

Б. Арымбеков^{*}, К. Туреханова^{*}

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

*e-mail: beckemn@mail.ru

ФИЗИКА ПӘНІН ОҚЫТУДА ТОЛЫҚТЫРЫЛҒАН ШЫНАЙЫЛЫҚТЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ОҚЫТУ ҚҰРАЛЫ РЕТİNДЕ ҚАРАСТЫРУ

Бұл мақалада толықтырылған және виртуалды шынайылық технологияларын білім беруде пайдалану мысалы зерттелді. Зерттеудің басты міндеті – физика пәні бойынша AR және VR қолдану арқылы белгілі және бұрын жасалған физикадағы оқыту әдістерін, олардың білім беру мақсаттарында пайдалану тұрғысынан артықшылықтары мен кемшіліктерін табу мен зерттеу. Жұмыстың мақсаты – аналитикалық әдебиеттерге шолу және толықтырылған және виртуалды шынайылықты қолданудың белгілі әдістеріне талдау жасау, әртүрлі ғылыми мәселелердің ең перспективалы шешімдерін ұсыну. Мақалада кеңейтілген шынайылық технологиясының мүмкіндіктері оны оқу және жобалау қызметіне мүмкіндік береді. Бұл мақалада физика пәні бойынша кеңейтілген шынайылық технологиясында, атап айтқанда, денелерді зерттеуде стереометрия мен кеңістікті пайдалану ұсынылады. Фигуралармен тікелей өзара әрекеттесуге, оларға әртүрлі бұрыштардан қарауға және оларды қажетті ақпарат деп атауға мүмкіндік беретін нәрсе көрсетілген. Оқыту процесінде толықтырылған шынайылық технологиясын қолдану кезінде оқытушылардың біліктілігін арттырудың маңыздылығы анықталды. Сондай-ақ AR қосымшаларын құру процесінде оқушының жобалық қызметке сәтті қатыса алатындығы атап өтілді. Негізгі сөздер үшін зерттеу материалдары ретінде webofscience және Scopus лицензияланған шетелдік дерекқорларында ғылыми және ғылыми-көпшілік еңбектерді іздеу әдісі пайдаланылды. Толықтырылған және виртуалды шынайылық технологияларын қолданатын оқыту әдістері ұсынылған тәсілдер қарастырылды. Толықтырылған және виртуалды шынайылық технологиялары арқылы оқушыларды физикаға оқытудың заманауи жолдары айқындалады.

Түйін сөздер: толықтырылған шынайылық, физика, білім беру.

B. Arymbekov*, K. Turekhanova

Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail: beckemn@mail.ru

Observation of Augmented Reality in Teaching Physics as a tool of Intellectual Teaching

This article complements and explores the use of augmented reality technologies in education as an example. The main task of the study was to find and study the advantages and disadvantages of teaching methods in physics, known and previously developed in physics, using AR and VR, in terms of their use for educational purposes. The purpose of the work is to review the analytical literature and analyze the known methods of using augmented and virtual reality, to suggest the most promising solutions to various scientific problems. The possibilities of advanced reality technology in the article allow you to integrate it into training and design activities. This article presents the use of stereometry and space in the technology of augmented reality in physics, in particular in the study of bodies. There is something that allows you to interact directly with the figures, look at them from different angles and call them the necessary information. The importance of teacher training in the use of augmented reality technology in the teaching process was identified. It was also noted that in the process of creating AR applications, the student can successfully participate in project activities. The research materials for webofscience and Scopus licensed foreign databases were used as research materials for keywords. Approaches to teaching methods using complementary and virtual reality technologies are considered. Defines the type of modern ways of teaching physics to pupils and students through augmented and virtual reality technologies.

Key words: augmented reality, physics, education.

Б. Арымбеков*, К. Туреханова

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

*e-mail: beckemn@mail.ru

Рассмотрение дополненной реальности в преподавании физики как интеллектуальное средство обучения

В статье исследуется использование технологий дополненной реальности в образовании как практического кейса в школе. Основной задачей исследования было найти и изучить известные и ранее разработанные методы обучения физике с использованием дополненной и виртуальной реальности, их преимущества и недостатки с точки зрения использования в образовательных целях. Цель работы – обзор аналитической литературы и анализ известных методов использования дополненной и виртуальной реальности, предложение наиболее перспективных решений различных научных задач. Возможности передовой технологии реальности в статье позволяют интегрировать ее в учебную и проектную деятельность. В данной статье представлено использование стереометрии и пространства в технологии дополненной реальности в физике, в частности при изучении тел. Есть то, что позволяет напрямую взаимодействовать с фигурами, смотреть на них под разными углами и вызывать на них нужную информацию. Выявлена важность подготовки учителей по использованию технологии дополненной реальности в учебном процессе. Также было отмечено, что в процессе создания AR-приложений ученик может успешно участвовать в проектной деятельности. В качестве материалов исследования ключевых слов использовались методы исследования научных и научно-популярных работ в лицензированных зарубежных базах данных Web of Science и Scopus. Рассмотрены подходы к методике обучения с использованием технологий дополнительной и виртуальной реальности. Определяется тип современных способов обучения школьников физике с помощью технологий дополненной и виртуальной реальности.

Ключевые слова: дополненная реальность, физика, образование.

Кіріспе

Қашықтықтан оқыту дамып, ақпараттық технологиялар (АТ) қалыптаса бастағаннан бері оқу үрдісінде көптеген мәселелер туындады. Өртүрлі уақытта білім берудегі кез келген жаңалыққа үреймен қарайды. Ақпараттық технологиялардың қарыштап дамығанға сәйкес 21 ғасырда оларды білім беру жүйесіне енгізу қажеттілікке айналды. Электронды күнделік пен электронды журнал сияқты автоматтандырылған жүйелер ешкімді таң қалдыра алмайды. (Нуба, 2016:39) [1]. Компьютерлік технологиялар оқу үдерісінде дерлік барлық жерде қолданылады, дегенмен компьютерлік ойындардың пайдасы мен зияны туралы даулар әлі де азаймай отыр. Көптеген сарапшылар компьютерлік ойынға тән эмоционалды тартымдылық пен аудиовизуалды, ақпараттық және компьютерлік мүмкіндіктердің үйлесімі оқу процесіне енгізілуі тиіс үлкен дидактикалық әлеуетке ие екенін байқағанымен Егер бұрын мұғалім сабақта жалғыз ақпарат тасымалдаушы болса, гаджеттердің дамуымен оқушылар ақпаратты өз ортасынан – достарынан, жолдастарынан, әлеуметтік желілерден ала бастады. Бүгінде гаджетсіз әлемді елестету қиын. (Baugin, 2016:112) [2].

Оқушыларға жаңа білім беріп, оларды өз пәнімен баурап алуға ұмтылған ұстаздар қазіргі заманның барлық мүмкіндіктерін пайдаланады. IT-технологиялар мұғалімдерге тек оқушының зейінін аударуға ғана емес, сонымен қатар оқу процесіне қызығушылықты дамытуға, одан әрі академиялық білім алу және кәсіби мансабын дамыту үшін қажетті технологиялық дағдыларды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл мақалада осы мақала авторы Алматы қаласындағы өртүрлі сыныптардағы мектеп оқушылары үшін кеңейтілген шынайылық құралдарына сәйкес қызығушылықты анықтауға бағытталған экспериментті ұсынады. VR (виртуалды шындық) – физикалық тұрғыда жоқ, бірақ сезім арқылы сезілетін жасанды әлемді жасауға болатын технологиялар жиынтығы физика заңдары бойынша нақты уақыт. (Demartini, 2017:157) [3].

Жасалған виртуалды объектілер мен субъектілер техникалық құралдар арқылы адамға әсер етеді сезімдер: иіс, тепе-теңдік және позиция сезімі кеңістік, жанасу, көру, дәм, есту.

«Виртуалды шындық» жүйелері кәдімгі компьютерлік жүйелерге қарағанда адамның барлық бес сезім мүшелеріне әсер ету арқылы виртуалды ортамен өзара әрекеттесуді толық модельдейтін құрылғылар деп аталады. Вир-

туалды шындық әртүрлі объектілердің осы әсерге әсері мен реакциясын еліктейді. Бірінші VR жүйесі Oculus Rift шлемі болды. Oculus Rift виртуалды шындық дулығасы нарыққа шықты біздің заманымыздың жоғары технологиялық жанрының барлық канондарына сәйкес. Ол Google немесе Microsoft сияқты IT алпауыттарының бірінің қабырғасында дүниеге келген жоқ. Керісінше, Oculus ең табысты стартаптардың бірі болып табылады: бір айдың ішінде американдық Палмер Лакидің дамуы Kickstarter-де 2,5 миллион доллар жинады, ал жас жігіттің өзі тіпті Time журналының мұқабасына шықты. Ойын-сауық пен ғылыми салаларда қолданылатын виртуалды шындық жүйелерінің әртүрлі түрлері бар:

- Толықтырылған – виртуалды шындық жүйесі қоршаған ортаның әдеттегі көрінісін бұзбайды дүние, бірақ оны тек жасанды түрде толықтырады құрылған элементтер.

- Аралас – байланыстыру осы жерде орын алады жасанды түрде жасалған элементтерді нақтыға айналдырады, бұл шынайылықтың жоғары деңгейін тудырады.

- Виртуалды – барлық элементтер әзірлеушілердің қиялының жемісі немесе имитацияланған бағдарлама. Арнайы құрылғылардың көмегімен ойдан шығарылған әлемге еніңіз

Зерттеу материалдары мен әдістері

Толықтырылған шынайылықтың тарихы (Augmented Reality, AR) 20 ғасырдың ортасынан басталады, сол кезде әскерилердің қажеттіліктері үшін олар оператордың көзқарасы аймағында қосымша ақпаратты көруге мүмкіндік беретін құрылғыларды алғаш рет жасай бастады. Бұл кезде оқу ойындарының да дамуы басталып, 1955 жылы алғашқы компьютерлік ойын жасалды. Ойынның мақсаты АҚШ әскери-әуе күштерінің офицерлерін әуе базаларын жабдықтауды басқаруға үйрету болды. Ойын «Жоғарғы басшылықтағы шешімдерге еліктеу» деп аталды және АҚШ-тың ірі компанияларының технологиялық дамуындағы өзекті мәселелерді шешті. Содан бері өндіріс пен экономикалық модельдейтін имитациялық ойындар функциялары «Бизнес» немесе «Басқарушылық» деп атала бастады. (Carroll, 2019:97) [4].

Біздің елімізде ойын мәдениетінің дамуы, ең алдымен қатаң құрылымды әрекетті және әрбір қатысушының тұлғасына күшті қысымды біріктіретін әдісі күрделі кәсіпаралық күрделі

мәселелерді шешу үшін қолданыла бастады. Бір мезгілде Қазақстан іскерлік ойындардың дамуымен байланысты зерттеулер жүргізілді мотивациялық, тәрбиелік әсерлері бар бейне ойындармен және олардың әлеуеті айтылды. (Fisk, 2016:319) [5].

1993 жылғы осындай зерттеудің нәтижелері ойыншылардың моторикасы мен көрнекі координациясының жақсырақ болғанын, негізгі пәндерді меңгеруде қиындықтардың аз екенін көрсетті, сонымен қатар оқу бейне ойындары оқушыларға келесі жағдайларда көмектесе алатыны анықталды:

- анықталған кемшіліктерді түзету;
- ойынды оқушының жеке қызығушылықтарына бейімдеу, ынтасын арттыру және ынталандыру;
- концентрацияны жақсарту;
- жедел кері байланыс (Kreijns, 2013:217) [6].

Оқу процесінде оқу бейне ойындарын қолданудағы негізгі дәлелдердің бірі қателік жасаудан қорықпай практикалық тәжірибе жинақтау, тіпті керісінше – нәтижені нақты уақыт режимінде көрсете отырып, оны әдейі жасай білу. Мысалы, мұндай жүйе ұшқыштарды даярлауда қолданылады, ал заманауи RED толықтырылған шынайылық жүйесі ұшқыштарды әуедегі ұрыс жүйесінде оқытуға мүмкіндік береді. 1980 жылдардың ортасында. симуляциялық ойындар білім беруде кеңінен таралған және биология, медицина, сәулет, экологияға енеді. Бірақ сол жылдардағы оқиғалар психологиялық әсерді болжамай, тек жоғары мамандандырылған мәселелерді қарастырды. Дербес компьютерлерді жаппай енгізудің басталуымен оқу ойындарын дамытудың жаңа кезеңі басталды (Drog, 2008:215) [7]

2010 жылы Time журналы қолданылған технологиялар тізіміне толықтырылған шынайылықты енгізді. Уақыт өте келе, ірі корпорациялар технологияны өз мақсаттары үшін жаппай енгізе бастады, бірақ олардың барлығы әлі де айтарлықтай қымбат, сондықтан технологияның таралуы баяу. AR әлемді соңғы технологиялармен байытады, аудиовизуалды бейнелер жасайды, оқушыларға сыныпта оқу материалын көруге және оны жарқын етуге есте қаларлық мүмкіндік береді. Бұл оқыту әдісінің тиімділігі бірқатар сынақтар мен тәжірибелер арқылы дәлелденді. (Martin, 2011:1893) [8].

Мысалы, эксперимент жүргізілді, оның ба-рысында екі топтың субъектілеріне материалды әртүрлі тәсілдермен алу ұсынылды. Бір топқа

стендтер мен плакаттар түріндегі көрнекі материал, екінші топ АР-мен көрнекі материал алды. Толықтырылған шынайылықты пайдалана отырып материалдарды алған топ оларды 90% пайыздық қатынаста қабылдайтыны және зейіннің шоғырлануы бүкіл аудиторияның 95% жеткені анықталды, ал екі өлшемді материалдарды пайдаланатын топтың көрсеткіштері екі есе аз болды. (Bronack, 2011:117) [9]. Мұндай көрсеткіштердің мүмкін болуының себебі, АР нақты және виртуалды әлем арасындағы байланысты көрсететін иммерсивті эффект жасайды, ол психологиялық тұрғыдан адамға әлдеқайда тартымды болып көрінеді және оның жаңа ақпаратты қабылдауға бейімділігін арттырады. (Milgram, 1994:292) [10].

Қазіргі уақытта жүйенің келесі түрлері белгіленген VR:

- Виртуалды шындық дулығасы. 1) көзілдірік және бейнелер көрсетілетін бір немесе бірнеше дисплейді қамтиды; 2) жүйе қадағалау үшін, қандай тректер және шлемнің кеңістіктегі орнын анықтайды. Әдетте, гироскоптар негізінде виртуалды шындық дулығаларын қадағалау жүйелері әзірленеді. Осы типтегі жүйелер үшін қадағалау жүйесінің дәлдігі маңызды болған кезде қадағалау еңкейту және бұрылыстар пайдаланушы, сондай-ақ ең аз кідіріс позицияның өзгеруін қадағалау арасында кеңістіктегі бастарды және экрандарда сәйкес кескінді көрсету. (Azuma, 1997:385) [11]. Бұл түрге жатады әртүрлі технологиялық құрылғылар: смартфон мен планшет құрылғыларынан арнайы VR бөлмелеріне дейін (CaveAutomaticVirtualEnvironment). Жүйелер бұл түр пайдаланушыға үш өлшемді объект сезімін береді бірге

Көмектесіндер пайдаланушының көзінің орналасуына негізделген виртуалды объектілердің қалыптасқан проекциялары. Ол өзгерген кезде қатысты пайдаланушының көзінің орналасуы көрсетіледі, сурет сәйкесінше өзгереді. VR бұл түрлері Motion Parallax деп аталатын 3D кескінді қабылдау технологиясын пайдаланады. Жүйелер кеңістіктегі көздің координаталарын бақылайды. Бұл үшін олар пайдаланылады оптикалық камералар. (Höllerer, 2004:421) [12].

- Виртуалды шындық қолғаптары. Оқушылар – Сан-Диегодағы Калифорния университетінің инженерлері (UC San Diego) виртуалды шындықпен әрекеттесу кезінде тактильді реакцияны сезінуге мүмкіндік беретін қолғаптар жасады. (Kaufmann, 2003:97) [13]. Құрылғыны

жасау үшін жұмсақ робот жасау технологиялары қолданылды. Бұл қолғаптар тактильді жауаптарды шынайы модельдеу қабілетін көрсетті. пианинода ойнағанда және пайдаланғанда виртуалды пернетақта. Жоба авторларының бірі – Майкл Толли, қазірдің өзінде инженерия мектебінің машина жасау профессоры. (Zhou, 2008:202) [14]. Джейкобс (Джейкобс инженерлік мектебі). Оның айтуынша, әзірлеушілердің түпкі мақсаты – виртуалды шындықпен өзара әрекеттесу «бай тәжірибесін» қамтамасыз ететін құрылғыны жасау. Бұл қолғаптарды қолдануға болмайды тек бейне ойындар үшін, сонымен қатар хирургияда. Ресейде виртуалды шындық технологияларын қолданудың іске асырылған мысалдары ретінде «Росатом» АҚ-ын келтіруге болады. Атом электр станциясының энергоблоктарын тиімді салу үшін оларға мүмкіндік беретін құрал қажет болды құрылыс процесін оңтайландыру: жұмыс жоспарының егжей-тегжейлі үлгілеуін жүргізу, мердігерлер мен қосалқы мердігерлердің жеткізу кестесіне байланысты іс-әрекеттер ретін өзгерту және кідірістердің тәуекелдері мен салдарын азайту. (Yuen, 2011:119) [15]. Мұндай құрал үлкен жалпақ экраннан және 1: 1 масштабында 3D форматында біртұтас кескінді көрсететін бірнеше проекторлардан тұратын VE CADWall сияқты виртуалды шындық жүйесі болды. Жүйе интерактивті өзара әрекеттесу адамның виртуалды сахна алдындағы қозғалысын бақылауды қамтамасыз етеді, ал виртуалды костюм мен қолғап виртуалды объектілермен рұқсат ету ол әрекеттеседі: құрастыру процесеріншындық пысықтайды, бөлшектердің байланысын, құрастырылуын және өзара ауыстырылуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, құрылыс штабында конференциялар мен жиналыстарды өткізуге арналған VR жүйесіне бейнеконференц-байланыс жүйесі біріктірілді. Қазіргі уақытта жүйені «Росатом» АЭС құрылыс процесіне техникалық қызмет көрсету және бақылау, сондай-ақ персоналды оқыту және таныстыру үшін қолданады Виртуалды шындық жүйелерін тиімді пайдалануға болады және қазірдің өзінде медицинада қолданылуда. Дәрігердің науқас туралы үш өлшемді ақпаратты қабылдауы (томография, рентген аппаратының үш өлшемді мәліметтері, УДЗ және т.б.) дәрігерлердің жұмыс сапасын айтарлықтай жақсартуға мүмкіндік береді. Интерактивті модельдер және оқу мүшелерін реконструкциялау, үшін пайдаланылады дизайн хирургиялық араласу. Арнайы

бағдарламалық қамтамасыз етудің көмегімен дәрігерлер жеке протездердің үлгілерін жасай алады науқастың сканерлеуіне негізделген. Виртуалды шындық технологияларына негізделген тренажерларды құру дәрігерлерді оқыту сапасын айтарлықтай жақсартуға, шығындарды азайтуға және медициналық қателер санын азайтуға мүмкіндік береді. (Dunleavy, 2009:22) [16]. Қолдану электромагниттік, пневматикалық және гидравликалық жүйелерде виртуалды скальпельді немесе басқару және бақылау жүйелерін (мысалы, виртуалды қолғап және тактильді сезімдерді имитациялайтын жүйе) пайдаланып басқа құралды имитациялауға болады. Виртуалды шындық қолғаптары тек бейне ойындар мен цифрлық ойын-сауықта ғана емес, хирургияда да қолданылады деп жоспарлануда. Виртуалды мәйіттердегі тәжірибе нақтыға қарағанда арзанырақ, ал сынақтан өткендерге қарағанда адамгершілігі мол, жануарлар. Көптеген күрделі операциялар (мысалы, пластикалық хирургия) дәрігердің іс-әрекетін мұқият әзірлеуді және алдын ала модельдеуді талап етеді. Медициналық тренажерлар толығымен «жоғалтуға» мүмкіндік береді операцияның барысын алдын ала анықтау, қиын жерлерді анықтау, түрлі сценарийлерге дайындалу. VR және AR технологияларын корпоративтік мақсаттарда пайдалану қалыпты жағдайға айналуға, бұл қызметкерлерді үнемді және өнімдірек оқытуға, күрделі және стандартты емес жағдайларды өңдеуге мүмкіндік береді. Енді геогге байланыстыруды жоюға болады орналасқан жері. Volvo-ның жалғыз AR жарнамалық қолданбасын пайдалануы компания веб-сайтына трафиктің 293%-ға, сатып алу ниетінің 88%-ға және бренд туралы хабардарлықтың 240%-ға артуына әкелді. Қолданбаның ойын пішіміне байланысты жас аудиторияның – Volvo автокөліктерінің әлеуетті иелерінің назарын аудару мүмкін болды. VR көмегімен автокөліктерді сатуға болады ма? Эксперимент белсенді түрде жүргізілуде. Екатеринбург компаниясы U360 жергілікті Jaguar дилері Autoplus үшін 360° бейнені әзірледі. Үйде виртуалды шындық көзілдірігін немесе автосалонда Samsung Gear VR дулығасын киген адам көлік жүргізгісі келеді, желмен «мінгісі», интерьерді және бақылау тақтасын тамашалай алады. автомобиль маркалары барлық жерде панорамалық бейнемен тәжірибе жасау – Ягуардың 360° сынақ дискісі Тайваньда да түсірілген. (Кье, 2008:14) [17].

Зерттеу нәтижелері және талқылау

Аңдатпадағы болжамының шынайылығын, құрастырған Augmented Physics конструкторының көмегімен физика есептерін шешуге оқыту әдістемесі физика курсының оқу-әдістемесінің тиімділігін анықтау мақсатында зерттеу жұмысының тәжірибелік бөлімінде келесі жұмыстарды жүргізілді.

Ұсынылған Augmented Physics бағдарламасын көмегімен 7-10 сыныптарда физика есептерін шешуге оқыту әдістемесі негізінде Алматы облысы, Іле ауданы «№46 орта мектебі КММ», «№30 орта мектебі, КММ» «№45 орта мектебі КММ», 7-11 сынып оқушыларына сабақтар жүргізілді.

Сабақтардың негізгі формасы есептері теориясымен танысу бойынша дәрістер мен оларды меңгеріп, есептерді шешу бойынша практикалар болды. Білім мен тапсырмалар мазмұны кейінгі тақырыптарды оқу алдыңғы тақырыптармен қамтамасыз етілетіндей құрылды. Сабақта фронтальды, топтық жұмыстар, ойын сабақтар ұйымдастырылды. Оқушылардың логикалық ойлау, визуальді пайымдау, талқылау, шығармашылық-логикалық дағдыларын дамытуға көңіл бөлінді.

Әр сабақта білу оқу мақсаттарына қол жеткізу үшін сабақ тақырыбына сәйкес оқушылардың физика есептерін сала білу деңгейлері ауызша сұрау, алгоритмі бойынша программада салу немесе карточкалар көмегімен дәптерге сала алатыны анықталды.

Түсіну деңгейін сәйкес есептердің берілгені бойынша жасалған сызбаны, сызба бойынша салу есебінің берілгенін, алгоритмін табуға немесе екеуін де беріп оларды сәйкестендіруге тапсырмалар орындалды, уақыт үнемдеу мақсатында карточкалар қолданылды.

Қолдану оқу мақсатына сәйкес салу есептерін шығару дағдысы қалыптастырылды.

Талдау оқу мақсаты бойынша оқушылар бірінің тапсырмаларын бірі тексерді, кей есептерді тиімді әдіспен шығары, талдады.

Синтез оқу мақсатының деңгейіне сай оқушыларға сәйкес оқу материалын тұтас, жинақталған түрде қолданып шығаруға есептер құрастыру тапсырмасы берілді. Оқушылардың құрастырған есептерін талдау олардың сабақта қарастырып шешкен салу есептерін негізге алғандарын көрсетті.

Бағалау деңгейіде сәйкес физика маңызы туралы пікірлерін білдіру, олардың қарастырылған дәлелдеулерінен басқа дәлелдеулерін табу сияқты тапсырмалар жасалды.

Соңғы сабақта берілген материалдың меңгерілу деңгейін тексеру мақсатында қорытынды бақылау алынды.

Сабақта қарастырылған әдістерді қолдану кезінде қиындық туындататын негізгі мәселе – күрделілігі жоғары ойлау физика есептері болды. Сондықтан да, дәріс сабақтарында бұл есептерге ерекше көңіл бөлінді. Осы орайда оқушыларды күрделі есептерін есте сақтау техникасымен таныстырудың маңызы зор. Бұл техникада толықтырылған шынайылық салу есептерін шешу мүмкіндігін де қарастырдық. Сабақтарда қолданылған тапсырмалар мен әдістер физиканы оқып-үйретуге, есептерді шешуде қолдану дағдыларын қалыптастыруға, және логикалық-шығармашылық дағдыларды дамытуға бағытталды.

Жұмыстың эксперименттік бөлімінде 7-10 сынып оқушыларының физика есептеріне арналған әдістеменің тиімділігін анықтау мақсатында бақылау алынды. Бақылау екі рет алынды: біріншісі оқушылар осы жасалған салу есептеріне AUGMENTED REALITY қолданып оқыту әдістемесі бойынша оқымай тұрып, екіншісі осы әдістемемен оқығаннан кейін. Осы әдістемемен оқымай тұрып бақылау алу мақсатымыз оқушылардың берілген тапсырмаларды қандай әдістермен шешетінін көру болды.

Оқушылардың есептерді шығару кезінде қандай әдістерді қолданғанын көру үшін бақылау жазбаша түрде жүргізілді.

Бақылау жұмысының тапсырмалары

Магнит индукциясы B магнит өрісі мен ауырлық күші өрісінде, көлбеу жазықтықпен қозғалған дененің максимал жылдамдығын анықтаңыз. Дененің массасы m , заряды q .

2. Поршеньдер массасы m . Бастапқы мезетте поршеньдер бір бағытта 3θ және θ жылдамдықпен қозғалған болса, газ қандай максимал температураға дейін қызады?

3. Судың ішіндегі адам, су бетінен $14,72$ м биіктікте орналасқан дыбыс көзінен шыққан дыбысты 50 мс өткен соң естиді.

Әр оқушының бақылау нәтижелерін келесі 1-кестеден көре аламыз.

Оқушылардың осы жасалған есептеріне Augmented Reality қолданып оқыту әдістемесі бойынша оқымай тұрып жазған бақылау жұмыстарының нәтижелері

Бақылау жұмыстарын тексеру кезінде сабаққа қатысқаннан кейін оқушылардың барлығы дерлік есептерді шығару кезінде физика есептерін жоғары деңгейде шығарып, өте жақсы түсінгендерін байқатты. Алайда, есепті қате шығарғандар да бар. Нәтижелен келесі 2-кестеден көруге болады.

Оқушылардың осы жасалған салу есептеріне Augmented Physics конструкторын қолданып оқыту әдістемесі бойынша оқығаннан кейінгі бақылау жұмыстарының нәтижелері.

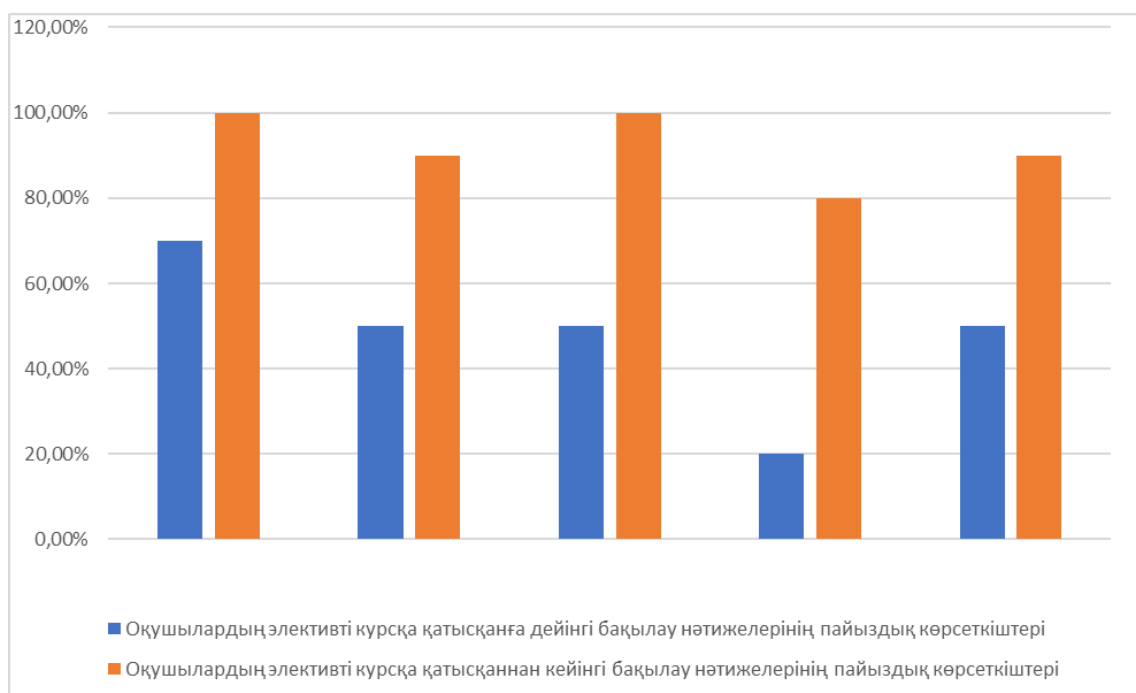
Жоғарыдағы 1-суретте көрсетілгендей әр оқушының осы әзірленген әдістеме бойынша оқымай тұрып және осы әдістеме бойынша оқығаннан кейін есептерді шешуде қандай әдістерді қолданғанын қосымшада сынақ қағаздарынан көре аламыз.

1-кесте

№	Аты-жөні	1-сұрақ	2-сұрақ	Жалпы балы	Пайыздық үлесі
1	№1 оқушы	3	4	7	70
2	№2 оқушы	2	3	5	50
3	№3 оқушы	3	2	5	50
4	№4 оқушы	1	1	2	20
5	№5 оқушы	2	3	5	50
Орташа пайыздық үлесі					48

2-кесте

№	Аты-жөні	1-сұрақ	2-сұрақ	Жалпы балы	Пайыздық үлесі
1	№1 оқушы	5	5	10	100
2	№2 оқушы	4	5	9	90
3	№3 оқушы	5	5	10	100
4	№4 оқушы	4	4	8	80
5	№5 оқушы	5	4	9	90
Орташа пайыздық үлесі					92



1-сурет – Сабақты осы жасалған салу есептеріне Augmented Reality қолданып оқыту әдістемесі бойынша оқымай тұрып, екіншісі осы әдістемемен оқығаннан кейінгі бақылау нәтижелерінің өзгерісі

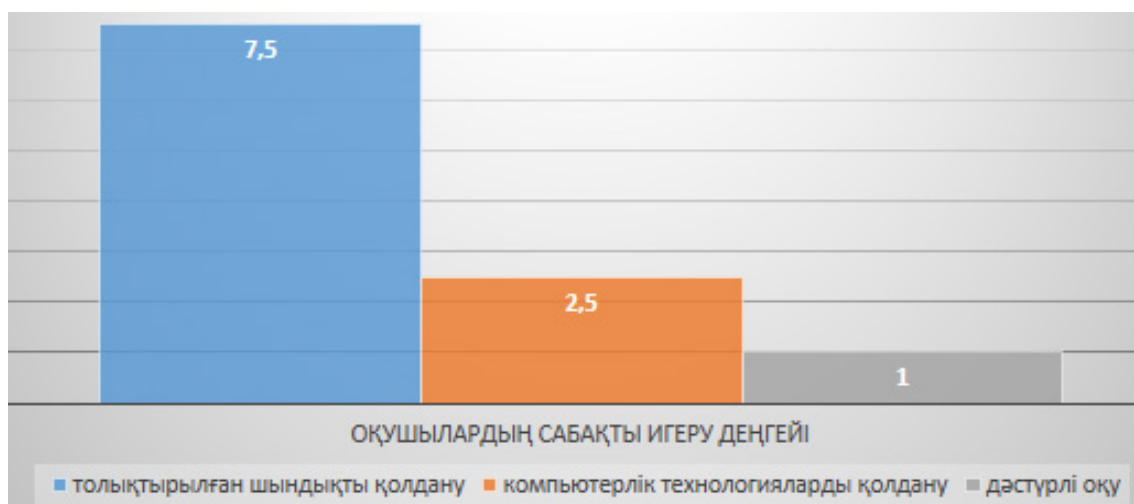
Даярланған әдістемеге дейінгі және кейінгі нәтижелер арасындағы алшақтықтың себебі оқушылардың сабаққа қатысып-қатыспағандығымен ғана байланыстыруға болмайды, мұнда олардың білімдерінің деңгейі, логикалық, визуалды-кеңістіктік ойлау қабілеттері, жалпы оқу үлгерім деңгейлері, математикадан оқу үлгерім деігейі, оқушының бақылау жазу кезіндегі психикалық хал-ахуалы, бірінші бақылаудың дайындықсыз жазылуы, екінші бақылаудың салуларды ұмытылмай тұрып алынуы т.с.с. факторлардың әсерінен болуы мүмкін. Демек, бақылау нәтижелерінен байқалып отырғандай, геометриялық салу есептерді шығару ба-

рысында пайымдай білу, әдістемені білгеннен де маңыздырақ екені белгілі.

Осы эксперименттердің деректерін, сондай-ақ ғалымдар еңбектерін басшылыққа ала отырып, 2021 жылы авторлар тобы мектеп пәндерінің де, қосымша білім берудің де оқу-тәрбие процесінің практикалық маңыздылығын айқын көрсететін толықтырылған шынайылық қосымшасын жасады. Бұл зерттеудің мақсаты мектептен тыс оқуға саналы қызығушылықты ояту болды. Қойылған тапсырманы орындау үшін мектеп оқушылары қосымша білім беру бағдарламалары бойынша оқи алатын және осы сыныпта жасалған жобаларды елестетіп

қана қоймай, сонымен қатар пәнаралық байланыстардың, жұмыста қолданылатын технологиялардың (жабдықтардың) әсерін көрсете алатын өздерінің жеке кабинеті көрнекі түрде көрсетілді. Жобалар, оқу процесінде алынған білім. Бұл қосымшаны пайдаланатын мектеп оқушылары үшін бұл материалды ұсыну әдеттегі экскурсияларға қарағанда әлдеқайда тиімді болып шықты, бұл 7-11 сынып оқушыларымен эксперимент барысында дәлелденді. Эксперимент осы құралдың көмегімен оқуға саналы қызығушылықты ашуға бағытталды. Эксперимент барысында «Жастар инновациялық шығармашылық орталығы» мектеп қосымша білім беру кабинетімен таныс емес әр түрлі жас топтарындағы оқушыларға алдымен бұл туралы барлығына ақпарат беру үшін әдеттегі әдіспен – фотосуреттер мен фотосуреттер арқылы білу ұсынылды. сынып тура-

лы әңгіме. (Pence, 2010:145) [18]. Содан кейін сол оқушыларға AR қосымшасы көрсетілді, онда олар өз бетінше виртуалды сыныпқа экскурсия жүргізіп, оның ішіндегі объектілермен әрекеттесіп, аудиовизуалды ақпаратты ала алады. Эксперимент нәтижелері ақпаратты бірінші әдіспен алған жағдайда мектеп оқушыларының сыныптың өзіне де, жобалық іс-әрекетке де қызығушылық танытпағанын көрсетті, ал AR қосымшасын пайдаланған жағдайда мектеп оқушыларының қызығушылықтары байқалды, бұл сабақта болу әсері мен қызықты ақпаратты алу мүмкіндігінің арқасында қол жеткізілді. Пайыздық қатынаста бірінші жағдайда мектеп оқушыларының алған ақпараттан хабардар болуы дәстүрлі 45%, AR пайдалану кезінде – 80%. Ақпаратты алу процесінің өзіне аударылған көңіл бірінші жағдайда 60%, екіншісінде 97% деңгейінде болды.



2-сурет – Физиканы оқыту түрлерін салыстырудағы нәтижелер диаграммасы

Жоғарыдағы 2-суретте көрсетілгендей Виртуалды сыныпта экскурсияны басқаларға қарағанда ұзағырақ өткізген мектеп оқушылары сыныпқа саналы түрде барды және оқуға деген ынталары айқын болды, бұл қосымша білім беру педагогтары мен мұғалімдеріне осындай құралдарды жасау қажеттігін дәлелдеді. Осы эксперименттің нәтижесі бойынша толықтырылған шынайылық білім беру құралы ретінде саналы оқу мотивациясына оң әсер етіп, оқу-тәрбие процесін сапалы түрде жақсарту алатыны анықталды. Бұрын алынған мәліметтерді пайдалана отырып, авторлар

тобы тарих сабақтары мен Алматы қаласының айналасындағы тарихи экскурсиялар үшін пайдаланылатын толықтырылған шынайылықтағы қосымшаны әзірлеуге кірісті. Қолданба симуляциялық ойын ретінде әзірленуде, оның барысында өз қаласының тарихын зерттейтін оқушылар оны 1870 жылдар кезеңінде көруге шақырылады. – көшенің сол дәуірдің ғимараттары мен айналасы, соның ішінде сол кезде қалада өмір сүрген «жаңғырған» тарихи тұлғалары бар көше бөлігі. Қолданбадағы барлық нысандар өзара әрекеттеседі, бұл батыру дәрежесін және пайдаланушының қатысуын

арттырады. Авторлар кіші мектеп жасындағы балалар арасында сауалнама жүргізді. Алынған деректер «тірі» тарихпен танысу туған өлке тарихын зерттеуге деген қызығушылықты сапалы түрде арттыратынын көрсетеді. (Laal, 2013:1437) [19].

Жоғарыда келтірілген мысалдардың барлығы AR мұғалімдер үшін теорияны оқып-үйрену, қажетті практикалық тәжірибе алу үшін ғана емес, сонымен қатар оқу туралы хабардарлықты ынталандыру үшін жаңа мүмкіндіктер ашатын қажетті құрал екенін анық көрсетеді. Оқытудың интерактивті әдістері оқушылардың мотивациялық компонентіне бағытталған оқу процесінің семантикалық құрамдас бөлігін елестетуге мүмкіндік береді. Бұл жағдай бастауыш мектеп жасындағы балалар үшін өте маңызды, өйткені оқуға саналы түрде жақындаған балалардың болашақта оқуға деген ынтасы мен ынтасы артады. (Doymu, 2007:1857) [20]. Биология, химия, физика және математика пәндерінде үш өлшемді зертханалар сияқты құралдарды жасау оқытылатын пәндердің сапасын айтарлықтай өзгертеді және камера арқылы оларда енгізілген білім мен кейіпкерлерді жандандыруға мүмкіндік беретін интерактивті оқулықтар. Смартфондар оқушылардың оқу үдерісіне қатысуын арттыруға, оқудың қажетті санасына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Білім беруде AR технологияларын енгізудің артықшылығы дәстүрлі әдістердің шығынды және тиімділігі төмен болуымен түсіндіріледі, бұл ретте толықтырылған шынайылық қосымшаларын жасау жаппай қолдану үшін барған сайын қолжетімді бола түсуде. (Johnson, 1986:31) [21].

Бүгінгі күні білім беруде AR технологияларын енгізудің бірнеше негізгі артықшылықтары анықталды:

1. Көріну. 3D графикасы адамның көзіне көрінбейтін процестерді – химиялық реакцияларды, атом ядросының ыдырауын, электрондардың қозғалысын немесе әртүрлі кезеңдердегі жасушалардың даму процесін егжей-тегжейлі жаңғыртуға мүмкіндік береді.

2. Қауіпсіздік. Ұшқыштарды оқыту, медициналық операцияларды жүргізу, қауіпті өндірістерде технологиялық жабдықтарды пайдалану дағдыларын меңгеру және т.б. үшін виртуалды кабиналарды құрудың артықшылықтарын түсіндірудің қажеті жоқ.

3. Қашықтықтан оқытудың жаңа мүмкіндіктері. Қазіргі заманның дамуына байланысты енді жаңа технологиялар үшін қатысу әсерін

беретін бірінші адамның көзқарасы бар имитацияланған кеңістікті құруға болады. Мұндай технология, мысалы, тарих сабақтарында пайдаланылады, мұнда әрбір қатысушы виртуалды әлемде оқып жатқан оқиғалардың қатысушысы болу мүмкіндігіне ие болады.

4. Келісім. Іс-әрекет механикасының визуализациясы, мысалы, адам денесі дәстүрлі оқыту әдістерінен даусыз артықшылықтар береді. Виртуалды және толықтырылған шынайылық «уақытқа саяхат жасау» немесе Әлемнің тереңіне жетуге мүмкіндік береді.

5. Зейінді шоғырландыру. AR кеңістігіне егжей-тегжейлі және толық ену сізге сыртқы факторлардың әсерінен алаңдамауға мүмкіндік береді, ал аралас шынайылықты құруға бағытталған AR құралдары сыртқы факторларды жоққа шығаруға мүмкіндік береді. VR және AR технологиялары да белсенді түрде енгізілуде және көлікте қолданылады. (Gokhale, 2013:57) [22]. Сондықтан Atheer арнайы шығарды көлік қызметі саласындағы инженерлерге, механиктерге және басқа да мамандарға арналған бағдарлама. Бұл бағдарлама AR&VR технологияларына, сонымен қатар планшеттер мен смартфондарға арналған. Бұл бағдарламаның AR көзілдірігімен үйлесуі тамаша мысал бола алады. Бұл көзілдіріктерде дауыспен басқару және автоматты бейне жазбасы бар толыққанды компьютер бар. Яғни, көзілдіріктегі бұл бағдарламамен инженер бір уақытта өз міндеттерін орындай алады (көлікті жүргізу, жабдыққа техникалық қызмет көрсету, көлік бөлшектерін өңдеу және т.б.) (Sumadio, 2010:461) [23]. Бұл көзілдірік қажетті деректерді қызметкердің бұйрығымен немесе жұмыс істеген кезде жібереді. нысан бекітілген, сонымен қатар толық шифрлау, тарих және ағынды синхрондау тапсырмалар, тапсырмалар ағыны туралы есеп беру және аудит, «не көретінімді көру» бейнеконференциясы қашықтағы сарапшыларға жылдам қол жеткізу, көру мәтінмәндік құжаттама және тапсырма бойынша қадамдық нұсқаулық. Еуропа мен Америкадағы көптеген көлік инженерлері жеңілдету және жақсарту жобасы туралы ойлады жүргізушілердің білім сапасы. (Dünser, 2008:27) [24].

Ұқсас жобаны Айова университетінің Окдейл зерттеу паркі кампусының инженерлері ойлап тапты, дәлірек айтсақ Advanced Driving Simulator (NADS) жүргізушілеріне арналған арнайы виртуалды кокпит. Оның ішінде жүргізушінің әрекеттері туралы барлық деректерді

жіберетін көптеген сенсорлары бар кабинамен біріктірілген автомобиль, кабинаның 360 градустық контурында дисплейлер бар. виртуалды шындық, онда жолдағы әртүрлі жағдай бағдарламаланады. (Wagner, 2006:96) [25].

Бұл жобада әлемнің жеке жүргізу тренажерлерінің жиынтығы қолданылады классты және жол жабдықталған көліктер келесі бағыттар бойынша зерттеулер жүргізу үшін: факторлар, көлік құралдарының қауіпсіздік адам жүйелері, жүргізуші ережелерін бұзу, абстракция жүргізушілер байланысты технологиялар. көліктер, автокөлікті автоматты модельдеу және деректерді жинау технологиялары жолдар. (Chen, 2018:295) [26]

Waymo 2009 жылы ұшқышсыз көлікке арналған арнайы жүйені әзірледі (бастапқыда Google көлігі үшін әзірленген), онда жүйе автомобильдің айналасындағы 360 градусқа айналатын бүкіл кеңістікті (секундына миллиондаған лазер сәулелері) жасау үшін лазерлік сенсорларды қолданды, виртуалды жасау. суретке түсіріп, бағыт пен жылдамдық бойынша шешім қабылдайды Қозғалыс, сонымен қатар орнатылған радарды пайдалана отырып, жүйе оны қоршаған нысандардың жылдамдығын анықтады. Нақтылай отырып, бұл жүйе қоршаған әлемді және барлық объектілерді виртуализациялайды, олардың бағытын, жылдамдығын, мүмкін болатын бағыттарын анықтайды. (Freitas, 2008:30) [27].

Мұндай жүйе көлікті рульге отырмай кез келген жерде жүргізуге мүмкіндік беретін «идеалды драйвер» болып табылады. Сол сияқты Иллинойс университетінде жаяу жүргіншілерге арналған тренажер ойлап тапты. Осындай симуляциялық зертханалардың көмегімен көлік қауіпсіздігі инженерлері жаяу жүргіншілердің мінез-құлқын әр түрлі зерттей алады қауіпті жағдайлар. The Hank Virtual Environments Labs ғалымдары велосипедшілердің қауіпін, қозғалатын көліктердің айналасындағы жұмыстарды жолдағы тәртібін де ескерді. Ана жерде велосипедшілердің мінез-құлқын зерттеу үшін виртуалды шындықты жасады. (Dunleavy, 2009:7) [28].

1. Шынайы, иммерсивті виртуалды барлығының қозғалысын имитациялауға мүмкіндік беретін орталар дене.

- Жаттығу велосипед

- Жаяу жүргіншілер симуляторы

2. Виртуалдыдағы адамның мінез-құлқын зерттеу орталар:

- Балалар велосипедшілер көлік жолдарынан қалай өтеді?

- Жаяу жүргіншілердің мәтіндік хабарламалары көлік жолдарын қалай кесіп өтеді?

- Балалар мен ересектер жолды қалай кесіп өтеді ?

- Операторлар мен жүргізушілер көліктерді және инфрақұрылымды басқару бойынша оқытылады, басқару логистика аймақтар, өндірістік жүйелер және VR симуляциясын пайдаланатын басқа жүйелер.

- Дала пайдаланушылары 3D және AR көрнекі аннотацияларын пайдаланып басқару орталықтарын белгілеп, олармен байланысты кеңейтілген шындықпен нақты уақыттағы техникалық қолдау.

- Денсаулық пен қауіпсіздікке арналған рөлдік ойын сценарийі, техникалық тапсырма. (Campos, 2011:33) [29].

Оқушылардың ауқымды шара өткізеді бүкіл жүйеге VR технологияларын енгізу жобасы қаладағы көлік процесі – инфрақұрылымды қайта құрудан жаяу жүргіншілердің, жүргізушілердің, велосипедшілердің жүріс- тұрысын және өзара әрекетін жоспарлауға дейін. (Matcha, 2011:189) [30].

Оқушылар қаланың шынайы өмірі бағдарламаланатын «виртуалды Сингапурды» құру үшін қала тұрғындарымен бірге дрондарды, 3D визуализация бағдарламалық технологиясын құралын, VR пайдаланады. Бұл жобада көлік процесінің барлық маңызды элементтерін талдауға көмектесе алады (жаңа көше қосу, көшелерді қайта ұйымдастыру, қосу қажеттілігі автотұрақ, өткелдер, қауіпті көлік аймақтарын қадағалау және ескерту және т.б.). (Li, 2011:322) [31]

Британдықтар жасаған Crossrail VR жүйесі де танымал болып келеді. Жер асты темір жолын салу кезінде британдық инженерлерге инженерлер мен конструкторлар өздерін қызықтырған туннельдің кез келген бөлігіне кез келген уақытта түсуі үшін салынып жатқан темір жол жүйесінің үлгісін қамтитын арнайы бағдарлама қажет болды.

Дәл осы қажетті жүйе Crossrail VR болды. Компания кезең-кезеңімен жұмыс істейді: (Boletsis, 2013:95) [32]. Дрондармен, лазерлік сканерлермен және фотограмметрия, Unity 3D, Unreal Engine бағдарламашылары Oculus Rift, HTC Vive, Samsung Gear VR, Samsung Gear 360, Google Tango, Google Cardboard, Leapmotion виртуалды шындық дулығаларының барлық түрлерінде оңай көрсетілетін салынып жатқан

жобаның 360 градустық дәл виртуалды проекциясын қайта жасаңыз. Барлық дизайн деректерін сәтті басқару үшін Crossrail бағдарламалық құралдағы негізгі BIM үлгісін барлық 2D және 3D файлдарына бейімдеді. (Oh, 2012:651) [33].

Crossrail жобасында бәрі үйлесімді: интуитивті процедуралар мен технологиялық процестер, құралдар стандарт бойынша жобалық мәліметтерді тексеру BS1192 AEC басқаруына арналған Bentley ProjectWise бағдарламалық құралына, серверге және сервистік ынтымақтастық жүйесіне енгізілген сағат жобалау және салу, кепілдік беру бастапқы қайнар көзіне қарамастан толықтығы. (Lin, 2013:321) [34].

Инженерлер станциялардың ішіндегі және сыртындағы көптеген күрделі қызметтік жүйелерді 3D форматында бейнелей алады. Бір мысал диаграммада көрсетілген. Бұл болжанған зауыттың жанында кім жұмыс істейтін болса, көшелердің астындағы құбырлар мен кабельдердің күрделі шиеленісуінен аулақ болуды немесе қорғауды қажет ететінін біледі. (Dede, 2009:66) [35].

Қорытынды

Жаңа технологиялар өмірімізге мықтап еніп, білімге деген көзқарасты өзгертеді. Бірақ сонымен бірге ұсынылып отырған ойын әлемі нақты әлеммен үйлесімді, үйлесімді және тұтас

болуы керек екенін түсіну керек. 7-10 сынып оқушыларының барлық әрекеттері мен шешімдері бірізді болуы, кері байланыс болуы және зейінін ұстауы керек. Тыңдаушылар тренингтің мақсаты мен практикалық маңыздылығын нақты түсінуі үшін ойынға қандай мағыналық жүктеме түсетінін түсіну қажет. Ойындардың негізгі міндеті – оқушыларды пәнге қызықтыру, ынтасын беру, жаңа білім алуға құштарлығын дамыту. Оқытудың тиімді әдісі ретінде, әсіресе, қосымша білім беру мұғалімдері мен университеттерде ойындарды оқу процесіне кіріктіру барған сайын қолданылуда. Бұл ретте «қолжазба» немесе ауызша санау сияқты дәстүрлі әдістерден бас тартуға болмайды, олар бірін-бірі толықтыруы керек, өйткені AR құралдары негізгі нәрсені – оқытудың семантикалық компонентін жеткізуге мүмкіндік береді. Оқу компьютерлік ойындарының үлкен дидактикалық әлеуеті бар болғандықтан, болашақта білім беру қауымдастығы бүгінгі таңда қойып отырған талаптарға толық сәйкес келетін оқу-тәрбие үрдісінің тиімді технологиясы әзірленетініне сенімді болуға болады. Жұмыстың мақсаты, яғни толықтырылған және виртуалды шынайылықты қолданудың белгілі әдістеріне талдау жасау, әртүрлі ғылыми мәселелердің ең перспективалы шешімі виртуалды шынайылықты мектеп бағдарламаларында барынша қолдану. Үш мектепте жүргізген тәжірибе барысында осы мақсатқа жеттік.

Әдебиеттер

1. Huba, M., Kozák, Š. (2016, November). From E-learning to Industry 4.0. *International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, 103-108. IEEE <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
2. Baygin, M., Yetis, H., Karakose, M., Akin, E. (2016). An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. *15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 10(40), 145-155. DOI: 10.1109/ITHET.2016.7760744
3. Demartini, C., Benussi, L. (2017). Do Web 4.0 and Industry 4.0 Imply Education X.0?. *IT Professional*. 19(3), 37-80. DOI: 10.1109/MITP.2017.47
4. Carroll, W., (2019). Industry 4.0 Leaders' Educational Requirements – A New Focus on Leadership, *HuffPost Contributor*, 10(12), 312-345. https://www.huffpost.com/entry/industry-40-leaders-educational-requirements-a-new_b_5a0f2bbee4b0e30a9585068a
5. 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>
6. Kreijns, F. V., Acker, M., Vermeulen, 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, 217-225. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.008>
7. Dror, I. (2008). Technology enhanced learning: the good, the bad, and the ugly. *Pragmatics Cognition*, 2(2), 215-223. <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
8. S. Martin, G., Diaz, E., Sancristobal, R., Gil, M., Peire, J., (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893-1906. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.003>
9. S. Bronack C. (2011). The role of immersive media in online education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117. <http://dx.doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
10. Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality- virtuality continuum, *Proc. the SPIE: Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282 – 292. <https://doi.org/10.1117/12.197321>

11. Azuma, R.T., (1997). A survey of augmented reality, *Presence – Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355 – 385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
12. Höllerer, T.H. Feiner, S.K., (2003). Mobile Augmented Reality. H. A. Karimi, & A. Hammad (Eds.), *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*, 392-421, <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
13. Kaufmann, H., (2003). Collaborative augmented reality in education, *Proceeding of Imagina Conference*, 1-4. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
14. Zhou, F., Duh, H.L., & Billinghamurst, M. (2008). Trends in augmented reality tracking, interaction and display: A review of ten years in ISMAR, *Mixed and Augmented Reality, ISMAR 7th IEE/ACM International Symposium*, 193-202. DOI:10.34238/tnu-jst.2020.03.2592
15. 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
16. 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>
17. 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 Education Media and Technology*, 2(1), 4-14. DOI: 10.1007/978-3-8348-9313-0_3
18. 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>
19. Laal, M., (2013). Positive interdependence in collaborative learning, *Procedia Social and Behavioral Science*, 93, 1433 – 1437, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.058>
20. 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>
21. R. Johnson, T., & 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
22. Gokhale, A.A., (2013). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology education*, 7, 1, DOI:10.1007/978-1-4419-1428-6_910
23. Sumadio, D.D & Rambli D. R. A, (2010, March 19-21.). Preliminary Evaluation on User Acceptance of the Augmented Reality Use for Education, *2010 Second International Conference on Computer Engineering and Applications, ICCEA 2010, IEEE*, 461-465. DOI: 10.1109/ICCEA.2010.239
24. Dünser, A. Grasset R., & Billinghamurst, 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
25. Wagner, D., Schmalstieg, D., & Billinghamurst, M., (2006). Handheld AR for Collaborative Edutainment. *Advances Artificial Reality and TeleExistence*, 85-96, DOI: 10.1007/11941354_10
26. 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
27. Freitas, R., & Campos, P. (2008) SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2nd grade students, *Proceeding of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction. 2*, 27-30. DOI:10.1145/1531826.1531834
28. 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. DOI:10.1007/s10956-008-9119-1/
29. Campos, P., Pessanha, S. & Jorge J. (2011). Fostering collaboration in kindergarten through an augmented reality game, *International Journal of Virtual Reality*, 3(33). <https://doi.org/10.20870/IJVR.2011.10.3.2819>
30. 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: 10.1007/978-3-642-25483-3_15
31. Li, N., Chang, L., Gu Y. X., & Duh H. L. (2011, July 6-8) Influences of AR Supported Simulation on Learning Effectiveness in Face-to-face Collaborative Learning for Physics, *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technology, ICALT*, 320-322. DOI:10.1109/ICALT.2011.100
32. Boletsis, C., McCallum, S. (2013). The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education, *Serious Games Development and Applications. Springer Berlin Heidelberg*, 86-95, https://doi.org/10.1007/978-3-642-40790-1_9
33. Oh, S., Byun, Y.C., (2012). The Design and Implementation of Augmented Reality Learning Systems, *Computer and Information Science (ICIS), IEEE/ACIS 11th International Conference, Shanghai*, 651-654. DOI: 10.1109/ICIS.2012.106
34. Lin, T.J., Duh, H.B.L., Nai, L., Wang, H.Y., Tsai, C.C. (2013). An Investigation of Learners' Collaborative Knowledge Construction Performances and Behavior Patterns in an Augmented Reality Simulation System, *Computers & Education*, 68, 314-321. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>
35. Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning, *Sciences*, 323(5910), 66-69. DOI : 10.1126/science.1167311

References

- Azuma, R.T., (1997). A survey of augmented reality, *Presence – Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355 – 385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Baygin, M., Yetis, H., Karakose, M., Akin, E. (2016). An Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. *15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)*, 10(40), 145-155. DOI: 10.1109/ITHET.2016.7760744
- Boletsis, C., McCallum, S. (2013). The Table Mystery: An Augmented Reality Collaborative Game for Chemistry Education, Serious Games Development and Applications. *Springer Berlin Heidelberg*, 86-95, https://doi.org/10.1007/978-3-642-40790-1_9
- Campos, P., Pessanha, S. & Jorge J. (2011). Fostering collaboration in kindergarten through an augmented reality game, *International Journal of Virtual Reality*, 3(33). <https://doi.org/10.20870/IJVR.2011.10.3.2819>
- Carroll, W., (2019). Industry 4.0 Leaders' Educational Requirements – A New Focus on Leadership, *HuffPost Contributor*, 10(12), 312-345. https://www.huffpost.com/entry/industry-40-leaders-educational-requirements-a-new_b_5a0f2bbe4b0e30a9585068a
- 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
- Dede, C. (2009). Immersive Interfaces for Engagement and Learning, *Sciences*, 323(5910), 66-69. DOI: 10.1126/science.1167311
- Demartini, C., Benussi, L. (2017). Do Web 4.0 and Industry 4.0 Imply Education X.0?, *IT Professional*. 19(3), 37-80. DOI: 10.1109/MITP.2017.47
- 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*, 2(2), 215-223. <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. DOI:10.1007/s10956-008-9119-1/
- 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., & Campos, P. (2008) SMART: a System of Augmented Reality for Teaching 2nd grade students, *Proceeding of the 22nd British HCI Group Annual Conference on People and Computers: Culture, Creativity, Interaction*. 2, 27-30. DOI:10.1145/1531826.1531834
- Gokhale, A.A., (2013). Collaborative learning enhances critical thinking. *Journal of Technology education*, 7, 1, DOI:10.1007/978-1-4419-1428-6_910
- Höllerer, T.H. Feiner, S.K., (2003). Mobile Augmented Reality. H. A. Karimi, & A. Hammad (Eds.), *Telegeoinformatics: Location-Based Computing and Services*, 392-421, <https://doi.org/10.1075/p&c.16.2.02dro>
- Huba, M., Kozák, Š. (2016, November). From E-learning to Industry 4.0. *International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications (ICETA)*, 103-108. IEEE <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.366>
- Kaufmann, H., (2003). Collaborative augmented reality in education, *Proceeding of Imagina Conference*, 1-4. <https://doi.org/10.1021/ed084p1857>
- Kreijns, F. V., Acker, M., Vermeulen, 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, 217-225. <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 Education 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 Science*, 93, 1433 – 1437, <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.058>
- Li, N., Chang, L., Gu Y. X., & Duh H. L. (2011, July 6-8) Influences of AR Supported Simulation on Learning Effectiveness in Face-to-face Collaborative Learning for Physics, *11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologie, ICALT*, 320-322. DOI:10.1109/ICALT.2011.100
- Lin, T.J., Duh, H.B.L., Nai, L., Wang, H.Y., Tsai, C.C. (2013). An Investigation of Learners' Collaborative Knowledge Construction Performances and Behavior Patterns in an Augmented Reality Simulation System, *Computers & Education*, 68, 314-321. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.05.011>
- 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: 10.1007/978-3-642-25483-3_15
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality- virtuality continuum, *Proc. the SPIE: Telem manipulator and Telepresence Technologies*, 2351, 282 – 292. <https://doi.org/10.1117/12.197321>
- Oh, S., Byun, Y.C., (2012). The Design and Implementation of Augmented Reality Learning Systems, *Computer and Information Science (ICIS), IEEE/ACIS 11th International Conference, Shanghai*, 651-654. DOI: 10.1109/ICIS.2012.106

- 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>
- R. Johnson, T., & 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
- S. Bronack C. (2011). The role of immersive media in online education. *Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117. <http://dx.doi.org/10.1080/07377363.2011.583186>
- S. Martin, G., Diaz, E., Sancristobal, R., Gil, M., Peire, J., (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57(3), 1893-1906. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.04.003>
- Sumadio, D.D & Rambli D. R. A, (2010, March 19-21,). Preliminary Evaluation on User Acceptance of the Augmented Reality Use for Education, *2010 Second International Conference on Computer Engineering and Applications, ICCEA 2010*, IEEE, 461-465. DOI: 10.1109/ICCEA.2010.239
- Wagner, D., Schmalstieg, D., & Billinghurst, M., (2006). Handheld AR for Collaborative Edutainment. *Advances Artificial Reality and TeleExistence*, 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 tracking, interaction and display: A review of ten years in ISMAR, *Mixed and Augmented Reality, ISMAR 7th IEE/ACM International Symposium*, 193-202. DOI:10.34238/tnu-jst.2020.03.2592