмен бұл зерттеу көптеген алдыңғы зерттеулерде ұсынылған AR дәстүрлі оқыту әдістеріне қарағанда күрделі үш өлшемді ұғымдарды оқытуда тиімдірек болуы мүмкін деген идеяны қолдайды. Алдыңғы зерттеулер кеңістіктік қабілеттерді дамытуға көмектесетін AR мүмкіндіктерін талқылады, сондықтан екі топ арасындағы айырмашылықтарға ықпал етуі мүмкін. AR физика қолданбасытары беретін интерактивтілік оқудың үлкен әлеуетін және дәстүрлі физика қолданбасытарға немесе басқа оқу құралдарына қарағанда артықшылығын қамтамасыз етеді. Магнит қалақшасы және белгіленген тіректері бар кеңейтілген тырнақ сияқты құралдарды қолдану арқылы нақты өзара әрекеттесу нақты әлем нысандарын виртуалды мазмұнмен біріктіретін оқу тәжірибесіне мүмкіндік береді. Бірге бұл тереңірек түсінуге ықпал ете алады. AR-дағы өзара әрекеттесу оқушыларды мазмұнмен қызықтырады және конструктивтік оқыту теориясымен қолдау көрсетілетін мазмұнды өздерінің манипуляциялары арқылы білім алуға мүмкіндік береді. талдау екі жағдай арасындағы айырмашылықтар мен ұқсастықтарды көрсетуге көмектеседі. Әр топта бір ғана қатысушы үшінші сынақта қорытынды түсінуді қажет ететін сұраққа дұрыс жауап берді. Оқушыларға анимациялық 3D модельдер және AR кітабындағы өзара әрекеттесу арқылы ұсынылған мазмұнды, мысалы, магнитті қалақшаны пайдалану арқылы AR тобы жақсырақ түсінді. Дәл осындай мазмұн NAR тобына статикалық суреттер арқылы ұсынылды. Бұл 3D анимация және өзара әрекеттесу оқушыларға байланысты ұғымдарды үйренуге көмектесетінін көрсетеді. AR тобы орташа есеппен жақсырақ жауап берген басқа сұрақтар дұрыс жауап беру үшін күрделі түсініктерді тереңірек түсінуді немесе түсіндіруді қажет ететін сұрақтар болды, бұл AR тобы қиынырақ мазмұнда жақсырақ жұмыс істегенін көрсетеді. Сақтау сынақтарында өнімділік ақпараттың жоғалуын көрсететін орташа сынақ деңгейлерінен төмен түсті, дегенмен әрбір топ үшін тренд сызықтары параллель болып қалды, сондықтан шарттардың айырмашылығына байланысты сақтаудағы айырмашылықты көрсетпейді, бұл ақпараттың

жоғалуын көрсетеді. уақыт өте келе табиғи есте сақтау қабілетінің жоғалуына байланысты. Бұл эксперименттегі ең үлкен шектеу - бұл тек он қатысушысы бар пилоттық зерттеу. Топтар арасында байқалған айырмашылықтар біздің зерттеуімізде тексерілген шарттардан басқа факторларға байланысты болуы мүмкін. Тағы бір маңызды жайт, екі топтың сынақтары бірдей болды; бұл жағдайда сынақтардағы барлық фигуралар екі өлшемді сызбалар ретінде ұсынылды. Тест сұрақтарындағы суреттер AR көмегімен үш өлшемді түрде ұсынылса, топтар арасындағы айырмашылықтар үлкенірек болуы мүмкін. Екі өлшемді диаграммалар сұрақтардың түсінбеуіне әкеліп соқтыруы мүмкін, егер шын мәнінде қатысушылар 2D көрсетілімдерін емес, ұғымдарды түсінуі мүмкін еді. AR-да оқытылатын дағдыларды қағаз-қарындаш негізіндегі стандартты сынақтармен ақылға қонымды түрде тексеру мүмкін емес деп болжауға негіз бар. Бұл зерттеуде бұрынғы AR зерттеулерінде байқалғандай айна эсерлерін жоюда өте тиімді болатын AR жағдайына арналған қолдық AR құрылғылары пайдаланылды. Білім беру жүйесіндегі AR физика қолданбасытарының перспективалы аспектілерінің бірі - веб-камера, компьютер және баспа физика қолданбасы қажет деген идея. Дегенмен, жай ғана веб-камераны пайдалану портативті құрылғымен бірдей тәжірибені ұсынбайды. Веб-камера қолында ұсталып, суреттер басқаша қарайтын физика қолданбасының үстінде емес, компьютер экранында қаралатын болады. Бұл AR үшін арнайы көзілдіріктердің немесе көзілдіріктердің дамуымен өзгеруі мүмкін, алайда олардың мектеп жағдайында қолжетімді болуы үшін уақыт қажет болуы мүмкін. Біздің нәтижелеріміз алдыңғы зерттеулердегі технологияның оқытуға әсері туралы тұжырымдармен сәйкес келеді, бұл компьютерлік оқыту мен дәстүрлі, компьютерлік емес оқыту арасындағы шағын және орташа айырмашылықты көрсетеді. Нәтижелер гипотезаны қолдайды, бұл AR физика қолданбасытарының күрделі кеңістіктік түсініктерді үйренуге көмектесетін тиімді әлеуеті бар екенін көрсетеді. Дегенмен, біздің бастапқы нәтижелеріміз үлкенірек үлгімен расталуы керек. Егер болашақ зерттеулер AR көмегімен оқытудың ұқсас нәтижелерін көрсетуді жалғастырса, AR технологиясын мектептерге енгізу болашақ оқу үшін үлкен әлеуетке ие. AR физика қолданбасы жүйесі тиімді оқу физика қолданбасытарын әзірлеудің сәтті құралы болып табылды. Осылайша, негіз AR кітабын жасауды оңтайландыру құралын ұсынуға бағытталған қадам болып табылады. Қазіргі уақытта пайдаланушылар конфигурация файлдарын өзгерту арқылы үш кірістірілген өзара әрекеттесу арқылы жаңа физика қолданбасы жасай алады. Кірістірілген өзара әрекеттесулер шектеулі болып көрінгенімен, олар көріністерді ауыстыру немесе анимацияларды іске қосу, тоқтату немесе өзгерту (мысалы, сымдардағы токты өзгерту) сияқты оқу физика қолданбасытары үшін өте күшті эсерлерді жасауға мүмкіндік береді. Бірақ анағұрлым жетілдірілген анимация және өзара әрекеттесу мүмкіндіктерін қосу, әрине, бай білім беру тәжірибесін жасауға мүмкіндік береді. Бағдарламалау қажет болмаса да, конфигурация файлын өңдеуді қажет ететін ағымдағы жүйе кейбір пайдаланушылар үшін әлі де салыстырмалы түрде техникалық болып көрінуі мүмкін. Сіз көретін нәрсе – сіз алатын нәрсе редакторының кейбір түрі үлкенірек аудиторияға қызмет етуі мүмкін.

#### **Қолданылған әдебиеттер тізімі:**

1. Arymbekov B.S., Turekhanova K.M., Alipbayev D.D., Tursanova E.R., Suprpto N. Effect of using Geogebra software for augmented reality visualization to teach physics in high school // Farabi Journal of Social Sciences. 2023. №9(2)
2. Arymbekov B.S., Turekhanova K.M., Alipbayev D.D., Tursanova E.R. Development of augmented reality application for physics and geophysics laboratory // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., XLVIII-5/W2-2023. 2023. №17. P. 19-24
3. Арымбеков Б.С., Туреханова К.М. Орта мектепке бағдарланған физика пәніне арналған толықтырылған шынайылық қосымшасын қолдану әдістемесін зерттеу // ҚазҰУ хабаршысы. Педагогикалық серия. – 2023. – № 76(3), С. 125-145.

4. Arymbekov B.S. Augmented Reality Application to Support Visualization of Physics Experiments // 2023 IEEE International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST), Astana, Kazakhstan. 2023. №2. P. 52-55

5. Арымбеков Б.С., Туреханова К.М. Физика пәнін саналы оқытуда толықтырылған шынайлықты оқыту құралы ретінде қарастыру // ҚазҰУ хабаршысы. Педагогикалық серия. – 2022. – №73(4), С. 128-141

6. Арымбеков Б.С., Туреханова К.М. Толықтырылған шынайлықты физика пәнінің зертханалық жұмыстарында ұтымды қолдану әдістемесі // Торайғыров университетінің хабаршысы: педагогикалық сериясы. – 2023. – № 3, С. 157-169

Aviandari S., Suprpto N., & Arymbekov B. Exploration of Socio-Scientific Issues through Coffee Brewing Methods to Explore Physics Literacy: Place Based Education at SK Coffee Lab Kediri // Studies in Philosophy of Science and Education. 2022. №3 (1). P. 41-51