

Г.Б. Қарабасова

Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ ФИЗИКА КУРСЫНЫҢ ДЕМОНСТРАЦИЯЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа

Жоғары білім беруді жаңғыртудың қазіргі заманғы кезеңінің неғұрлым өзекті мәселесі тез өзгеретін цифрлық қоғамның жағдайларына бейімделуге дайын, кәсіби міндеттерді өз бетінше шешуге қабілетті болашақ физика мұғалімдерін даярлау болып табылады. Мақаланың мақсаты физика курсының демонстрациялық эксперименттерін жетілдіруде цифрлық технологияларды қолдану ерекшеліктерін айқындау болып табылады. Бұл мәселені зерттеудің жетекші әдісі - модельдеу әдісі, психологиялық-педагогикалық, ғылыми-техникалық және әдістемелік әдебиеттерді талдау, сауалнама жүргізу. Әр түрлі физикалық заңдар мен құбылыстардың компьютерлік модельдерін қолдану студенттерді физика курсына оқытудың тиімділігіне ықпал етеді, оларға физикалық құбылыстар мен заңдардың механизмдерін түсінуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты қазіргі уақытта Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университетінде болашақ физика мұғалімдерін даярлау кезінде цифрлық технологияларды пайдаланудың техникалық базасын әзірлеуге көп көңіл бөлінуде, физиканы оқыту үдерісінде қолданысқа тиімді электрондық ресурстар әзірленуде. Тәжірибелер мен демонстрациялардың компьютерлік модельдерін қолдана отырып, физикалық зертханадағы жабдықтың жетіспеушілігін толтыруға және осылайша студенттерді виртуалды модельдердегі физикалық эксперимент барысында физикалық білім алуға үйретуге мүмкіндік туады, яғни, студенттер арасында шығармашылық пен танымдық белсенділікті арттырудың нақты мүмкіндігі пайда болады.

Түйін сөздер: цифрлық технологиялар, демонстрациялық эксперимент, физика курсы, болашақ физика мамандары, жетілдіру.

Аннотация

Г.Б. Қарабасова

Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г.Алматы, Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ КУРСА ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Характерной проблемой современного этапа модернизации высшего образования является подготовка будущих учителей физики, готовых адаптироваться к условиям меняющегося цифрового общества, способных самостоятельно ставить и решать профессиональные задачи. Цель статьи заключается в выявлении особенности применения цифровых технологий в совершенствовании демонстрационных экспериментов курса физики. Ведущим методом к исследованию данной проблемы является метод моделирования, изучение и анализ психолого-педагогической, научно-технической и методической литературы. Использование компьютерных моделей физических процессов и явлений способствует эффективности обучения студентов учебному курсу физики, позволяет им осмысливать механизмы физических явлений и процессов. В настоящее время в Казахском Национальном педагогическом университете имени Абая уделяется большое внимание разработке технической базы использования цифровых технологий при подготовке будущих учителей физики, разрабатываются электронные ресурсы для использования при обучении физике. С помощью компьютерных моделей опытов и демонстраций можно компенсировать недостаток оборудования в физической лаборатории и научить студентов самостоятельно добывать физические знания в ходе физического эксперимента на виртуальных моделях, то есть появляется реальная возможность формирования у студентов творчества и повышения познавательной активности по физике.

Ключевые слова: цифровые технологии, демонстрационный эксперимент, курс физики, будущие специалисты по физике, усовершенствование.

Abstract

IMPROVEMENT OF DEMONSTRATION EXPERIMENTS OF THE PHYSICS COURSE BASED ON THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES

Karabassova G.B.

Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

The most characteristic problem of the current stage of modernization of higher education is the training of future physics teachers who are ready to adapt to the conditions of a rapidly changing digital society and are able to

independently set and solve professional problems. The purpose of the article is to identify the features of the use of digital technologies in improving the demonstration experiments of the physics course. The leading method to study this problem is the modeling method, the study and analysis of psychological, pedagogical, scientific, technical and methodological literature. The use of computer models of various physical processes and phenomena contributes to the effectiveness of teaching students the physics course, allows them to understand the mechanisms of physical phenomena and processes. In this regard, at present, the Abai Kazakh National pedagogical University pays great attention to the development of a technical base for the use of digital technologies in the training of future physics teachers, and electronic resources are being developed for use in teaching physics. By using computer models of experiments and demonstrations, it is possible to compensate for the lack of equipment in the physical laboratory and thus teach students to independently acquire physical knowledge during a physical experiment on virtual models, that is, there is a real opportunity to form students' creativity and increase cognitive activity in physics.

Keywords: digital technologies, demonstration experiment, physics course, future specialists in physics, improvement.

Кіріспе

Физиканы оқытуда эксперименттік зерттеулердің мүмкіндігі ғылым ретінде физиканың негізгі артықшылығы болып табылады. Эксперимент деп түсіндірілетін белгілі бір жағдайларда зерттелетін құбылыстарды бақылау мен талдау құбылыстардың барысын бақылауға және тіркелген жағдайлар барысында оны қайталауға мүмкіндік береді [1]. Ғылыми зерттеулерде де, физиканы оқытуда да эксперимент білімнің қайнар көзі, физикалық құбылыстардың дәлелділік белгісі, логикалық және математикалық операцияларды жүргізу үшін бастапқы нүкте, теория мен тәжірибенің байланысының дәлелі болып табылады [2].

Физика курсы өте күрделі, қабылдауы оңай емес біршама ұғымдардан тұратындығы белгілі. Ғылым дамуының жылдам қарқыны мұндай ұғымдардың, айғақтардың, идеялар мен заңдылықтардың ұлғаюына әкеледі [3]. Бұл жағдай оқу материалдарын қандай дидактикалық қағидалар негізінде баяндауды тандап алу ісінде қиындық туғызуда. Физика құбылыстары мен заңдылықтарын студенттерге түсіндірудің бір қиыншылығы - олардың көбінің көзге көрінбейтін, қолмен сезінуге болмайтын құбылыстар екендігінде. Кейбір орта және жоғарғы оқу орындарында оларды эксперименттік тұрғыда сабақта түсіндіруге де қажетті демонстрациялық не лабораториялық приборлардың жетіспеушілігі әрі жасау да оңай емес. Физикалық эксперимент сабақтың маңызды бөлігі болғандықтан, мұндай кемшіліктер мектеп оқушыларымен қатар жоғары оқу орнының білім алушылары үшін де ғылыми-зерттеу орталықтары мен өндірісте қолданылатын қондырғыларда орын алатын аса күрделі құбылыстарды елестетіп, олардың жұмыс істеу принциптерін түсіндіру көптеген қиындықтарды туғызады [4-5].

Осындай қиындықтардан шығудың негізгі жолы физикадан демонстрациялық эксперименттерді цифрлық технологиялар негізінде жетілдіру болып табылады.

Цифрлық білім беру ресурстарын пайдалану жағдайында білім берудің мазмұнын, мақсатын, ұстанымдарын, педагогикалық негіздерін және білім беру сапасын арттыруда бағалау ынталарының жүйесін дамытуды бірнеше шетелдік және отандық ғалымдар С.Ангелл, К. Хенриксен [6], П. Клейн, С. Гребер, А. Мюллер [7], Ж.А. Қараев [8], Е.Ы. Бидайбеков [9], Т.О. Балықбаев, С.М. Кеңесбаев [10], А.Е. Абылкасымова [11], К.М. Беркимбаев [12] және т.б. қарастырған.

Аталған ғалымдардың еңбектерінде білім беруді ақпараттандыру жағдайында оқытудың озық тәжірибелерін оқу үдерісіне енгізудің қажеттілігі айтылған. Сонымен қатар, болашақ физика мұғалімдерін кәсіби даярлау үдерісінің негіздерін, ерекшеліктері мен қызметтерін, физиканы оқытудың теориялық және әдістемелік мәселелерінде цифрлық технологиялардың рөлін шетелдік және отандық ғалымдардан, А.Л. Рудольф, Б. Леймен, М. Жойс, Х. Вигноллес физиканы оқытуда ақпараттық технологиялар көмегімен интербелсенді оқыту мәселелерін [13], Г. Бриссенден физикалық құбылыстарды ақпараттық жүйелер негізінде түсіндіруде интерактивті әдістердің алатын орнын [14], В.Н. Косов, С.А. Красиков физика курсына классикалық тәжірибелерді статикалық компьютерлік модельдеуді [15] зерттеді.

Демек, заман талабына сай физика саласында білім алушылардың жетістікке жетуі үшін физикалық экспериментке баса назар аудару қажет. Физикалық тәжірибелерді жасау, эксперимент жүргізу арқылы жаңалықтарға қол жеткізу үшін студенттердің бойында цифрлық технологиялар негізінде ақпараттық құзіреттілікті қалыптастыру қазіргі заманның **өзекті мәселесі** болып табылады.

Зерттеу әдістемесі

Қойылған міндеттерді шешу үшін келесі зерттеу әдістері қолданылды:

- философиялық, психологиялық, физикалық және әдістемелік әдебиеттерді зерттеу негізінде мәселені теориялық талдау.

ScienceDirect, Scopus, Web of science дерек көздерінен зерттеу бағытына байланысты бірнеше ғылыми мақалалар талқыланды. Зерттеу бағытының әлемдік деңгейдегі маңыздылығы айқындалды:

- жалпы физика курсының оқыту теориясы мен әдістемесін талдау. Физиканы оқыту әдістемесі саласы бойынша оқу құралдарына талдау жасалынды, физикалық эксперименттің оқу үдерісінде қолданыстағы түрлері айқындалды.

- физикалық негіздерді зерттеуде цифрлық ресурстарды, компьютерлік модельдеуді қолданудың тиімділігін анықтау мақсатында сауалнама жүргізу және оның нәтижелерін талдау жасалынды. Зерттеу бағытының өзектілігін айқындау мақсатында жүргізілген сауалнамаға физика мамандықтары бойынша 150 студент қатысты. Сауалнаманың негізгі мазмұнында келтірілген сұрақтарды қарастырайық.

Сауалнаманың мақсаты – физика курсына демонстрациялық экспериментті орындауда цифрлық технологияларды пайдаланудың маңыздылығын анықтау.

1. Сіздің болашақ кәсібіңізде цифрлық технологиялар қаншалықты мөлшерде қажет деп санайсыз. (10-балдық жүйемен бағалаңыз: 10-өте қажет, ... , 1-мүлдем қажеттілігі жоқ)

2. Физиканы оқыту үдерісінде цифрлық технологияларды қолдану өз мамандығыңыз бойынша білім мен білікті қалыптастыруда тиімді деп санайсыз ба? (10-балдық жүйемен бағалаңыз: 10-өте тиімді, ... , 1-мүлдем тиімділігі жоқ)

3. Қазіргі дамып жатқан ақпараттық қоғамда адамдар ақпаратты өндірушілер және ақпаратты қолданушылар болып бөлінеді. Қалай ойлайсыз сіз болашақта өз кәсібіңізде:

- Ақпаратты қолданушы
- Ақпаратты өндіруші
- Екі жақтыда
- Басқа

4. Төмендегі бағдарламалардың ішінде сіздің болашақ кәсібіңізге қажетті деп санағаныңызды таңдаңыз.

- Графикалық редакторлар
- Мультимедиялық презентация жасау бағдарламалары
- Физикалық модельдер
- Компьютерлік эксперименттер
- Демонстрациялық эксперимент бағдарламалары (Открытая физика, Физикон)

5. Физиканы меңгеруде цифрлық ресурстарды өздігіңізден қажетті білім қорын немесе қажетті ақпаратты дайындау, алу, жасау үшін қаншалықты қолдана аласыз? (10-балдық жүйемен бағалаңыз: 10-өте жақсы қолдана аламын, ... , 1-мүлдем қолдана алмаймын)

6. Цифрлық технологияларды физиканы оқып үйренудің қай жағдайында қолданасыз?

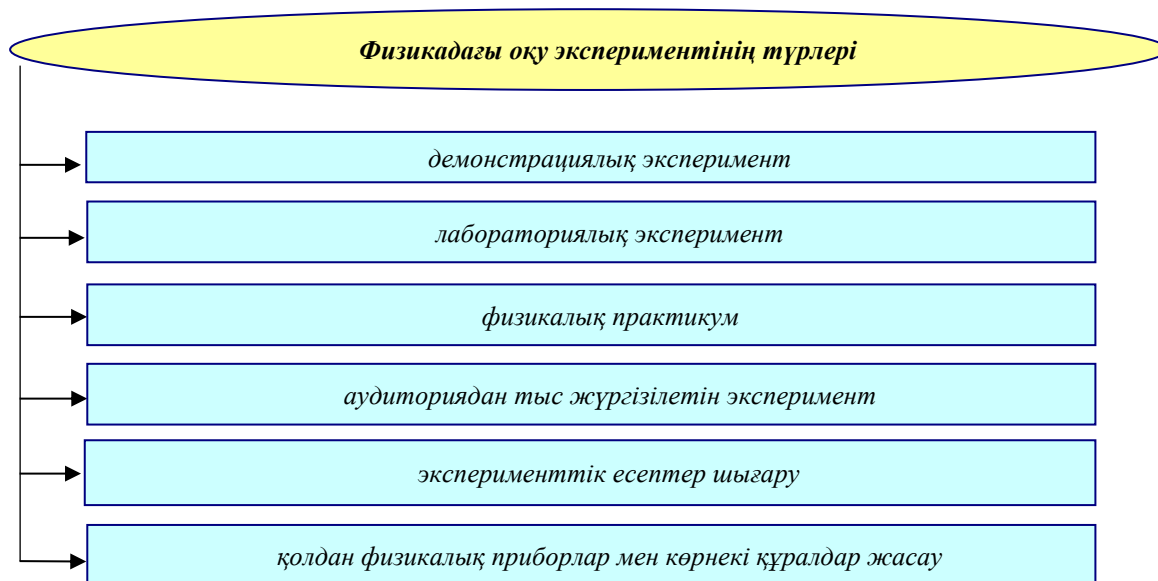
Зерттеудің бұл әдістері зерттеу жұмысымыздың нәтижелерін айқындауға мүмкіндік берді.

Зерттеу нәтижелері

Физика - эксперименттік ғылым болып табылады. Сондықтан, физикадан өткізілетін оқу эксперименті студенттердің физика бойынша алатын білімдерінің көзі және физикалық құбылыстарды зерттеудің әдісі, физика сабақтарындағы басты көрнекілік болып табылады.

Арнаулы құралдардың жәрдемімен физикалық процестерді демонстрациялап көрсету және студенттердің өздерінің істеп, зерттеп, бақылауы *физикалық оқу эксперименті* деп аталады. Ол физика пәнін оқытудағы ең негізгі көрнекі құрал болып саналады, *себебі* оны пайдаланудың нәтижесінде физикалық ұғымдар (үдеу, өріс, жарық дисперсиясы т.б.) қалыптастырылады, құбылыстар арасындағы өзара байланыстар (күш пен масса, ток күші мен кедергі, жылудың механикалық эквиваленті т.б.) тағайындалады, физикалық заңдар (Ньютон, Ом заңдары т.б.) тексеріледі. Ұйымдастыру формасына қарай физикадағы оқу экспериментінің жүйесі (1- сурет) 6 түрден құрылады. Демонстрациялық эксперимент немесе тәжірибелер сабақ үстінде көрсетіледі, сондықтан, ол сабақтың бір бөлігі болып есептелінеді және оқытудың басқа тәсілдерімен (әңгімелеу, дәріс, проблемалық баяндау, т.т.) бірігіп қолданылады. Демек, демонстрациялық тәжірибелер көрсетпейінше физика сабақтарын сапалы өткізуге болмайды.

Сабақ үстінде физикалық тәжірибелерді көбінесе мұғалім көрсетеді, кейде оларды білім алушылардың өздеріне де жасатуға болады. Физикалық эксперимент – оқытудың ең нәтижелі, әсерлі әдістерінің бірі. Демонстрациялық тәжірибелер көрсетілгенде физика сабағы қызықты өтеді.



Сурет 1 - Физикадағы оқу экспериментінің жүйесі

Зертханалық жұмысты (экспериментті) орындағанда, физикалық құбылыстарды студенттердің өздері бақылайды, тексеріп көреді; табиғат заңдылықтарын зерттейді; "қолдан қайта жасайды", сандық және сапалық қасиеттерін байқап, өлшейді; өз бетінше қорытынды жасауға үйренеді, физикалық процестерді біліп-тануға және өмірде қолдануға мүмкіндік болатындығына сенімі артады. Зертханалық эксперимент оқытудың ең әсерлі және нәтижелі әдістеріне жатады. Оны физика ғылымындағы эксперименттік зерттеу тәсілдерінің бейнесі және тікелей "көшірмесі" деп түсіну керек. Сондықтан ол физика пәніне ғылыми-зерттеу сипат береді. Физиканы оқытудың мақсаттарын орындайтындай зертханалық, демонстрациялық экспериментті цифрлық технология негізінде ұйымдастырудың мынадай әдістемелік ерекшелік маңызы бар.

1. Демонстрациялық тәжірибені көрсеткенде студенттер тек қана пассивті түрде бақылаушы рөл атқаратын болса, цифрлық технологиялар негізінде демонстрациялық экспериментке олардың өздері белсене қатынасады, физикалық құбылыстарды өздері компьютер арқылы істеп көріп, өлшеулер жүргізеді, физикалық шамалар мен тұрақтыларды тағайындайды.

2. Цифрлық ресурстар арқылы демонстрациялық эксперимент жасау үстінде студенттер бізді қоршаған табиғат құбылыстары туралы өзінше қорытынды жасауға үйренеді, физика заңдарының практикалық маңызын түсінеді, физика ғылымының техникамен және өмірмен байланыстылығына сенетін болады. Бұл физиканы оқытудағы формализмді жоюға жәрдемдеседі.

3. Цифрлық ресурстар арқылы демонстрациялық эксперимент сабақтарында студенттер ғылыми-зерттеу жұмыстарды жүргізуге дағдыланады, физика ғылымының танымдық күшіне сеніп, оқуға деген олардың ынта-жігері артады.

Айналамыздағы бізді қоршап тұрған денелер мен процестер әлемінде тұнып тұрған физикалық сыр-құпия мен таңғаларлық тамаша құбылыстар мол. Тіпті, аяқ бассаң, қозғала кетсең, тамақ пісірсең, ойыншықпен ойнасаң, машинамен жүрсең, сырғанақ тепсең, суда жүзсең, ән салсаң, домбыра тартсаң - бәрі физика екендігін физик-мұғалім ешқашан естен шығармауы тиіс. Мұны білім алушыларға ұқтырудың, оған нандырудың ең тиімді жолы - оларға цифрлық ресурстар арқылы физикалық тәжірибелер мен бақылауларды жасаттыру.

Физика мамандығының студенттерімен жүргізілген сауалнама нәтижесі осындай тұжырымдар жасауға мүмкіндік берді. Студенттердің 35%-ы болашақ кәсібінде цифрлық технологияларды өте қажет деп санаса, қалған 65% студенттің бұл қажеттілікті бағалау шкаласы 9-4 балл аралығын қамтыды. Ешбір студент мүлдем қажет емес деп санамайтындығына көз жеткіздік.

Сонымен бірге, физиканы оқыту үдерісінде цифрлық технологияларды қолдану мамандық бойынша білім мен білікті қалыптастыруда тиімділігін бағалаған студенттердің орташа ұпай көрсеткіші 7,8 баллды құрады. Бұл жоғары деңгейді көрсетеді. Ал, болашақ маман ретінде студенттер өздерін ақпаратты қолданушы әрі өндіруші деп екі жақты сипатта санайды.

Студенттердің 90%-ы виртуальды эксперименттерді, демонстрациялық эксперимент бағдарламаларын (Открытая физика, Физикон) қолдану физиканы тереңірек түсінуге мүмкіндік береді деп санайды және физиканы меңгеруде цифрлық ресурстарды өздігіңізден қажетті білім қорын немесе қажетті ақпаратты дайындау, алу, жасау үшін қолдануға құштарлықтарын көрсетті.

Нәтижелерді талқылау

Соңғы уақытта жиі кездесетін мәселелердің бірі: «Физика сабақтарында компьютердің қажеттілігі бар ма? Оқу үдерісінен нақты тәжірибені компьютер ығыстырып жатқан жоқ па?», «Физика сабақтарында компьютерлік бағдарламалардың қолданылуы қашан айқындалатындығы?» мәселесіне жауап берейік. Біздің ойымызша, оқытудың дәстүрлі түрлерімен салыстырғанда артықшылығы бар жағдайларды келтіру керек. Мысалы, оқыту үдерісінде компьютерлік модельдерді пайдалану жағдайлары. Компьютерлік модель ретінде физикалық құбылыстарда, тапсырмаларда кездесетін жағдайлар мен тәжірибелерді жасанды түрде көрсете алатын компьютерлік бағдарламаларды меңзеу қажет.

Табиғи тәжірибе мен компьютерлік модельдеудің қандай айырмашылығы бар? Ең алдымен, компьютерлік модельдеу табиғи тәжірибелер мен құбылыстардың көрнекті қарқынды кескіндерін алуға, нақты құбылыстар мен тәжірибелердің көзге байқалмайтын ұсақ бөлшектерін қайталауға мүмкіндік береді. Модельдерді пайдалану барысында компьютер табиғи тәжірибеде табылмайтын, нақты табиғи құбылысты емес, оның қарапайымданған үлгісін көзбен көруге мүмкіндік береді. Мұнда кезеңімен қарастырылатын қосымша факторлар модельді бірте-бірте күрлендіреді және оны нақты табиғи құбылысқа ұқсастырады. Сонымен бірге, компьютерлік модельдеу оқиғалардың уақыттық көлемін өзгертуге және табиғи тәжірибеде іске асырылмайтын, жағдайларды модельдейді.

Қорытынды

Білім алушының компьютерлік модельдермен жұмысы аса пайдалы, себебі, компьютерлік модельдер табиғи тәжірибелердің бастапқы жағдайларын түрліше өзгерте алатындықтан, олар көптеген виртуалдық тәжірибелер жасауға мүмкіндік алады. Мұндай интерактивтілік білім алушыға кең көлемдегі танымдық мүмкіндіктерді бере отырып, оларды бақылаушы ғана емес, жүргізілетін тәжірибелердің белсенді қатысушыларына айналдырады. Кейбір модельдер тәжірибе барысымен қатар сәйкес графикалық байланыстардың құрылуын бақылай отырып, олардың көрнекілігін арттыруға мүмкіндік береді. Мұндай модельдер ерекше құнды, себебі, білім алушылар әдетте графикаларды құру мен оқу барысында қиналады.

Әрине, компьютерлік зертхана табиғи зертхананы алмастыра алмайды. Дегенмен, компьютерлік зертханалық жұмыстардың орындалуы табиғи тәжірибеге тән дағдыларды – бастапқы жағдайларды таңдау, тәжірибе өлшемдерін орнату және т.б. талап етеді.

Пайдаланылған әдебиеттер:

1 Abu Bakar J. A., Gopalan V., Zulkifli A. N., Alwi, A. (2018). Design and development of mobile augmented reality for physics experiment. In *Communications in Computer and Information Science* (Vol. 886, pp. 47–58). Springer Verlag. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1628-9_5

2 Saprudin S., Liliyasi S., Prihatmanto A.S., Setiawan A., Viridi S., Safitri H., ... Rochman C. (2020). Gamified experimental data on physics experiment to measuring the acceleration due to gravity. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032079>

3 Ramankulov S. Z., Dosymov E., Mintassova A. S., Pattayev A. M.. Assessment of student creativity in teaching physics in a foreign language. *European Journal of Contemporary Education*, 8(3), 2019, 587–599. <https://doi.org/10.13187/ejced.2019.3.587>

4 Құрбанбеков Б.Ә. Физиканы оқытуда білімгерлердің тәжірибелік-зерттеушілік құзыреттілігін қалыптастырудың дидактикалық шарттары мен қағидалары. *Қазақстанның ғылымы мен өмірі*, - №3(46), - 2017. 54-59 б.б.

5 Ибрагимов Г.И. Педагогический эксперимент: проблемы и основные направления совершенствования // *Педагогика*. 2010, - №3. - С.20-27.

- 6 Angell C., Guttersrud O., Henriksen E., Isnes A. *Physics: frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching* // *Science Education* – 2004. – №88(5). – P. 683-706.
- 7 Klein P., et al. *Classical Experiments revisited: Smartphone and Tablet PC as Experimental Tools in Acoustics and Optics*. *Physics Education* 49 (4), 2014. – P. 412-418.
- 8 Караев Ж.А. Активизация познавательной деятельности учащихся в условиях применения компьютерной технологии обучения: Автореф. ... док. пед. наук: 13.00.01. – Алматы, 1994. – 21 с.
- 9 Бидайбеков Е.Бі. Білімді ақпараттандыру саласы бойынша болашақ педагогтарды дайындау мәселелері // *Педагогика және Психология*. - 2012. – №3-4. – С. 221-231.
- 10 Кеңесбаев С. М. Жаңа ақпараттық технологияларын пайдалану үрдісінде студенттерді кәсіби әрекеттерге дайындаудың ғылыми-теориялық негізі // *Білім - Образование*. – 2010. – №2. – Б. 28-32.
- 11 Әбілқасымова А.Е. Студенттердің танымдық ізденімпаздығын қалыптастыру. - Алматы: Білім, 1994. 192 б.
- 12 Беркінбаев К. М., Сыдықов Б. Д. Информатикалық пәндерді оқытудың педагогикалық технологиясы // *Қазақстан мектебі*. – 2006. – №11. – Б. 33-35.
- 13 Rudolph A. L., Lamine B., Joyce M., Vignolles H., and Consiglio D. D. *Introduction of interactive learning into French university physics classroom* // *Phys. Rev. Special Topics: Physics Education Research*. - 2014. -№10. – В – 010103.
- 14 Brissenden G. *Using Research to Bring Interactive Learning into General Education Mega-Courses*. *Peer Review*. – 2011. – №13. – 3 p.
- 15 Косов В. Н., Красиков С. А. *Компьютерное моделирование на уроках физики*. – Алматы, 2001. – 194 с.

References:

- 1 Abu Bakar J. A., Gopalan V., Zulkifli A. N., Alwi, A. (2018). *Design and development of mobile augmented reality for physics experiment*. In *Communications in Computer and Information Science* Vol. 886, 47–58. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1628-9_5. (In English)
- 2 Saprudin S., Liliarsari S., Prihatmanto A.S., Setiawan A., Viridi S., Safitri H., ... Rochman C. (2020). *Gamified experimental data on physics experiment to measuring the acceleration due to gravity*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567). Institute of Physics Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/3/032079>. (In English)
- 3 Ramankulov S. Z., Dosymov E., Mintassova A. S., Pattayev A. M. (2019) *Assessment of student creativity in teaching physics in a foreign language*. *European Journal of Contemporary Education*, 8(3), 587–599. <https://doi.org/10.13187/ejced.2019.3.587>. (In English)
- 4 Kurbanbekov B.A. (2017) *Fizikany okytuda bilimgerlerdin tazhiribelik-zertteushilik kuzyrettiligin kalyptastyrudin didaktikalik sharttary men kagidalary [Didactic conditions and principles of formation of experimental research competence of students in teaching physics]*. *Kazakhstanyn gylymy men omiri*, №3(46), 54-59. [In Kazakh]
- 5 Ibragimov G.I. (2010) *Pedagogicheskij jeksperiment: problemy i osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya. [Pedagogical experiment: problems and main directions of improvement]* *Pedagogika*. №3, 20-27. (In Russian)
- 6 Angell C., Guttersrud O., Henriksen E., Isnes A. (2004) *Physics: frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching*. *Science Education* №88(5), 683-706. (In English)
- 7 Klein P., et al.(2014) *Classical Experiments revisited: Smartphone and Tablet PC as Experimental Tools in Acoustics and Optics*. *Physics Education* 49 (4), 412-418. (In English)
- 8 Karaev Zh.A. (1994) *Aktivizacija poznavatel'noj dejatel'nosti uchashhihsja v uslovijah primeneniya komp'juternoj tehnologii obuchenija [Activation of informative activities in the context of the application of computer technology in teaching]: Avtoref. ... dok. ped. nauk: 13.00.01.Almaty, 21. (In Russian)*
- 9 Bidajbekov E.Y. (2012) *Bilimdi akparattandyru salasy bojnynsha bolashak pedagogtardy dajyndau maseleleri [Problems of training future teachers in the field of informatization of education].Pedagogy and psychology]. Pedagogika zhane Psihologija. №3-4, 221-231. [In Kazakh]*
- 10 Kenesbaev S.M. (2010) *Zhana akparattyk tehnologijalaryn pajdalanu urdisinde studentterdi kasibi areketterge dajyndaudyn gylymi-teorijalyk negizi [Scientific and theoretical foundations of preparing students for professional activities in the process of using new information technologies]. Bilim. Obrazovanie. №2,28-32. [In Kazakh]*
- 11 Abilkasymova A.E. (1994) *Studentterdin tanymdyk izdenimpazdygyn kalyptastyru [Formation of students' cognitive interest]. Almaty: Bilim, 192. [In Kazakh]*
- 12 Berkinbaev K.M., Sydykov B.D. (2006) *Informatikalik panderdi okytudyn pedagogikalik tehnologijasy [Pedagogical technology of teaching Informatics disciplines].Kazakhstan mektebi. №11,33-35. [In Kazakh]*
- 13 Rudolph A. L., Lamine B., Joyce M., Vignolles H., and Consiglio D. D. (2014) *Introduction of interactive learning into French university physics classroom*. *Phys. Rev. Special Topics: Physics Education Research*.№10,V-010103. (In English)
- 14 Brissenden G. (2011) *Using Research to Bring Interactive Learning into General Education Mega-Courses*. *Peer Review*. №13,3. (In English)
- 15 Kosov V. N., Krasikov S. A. (2001) *Komp'juternoe modelirovanie na urokah fiziki [Computer modeling in physics]. Almaty, 2001, 194. (In Russian)*