

ӘОЖ 378.091.33:53.05:004.946; МҒТАР 14.85.51

<https://doi.org/10.47526/2025-3/2664-0686.261>А.Т. КАРИМОВА ¹, Б.А. КУРБАНБЕКОВ ²¹PhD докторант, Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: ainur.karimova@ayu.edu.kz²PhD, доцент м.а., Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz

БОЛАШАҚ ФИЗИКА МҰҒАЛІМІН КӨРНЕКІЛЕНГЕН ЗЕРТХАНАЛАР ЖАСАУҒА ҮЙРЕТУДІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Физика пәні мұғалімі зертханалық жұмыс арқылы оқушылардың пәнге деген қызығушылығын оятып, оқушыларға табиғат құбылысын аналитикалық қырынан көрсете алады. Мақалада виртуалды құралдар арқылы жүргізілген зертханалық жұмыстарға шолу жасалынған және мұғалімнің өзіне виртуалды сайман жасау қажеттілігі туындаған жағдайда пайдалануға болатын әдістемеліктің ерекшеліктері талқыланған. Қазіргі таңдағы мектептегі жаратылыстану пәндері кабинеттеріндегі зертханалар күйі жайында сөз қозғалды. Материалдық зертханалық кешендер жаратылыстану пәндерінің барлық тақырыптарын қамтуға жеткіліксіз екендігі және оқушы мен мұғалім виртуалды зертханалар арқылы қашықтықтан зертханалық жұмыс жүргізуге болатындығы ерекшеленді. Осы орайда дайын виртуалды зертханаларды пайдалану талапқа сай келмеген жағдайда оларды түрлендіру технологияларына шолу жасалған. Физиканың компьютерлік әдістері деп аталатын нұсқаулық арқылы динамикалық құбылыс табиғатын ашатын виртуалды зертхана жасау технологиясы қарастырылған. Бұл технологияны қолдана отырып, күштердің өзара әсерін сипаттайтын, «PVL Күш моменті» атты виртуалды зертханалық орта жасалынып, ол ортаның артықшылықтары мен кемшіліктері зерттеліп, салыстырылады. Сонымен қатар, мектеп физикасының басқа да тақырыптары бойынша зертханалар құрастыру тенденциялары анықталып, ортақ алгоритмді пайдалану және оқушы қабілетін анықтау үшін мектепте виртуалды зертханаға қойылатын талаптар түйінделген. Виртуалды орта жасау қиындығын қозғайтын скептикалық пікірлерді жоққа шығару үшін қолданылатын психологиялық әдістемелер тұжырымдалған.

Қорытындылай келе, авторлар виртуалды зертханалар табиғат құбылысын түсінуге және болжауға көмектесетін құрал екендігін көрсетіп, зертханаларды қолдануда аса үлкен қиындық жоқ екендігіне сеніммен қарайды. Елімізде бекітіліп жатқан білім беру бағдарламаларының сәтті жүзеге асуына виртуалды зертханалар үлкен үлесін қосатындығын дәлелдеп, оларды жасау технологияларын ұсынады.

Кілт сөздер: виртуалды зертханалық жұмыстар, мектепте физиканы оқыту, қашықтықтан зертхана орындау, көрнекілік жасау технологиясы, физиканың компьютерлік әдістері.

* Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Каримова А.Т., Курбанбеков Б.А. Болашақ физика мұғалімін көрнекіленген зертханалар жасауға үйретудің ерекшеліктері // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2025. – №3 (137). – Б. 426–439. <https://doi.org/10.47526/2025-3/2664-0686.261>

*Cite us correctly:

Karimova A.T., Kurbanbekov B.A. Bolashaq fizika mugalimin kornekilengen zerthanalar zhasauga uiretudin erekshelekteri [Features of Training Future Physics Teachers in Modern Virtual Laboratories Creation Methods] // *Iasau universitetinin habarshysy*. – 2025. – №3 (137). – B. 426–439. <https://doi.org/10.47526/2025-3/2664-0686.261>

A.T. Karimova¹, B.A. Kurbanbekov²¹*PhD Doctoral Student, Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: ainur.karimova@ayu.edu.kz*²*PhD, Acting Associate Professor of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz***Features of Training Future Physics Teachers
in Modern Virtual Laboratories Creation Methods**

Abstract. A teacher of physics can help school learners to look at natural phenomena from an analytical point and awake students' interest in the physics subject with a laboratory work. This article reviews the laboratory work conducted using virtual tools and discusses the features of the methodology for usage of create virtual tools in situations where they are necessary. There was a discussion about during state of laboratories in the current school classrooms. It has been detected that material laboratory complexes are not enough to cover all subjects of natural sciences and that the learner and teacher can conduct laboratory work remotely through virtual laboratories. In this case, a review of the technologies of using ready-made virtual laboratories, making them different if they do not meet the requirements. There was discuss a technology of virtual laboratory that can show nature of dynamic phenomena created according a manual that named as "computer methods of physics". By this technology created a virtual laboratory environment named "PVL Kush momenti" that describes the interaction of forces; discussed the advantages and disadvantages of this environment and compared on the other alternative environments. Furthermore, had been determine the tendencies of creating laboratories for other school subjects, and the requirements for a virtual laboratory to determine the usage of common algorithm. Additionally, wrote about psychological techniques that can used to refute the scepticism about the difficulty of creating a virtual environment.

To sum up, the authors gave an opinion that virtual laboratory is a tool that helps to understand and predict natural phenomena, and confident that there is not difficult to use them. They are believe that virtual laboratories make a great contribution to the successful implementation of educational programs and they offer the technology to create virtual worlds.

Keywords: virtual laboratory work, teaching physics at school, remote laboratory performance, visualization technology, computer methods of physics.

A.T. Каримова¹, Б.А. Курбанбеков²¹*PhD докторант, Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: ainur.karimova@ayu.edu.kz*²*PhD, и.о. доцента, Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz***Особенности обучения будущих учителей физики
методам создания современных виртуальных лабораторий**

Аннотация. Учитель физики посредством лабораторных работ может пробудить у учащихся интерес к предмету и показать учащимся явления природы с аналитической точки зрения. В статье рассмотрены лабораторные работы, проводимые с использованием виртуальных инструментов, и рассмотрены особенности методики, которые можно использовать, если преподавателю необходимо создать виртуальные инструменты. Обсуждалось состояние лабораторий в школьных кабинетах предметов естествознания в настоящее время. Подчеркивалось, что материально-лабораторных комплексов недостаточно для охвата всех предметов естествознания, что ученик и преподаватель могут проводить

лабораторные работы дистанционно через виртуальные лаборатории. В связи с этим рассмотрены технологии использования готовых виртуальных лабораторий и технологии разработки других лабораторных сред в случае их несоответствия предъявляемым требованиям. Предложена технология создания виртуальной лаборатории, раскрывающей природу динамических явлений посредством так называемых компьютерных методов физики. С помощью этой технологии создается виртуальная лабораторная среда под названием «PVL Күш моменті», описывающая взаимодействие сил, изучаются и сравниваются преимущества и недостатки этой среды. Одновременно были определены тенденции создания лабораторий по другим предметам школьной физики, а также обобщены требования к виртуальной лаборатории в школе с целью использования единого алгоритма и определения способностей ученика. Предложены психологические приемы с целью опровержения скептицизма по поводу сложности создания виртуальной среды.

В заключении авторы показывают, что виртуальные лаборатории являются инструментом, помогающим понимать и прогнозировать явления природы, и уверены, что больших сложностей в использовании лабораторий нет. Доказывая, что виртуальные лаборатории вносят большой вклад в успешную реализацию утверждаемых в стране образовательных программ, авторы предлагают технологии для их создания.

Ключевые слова: виртуальная лабораторная работа, преподавание физики в школе, дистанционная лабораторная работа, технология визуализации, информатика физики.

Кіріспе

Ғылым мен техниканың үдемелі дамуы жүріп жатқан қазіргі кезеңде мұғалім болмысына үздіксіз трансформациялану қасиетін енгізу керектігі қарсы пікір тудырмасы ақиқат. Себебі білім беру жүйесінің толықтай сапалы жұмыс атқаруын қамтамасыз ететін негізгі қозғаушы күш мұғалім екендігін ескерсек, мұғалімнің шығармашылық қабілетін дамыту, жүйені толықтай жаңа деңгейге көтеруге жеткізеді. Келтірілген тұжырымдаманы ұстанатын педагогика саласы мамандары жаңа технологияларды өз ісінде шығармашылықпен қолдана білуді қолдайды. Алайда бұл мақсатқа жету үшін қосымша ізденіс жұмыстарын аянбай жүргізіп, жаңашылдыққа бойындағы бар күшін сарп етуге дайын тұрған педагогтар жүйелік қарама-қайшылыққа кезігуде. Атап айтсақ, еліміздің білім беру жүйесіне кіріктіріліп отырған Болон процесіндегі ерекшеленген «ұлттық құндылықтарды қолдана отырып, білім беруге болмайды» деген шарты, педагогика мен психология арасындағы қашықтықтың алшақ болу талабы, білім беру жүйесіндегі әкімшілік-бюрократиялық жүйенің тудырып жатқан келеңсіздіктері және т.б. зерттеу жұмысында жоғарыда аталған білім беруде қалыптасып тұрған жүйелік түйіндерді шешу жолдары ұсынылған.

Қандай технологияны қолданып білім беру үдерісін жүргізсе де қолданылатын технология білім алушының жас және психологиялық ерекшелігіне сәйкес болатындығын болжау талабы ескеріледі. Сондықтан, мұғалім білім беру процесінде қолданып отырған компьютерлік сайман мүмкіндіктерін, артықшылықтары мен кемшіліктерін әртүрлі деңгейлерде елестетуі керек. Болашақ физика мұғалімі бәсекеге қабілетті деңгейге өзін көтергісі келсе, өз кәсібін шыңдау әрекеттері жаңа ақпараттық-коммуникативтік технологияларды (АКТ) міндетті түрде кеңінен қолдануды талап ететін оқу үдерісіне белсенді қатысуға бағытталуы тиіс. Ақпараттық-коммуникативтік технологиялар саласындағы сауаттылық ХХІ ғасыр қоғамы меңгеруі тиіс нақты өмірлік мәселелерді шешуге қажетті негізгі дағдылардың бірі болып саналады.

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты – болашақ физика пәні мұғалімін АКТ шексіз мүмкіндіктерін пайдалана отырып, виртуалды құралдар жасауға үйрету, оларды жасау

технологиясына сараптама жүргізу, қарапайым зертханалық орта жасап, оның сәтті және сәтсіз қырларын бағалау.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – WPF технологиясын қолдана отырып, «Күш иіні» динамикалық құбылысының аналитикалық сараптамасын жасауға арналған виртуалды орта құру әдістерін ұсыну.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы – жаңа буын және кәсіби физика мұғалімдері құзыреттілігін көтеруге мүмкіндік беретін физиканың компьютерлік әдістерін меңгеруге жол ашу. Қашықтықтан білім беру алгоритмін барлық мұғалімдер қалыптастыруы керек екендігін ескеретін болсақ, аталған тұжырым өте жоғары практикалық маңызға ие.

Зерттеуде педагогикалық эксперименттің мақсаты – физика пәні мұғалімі курсы оқып жатқан студенттердің зертхана жасау қабілетін көтеруге көмектесетін, виртуалды зертхана жасауға арналған «Физиканың компьютерлік әдістері» атты нұсқаулықтың әсерін бағалау.

Зерттеу әдістері мен материалдар

Көрнекілік құрал жасауға арналған әдістемеліктің қаншалықты сәтті нәтиже беретіндігін анықтау мақсатында теориялық және эмпирикалық әдістер қолданылды. Теориялық әдістер кешенін ашып айтар болсақ: берілген тапсырмаларды оқушылар қаншалықты деңгейде түсінгенін анықтау мақсатында талдау әдісі қолданылды, кері байланысты сараптау барысында жинақтау әдісі қолданылды, классификациялай отырып көрнекілік құрал жасауды үйретуде модельдеу әдісі сәтті нәтиже берді, сонымен қатар сапалық көрсеткішті арттыру мақсатында салыстыру әдісі қолданылды.

Теориялық мәліметтерді жинақтау, сараптау, талдау әрекеттері эмпирикалық әдістерді қолдану барысында жүзеге асты. Зерттеу жұмысының нәтижесі практикалық маңызға ие екендігін ескеретін болсақ, білім алушы мен беруші арасындағы педагогикалық үдеріс эмпирикалық мазмұнда жаңғыратындығы белгілі. Болжамды нәтиженің тиянақты көрінісін алу практикалық іс-әрекеттердің сәтті орындалуымен тығыз байланысты екендігі айқындалды.

Талдау мен нәтижелер

Үдемелі дамып келе жатқан заман талабынан қалыс қалмау мақсатында білім беруді дамытуда жасалып отырған тың өзгерістер жаңа буын мамандарын даярлаудың сипатын айқындайды. Жер жаһанның түкпір түкпіріндегі шұғыл және түбегейлі өзгеріске бет бұру кезеңдерінің қай мезгілге сәйкес келетінін тарихшылар дөп басып айта алмайды. Алайда соңғы төрт индустриялық революция бастамасы XVIII ғасыр тұсына сәйкес келіп тұр. Жалпы айтқанда, бірінші бу, екінші электр, үшінші жартылай өткізгіштерді пайдалануды үйренген адамзат аталған жаңалықтар арқылы индустриялық серпіліс орнатты. Жиырма бірінші ғасырдың тұсына сәйкес келіп тұрған төртінші индустриялық кезеңнің негізгі серпіліс беруші өнімі «жасанды интеллект» болып табылады [1]. Осындай серпілістерді тудырушы жалпыға белгілі сыртқы факторлар: соғыс, экономикалық бәсекелестік, табиғи катаклизмдер. Педагогика саласындағы зерттеу жұмыстарында аталған сыртқы факторлар екінші қатарға қойылып, бірінші қатарға ішкі факторларды анықтау қарастырылады.

Индустриялық серпіліске себепші ішкі фактор болып табылатын шығармашылдық пен сыни ойлау бағытындағы жаңалықтарды алға тарту маңызды. Болашақ физика пәні мұғалімдерін оқушылардың алдына барған кезде өз ойын жеткізу үшін креативті амалдар қолдануға машықтандыру аса қажет. Осы орайда, тіпті «креативті өндіріс» деген термин пайда болғандығы белгілі. Қазақстан Республикасының Президенті Қасым-Жомарт Кемелұлы Тоқаев «Әділетті Қазақстанның экономикалық бағдары» тақырыбында, 2023 жылдың 1 қыркүйегінде жасаған жолдауында бұл терминге ерекше тоқталып өтті: «Экономиканы өркендетуге және халықты жұмыспен қамтуға ықпал ететін тағы бір бағыт – медиа, кино, музыка, дизайн, білім беру, ақпараттық технология салаларын қамтитын

креативті индустрия. Қазіргі заманда азаматтардың шығармашылық әлеуетіне және зияткерлік капиталына арқа сүйейтін «креативті өндіріс» салалары шынайы инклюзивті экономиканы дамытудың қайнар көзі саналады» [2]. Бұл сала елімізде дамымай отырғандығын айтқан президенттің сөзін ескере отырып, шығармашыл еңбектер санын көбейтуге физика мұғалімдері ақпараттық технологияларды меңгере отырып, өз үлесін еселеп қосуына болады.

Дегенмен, қарсы пікір туындауы да заңдылық. Информатика саласын емес, физика саласын үйренуге тиісті студенттерді басқа оқу бағдарламасына көшіру үдерісі басталады деген қауіп те жоқ емес. Әрине PhET, Go-Lab Project, VccSSe, TEALsim, Amrita Vishwa Vidyapeetham Virtual Lab, NPL, myPhysicsLab, oPhysics: Interactive Physics Simulations, The physics classroom, SimPhy, Physion, Interactive Physics Simulations секілді дайын виртуалды зертханаларды пайдаланып, физика құбылыстарын үйрету әдістемелерімен шектелсек болар еді. Алайда тіл туралы заң бойынша мемлекеттік тілде жасақталмаған көрнекіліктерді сабақ барысында пайдалану заңға қайшы. Екіншіден, келесі сұраққа жауап табуымыз керек: «Физика мұғалімі кім?». Ең алдымен ол – «мұғалім», содан соң ол «физик» болып табылады. Олай болса мұғалім ретінде, компьютерлік әдістер арқылы көрнекіліктер жасай алуы керек, оны пайдаланып, физиканы оқушыларға жеткізе білуі қажет. Бұл аса үлкен жылдамдықпен дамып отырған заманның талабы, ол өте күрделі және аса үлкен шыдамдылықты қажет ететін бетбұрыс. Осыған қарамастан мақала авторлары жаңа буын педагогтарын тәрбиелеуде психологиялық аспектіні ескеру керектігін алға тарта отырып, ұлтымыздың тарихында қазық болып орын алған ағартушылық дәстүрлердің психологиялық тәсілін, қазіргі таңдағы күрделі технологияларды меңгеруді жеңілдетуде қолдануға болатындығын анықтады [3].

Физиканы оқытудағы қажеттіліктерге байланысты жаңа ақпараттық-коммуникативтік технологияларды қолданудың келесі перспективалы бағыттарын атап өтуге болады:

- ақпараттық технологиялар көмегімен оқу үрдісіндегі физикалық үдерістерді моделдеу;

- виртуалды демонстрациялық тәжірибелері бар сабақтарды тиімді жүргізу үшін компьютерлік бағдарламаларды пайдалану [4].

Виртуалды зертханалық жұмыстар нақты зертханалық қондырғылар мен құрылғыларды тікелей пайдаланбай эксперименттер жүргізуге және нәтиже алуға мүмкіндік беретін компьютерлік бағдарламалар болып табылады. Виртуалды зертханалар білім алушылардың шығармашылығы мен креативтілігін дамытуға негіз болу арқылы, білім беру процесін қызықты, көрнекі, интерактивті ете отырып айтарлықтай байыта алады [5, 6]. Соның нәтижесінде оқушылардың білім алуға деген ынтасы мен белсенділігі артып, оқу нәтижелеріне оң әсер етеді. Виртуалды зертханалық ортаны жасау барысында басты үш сұраққа жауап қарастырылды: «Виртуалды ортаны қалай жасауға болады?», «Қалай пайдалануға болады?» және «Виртуалды орта жасауда пайда болған қиындықтарды қалай жоюға болады?». Бірінші сұрақтың жауабын іздестіруде виртуалды ортаны жасау тарихы, олардың түрлері және пайдалануға болатын технологиялар арасынан сәйкесін таңдау жұмыстары жүргізілді.

Оқытуда, болашақ мамандарды даярлауда көрнекі құралдарды пайдаланудың заманауи әдістерін көптеген ғалымдар зерттеген болатын, соның ішінде Л. Фреер, С. Гоял, К. Пятт, Р. Симс, З. Татли, А. Айас, Р. Тивари, К. Сингх, М. Элли, С.Д. Лукетич пен Е.Л. Долан сияқты шетел ғалымдарының виртуалды зертхана жасауға сіңірген еңбектерін ерекше атап өтуге болады. Көрші Ресей мемлекетіне назар аударатын болсақ, В.И. Коломин «кәсіби құзыреттілік» ұғымы аясында құзыретті физика мұғалімі міндетті түрде көрнекілік жасай алуы керек екендігін дәлелдеген [7]. И.М. Агибова физиктерді кешенді түрде дайындау керек десе [8], Е.А. Пономарева көрнекілік жасауда физика мұғалімі оқушы психологиясы ерекшелігін ескеруі керектігін тұжырымдаған [9]. Отандық зерттеушілерден Ж.А. Қараев,

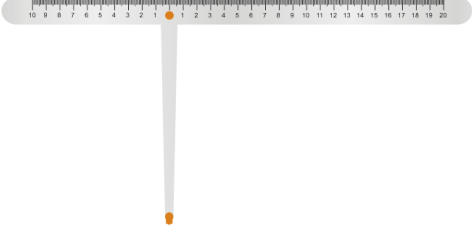
М.А. Құдайқұлов, Е.А. Дайнеко, М.Т. Ипалакова, Д.Д. Цой, Ж.Ж. Болатов, Ә.Х. Сарыбаева, А.М. Сейтнұр [10] еңбектерін ерекшелеуге болады. Г.З. Шаймерденова биологияда виртуалды орта жасау технологиясын қолданған болатын [11]. Еңбектерге жүргізілген әдебиеттік шолудың негізінде көптеген ғалымдар виртуалды зертхана жасауды қадамдап түсіндіретін нұсқаулық жазбағандығы байқалды. Дегенмен виртуалды зертхананың шынайы зертханадан ерекшелігін, артықшылығын және жалпы оны жүзеге асыру технологиясын кеңінен қарастырған. Сондықтан бізге «Виртуалды ортаны қалай жасауға болады?» деген негізгі сұрағымызға жауап табу үшін WPF (Windows Presentation Foundation) технологиясын зерттеуге тура келді. Бұл технология арқылы қамтылатын мәселе ауқымы кең және интернет желісі мен кітапханалардан үйретуші мәліметтерді жеңіл табуға болады.

Виртуалды зертхана жасау бойынша WPF технологиясының графикалық мүмкіндіктері ерекшеленіп [12], ол бойынша «физиканың компьютерлік әдістері» нұсқаулығы дайындалды. Төменде осы нұсқаулықта келтірілген «PVL Күш моменті» виртуалды зертхана жасау үзіндісі қарастырылған. Виртуалды зертхана жасау барысында негізгі төрт қадамды орындауы керек:

1. Нұсқаулықта көрсетілен іс-әрекеттер реттілігін сақтай отырып, мұғалім зертхана компоненттер суреттерін CorelDraw көмегімен салады;

2. Салынған компоненттер суретін идентификациялайды, яғни, оларға программалық атау беріп, сипаттамасын арнайы кестеге енгізеді (1-кесте).

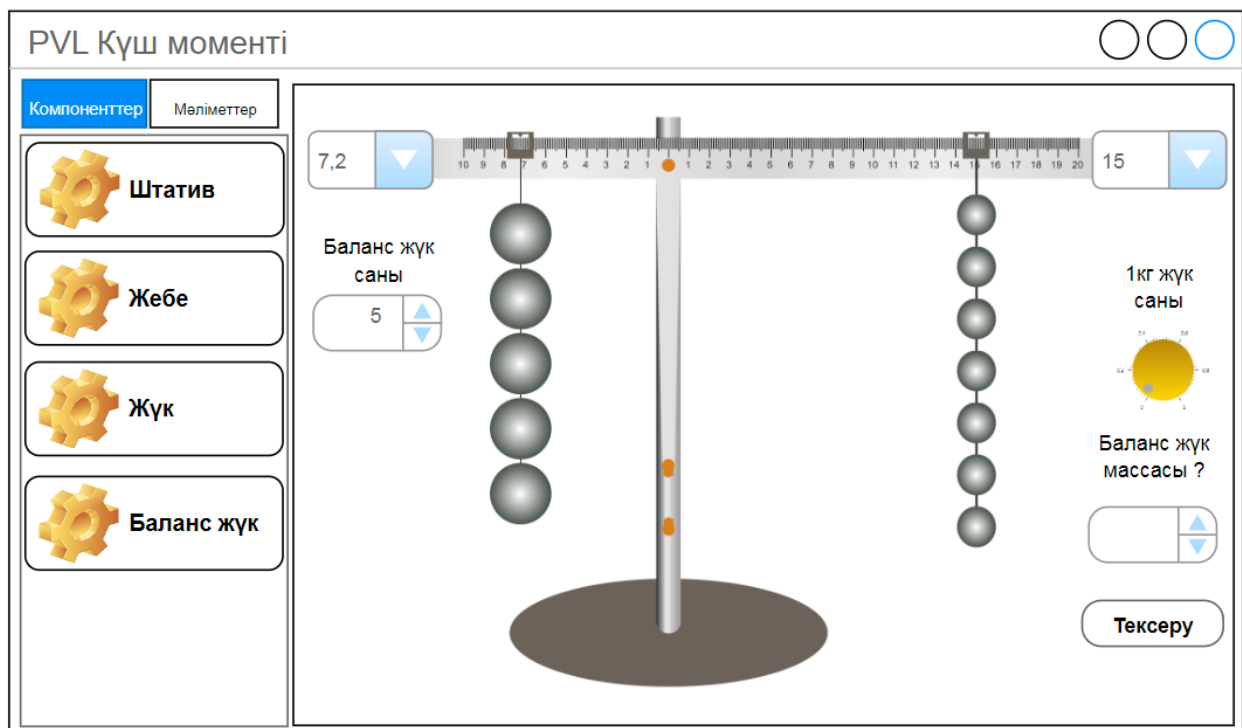
1-кесте – «PVL Күш моменті» зертханасына қажетті компоненттер

№	Нысан	Көрінісі	Сипаттамасы
1	2	3	4
1	Штатив SupportViewModel		Штативка жебе осі бекітіледі. Зертхана жұмысы барысында бұл компонент стационар күйде болады.
2	Жебе Arrow		Штативке бекітілетін компонент. Мұның бойымен сол және оң жүктер тобы сырғитын болады. Белгілі формулаға сәйкес оң, теріс айналатын болады.
3	Жүк Cargo		Егер жүктер санын көбейткен кезде жүктер тізімі өзгереді және өзгеріс визуалды байқалады.
4	Баланс жүк Balance		Зертхананы пайдаланушы баланс жүкті енгізгенде жүктер тізімі өзгермеді және өзгеріс визуалды байқалмайды.

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4
5	Стол WorkPlace	Фон	Зертхана көрінісін көрнекі еті үшін берілетін фондық сурет. Оқушы сенімін ояту мақсатында мұғалім өзінің суретін пайдаланса болады.
6	Штатив орыны SupportPlace		Зертхана динамикалық функциямен жинақталып, тарқатылатын болса қолданылады.

3. Стандартты және пайдаланушы жасайтын компоненттерді түгелдеп, мұғалім diagrams.net сервисі арқылы болашақ зертхана прототипін жасайды (1-сурет).

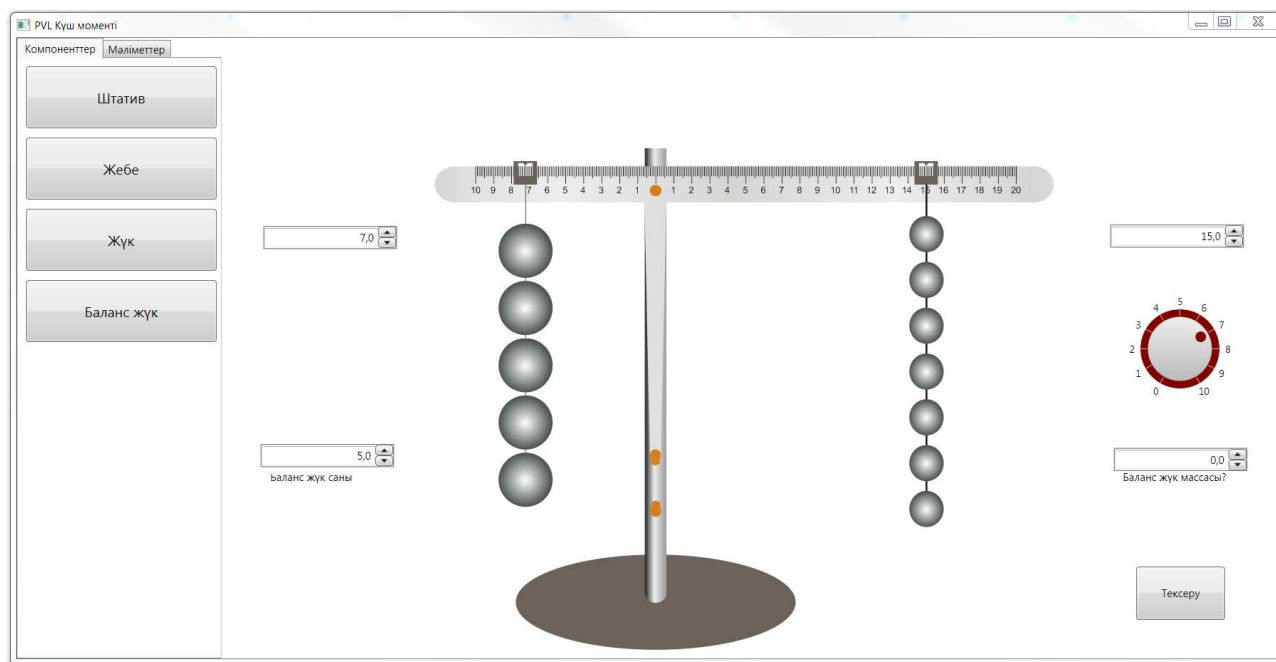


1-сурет – «PVL Күш моменті» зертханасы терезесінің прототипі

4. Microsoft Visual Studio ортасының WPF технологиясын пайдалана отырып, мән беру-қабылдау функцияларын және компоненттерді динамикалық басқару амалдарын нұсқаулыққа сәйкес орындайды (2-сурет).

Бұл төрт әдіс нұсқаулықта толықтай сарапталған. Зертханалық ортаның мақсаты, күш моменті жайында ақпарат, зертхананы қолдану нұсқаулығы, оқушы білімін тексеру әдісі, компоненттерді жасау, алгоритм шаблонын құрастыру, математикалық-динамикалық модельдеу, бағдарлама кодын жазу және тағы басқа ақпараттар тарқатылып айтылған. Нұсқаулықта көрсетілген кезеңдерден жүйелі түрде өткен мұғалім өз жоспарын (1-сурет) сәтті түрде жүзеге асырады (2-сурет). Байқап тұрғанымыздай, нәтиже көрінісі прототипке ұқсамауы мүмкін. Олай болуы міндетті емес, дегенмен стратегиялық мақсатымыз жүзеге

асуы тиіс. Осылайша біз «Виртуалды ортаны қалай пайдалануға болады?» деген сұрағымызға жауап беріп отырмыз.



2-сурет – «PVL Күш моменті» виртуалды зертханасы

Енді «Виртуалды орта жасауда пайда болған қиындықтарды қалай жоюға болады?» деген сауалды қарастырайық. Осы мәселені қамтитын виртуалды зертхана жасауға арналған нұсқаулықты қолдана отырып, болашақ физика мұғалімдерінің компьютерлік сауаттылығын қаншалықты көтеруге болатындығын анықтау мақсатында студенттермен арнайы сауалнама жүргізілді. Сауалнама нәтижесі көрсеткендей, нұсқаулық студенттерге көмекші құрал бола алатындығын және виртуалды саймандар жасауға сенім беретінін аңғартты. Зертхана жасау үдерісіне оқушыларды қатыстыру ұсынысы пайда болды. Пәнаралық байланыс орнату мақсатында информатика сабағында қолданылатын тапсырма ретінде ұсыну керектігі тұжырымдалды. Сонымен қатар, кемшіліктер мен артықшылықтар анықталды.

Виртуалды орта (ВО) құру топпен жұмыс барысында тиімді жүзеге асырылады. ВО-ны топтық жүзеге асыру артықшылығы: білім алушы ақпаратты топ болып жұмыс жасағанның әсерінен оңай қабылдайды, атқарылатын жұмыс ауқымы азаяды, ВО құрылымының белгілі фазасына көбірек көңіл бөлуге мүмкіндік болады, ой концентрациясы бұзылмайды, ынтымақтастық орнатылған топтың өзара сенімі жоғары болады, өзара кемшіліктерді жою жұмыстары қиындықсыз орындалады, күтпеген жаңа ұсыныстар топтық жұмыс барысында жиі кездеседі.

Топпен жұмыс жасау барысында келесі келеңсіздіктер пайда болуы мүмкін: топ мүшелері өз фазасына жауапсыз қарауы, топта көшбасшы болмауы, топ мүшелерінің интеллектуалдық деңгейлерінің сәйкессіздігі, өзара толеранттылық жоқтығы, т.с.с. Егер топ мүшесінің бірі өз фазасына жауапсыз қараса жауапты адам келесі жауапсыз мүшенің жұмысын қатар алып жүруіне тура келеді нәтижесінде, дара жұмыс жасаудан ерекшелігі болмай қалады. Топ мүшелерінің интеллектуалды сәйкессіздігі орын алған жағдайда қанша жерден өзара ынтымақтастық болғанымен қойылған мәселе жауабы табылмай тұра береді. Жауапсыз қарау мәдениетсіздік белгісі болса, ақпарат жинақтамау сауатсыздық белгісі. Өзара толеранттылық болмаған жағдайда жұмыс сабырсыз жүреді. Нәтижеге жету жолы

келіспеушіліктен үзіліп қалуы мүмкін. Оқытушы осы жолды жалғап отыруы керек. Әрине оқытушының жоғарыда атап өткендей ерекше рөлі бар. Ол топқа сырттан баға бере отырып, топтың жылжу бағытын болжап отырады. Келеңсіздікке бара жатқан жағдайда алдын ала қам жасайды, қайтымсыз нүктеге жеткізбей педагогикалық ақуалды шешеді. Педагогикада айтылған қиындықтан шығу сценарийлері түрлі ғалымдармен тұжырымдалып, талқыланған. Алайда, әрбір педагогикалық ақуалдан шығу жолы өзінің ерекшелігімен дараланады. Жақсы педагог – дайын сценарийлерді қолдана біледі және қажет болса өзі педагогикалық ақуалдан шығу сценарийін жасай алады.

Болашақ физика пәні мұғалімі ВО құрастыруды алғаш топпен бастағаны дұрыс. Жалғыз бастаған студенттің атқарылуы керек жұмыстар ауқымының жалпы суретін көрген кезде шығармашылдық шабыты қашып кетуі мүмкін. Сонымен қатар, физикадан бөлек АКТ бағытындағы жаңа ақпараттарды меңгеруде өзара көмек болатын сенімді серіктестердің табылғаны дұрыс. Бұл орайда оқытушының атқаратын ролы жоғары. Студент сұрақтарына сапалы жауап бере алатын дәрежеде болуы үшін физика мен бағдарлама құру технологияларын қатар алып машықтанған оқытушы болуы шарт. Егер қандайда бір себептермен оқытушы студентке қажетті көңіл бөле алмаса «Физиканың компьютерлік әдістері» нұсқаулығы (ФКӨ) жәрдемші ролін атқарады. Әрине студенттің сұрақтарына жауапты ФКӨ де толық бере алмауы мүмкін. Мұндай жағдайда ойланудың жоғарғы сатысы «зерттеушілік» үрдісінде ізденіс жасайды. Бұл әрине күделі үрдіс десек те студент ертелі кеш осы үрдісте жұмыс жасауды қалыптастыруы керек тұлға екендігі белгілі.

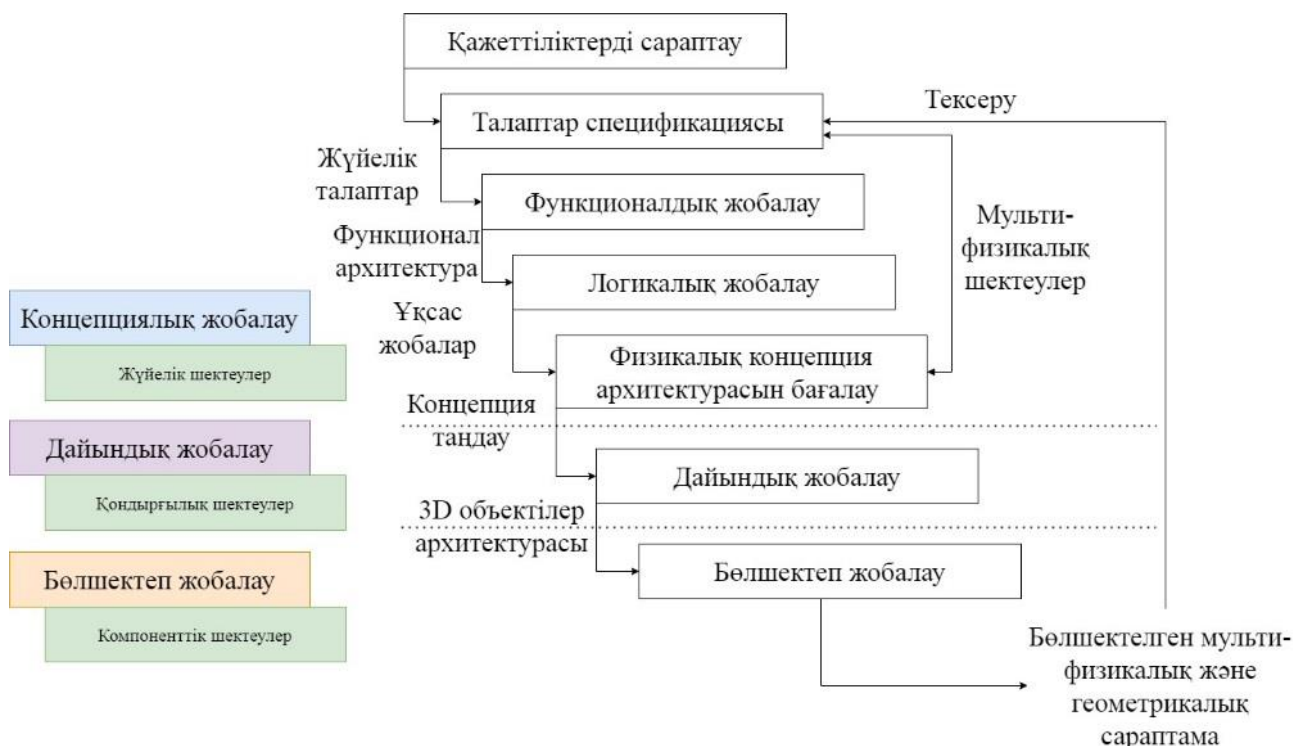
Студенттің паттерндерді терең тануына, объектіге-бағдарлы бағдарламалауға жататын, келесі ұғымдарды түсіну көмектеседі:

- Ұрпақ (генерациялау) – қандайда бір «А» класс типіне жататын екінші «В» класс құрастыру. «В» класының объектісі «А» класына да меншікті;
- Жасау (жүзеге асыру) – интерфейсте жарияланған әдістің денесі ұрпақ класс денесінде жариялануы;
- Ассоциация – қандай да бір «В» класс объектісінің типі «А» класс болуы;
- Композиция – қандай да бір «А» класс типті айнымалы «В» класында жарияланып, «В» класы әдісінде айнымалының экземпляры жариялануы;
- Агрегация – қандай да бір «А» класс типті айнымалы «В» класында жарияланып, «В» класы параметрінің (параметрдің типі «А» класына жатады) айнымалыға меншіктелуі;

Бұл ұғымдарды түсіну үшін келесі ұғымдарды білу керек: класс, экземпляр, әдіс, қасиет, объект. Паттернді сипаттау үшін UML пайдаланылады ал, жүзеге асыру үшін C# синтаксистері (кілттік сөздер) қолданылады. ФКӨ тақырыптарында аталған ұғымдар кеңінен қарастырылған. Олармен танысқан студент өз шығармасын жүзеге асыруды бастауы мүмкін. Сол кезде ол нольден бастамайды, ФКӨ тапсырмаларын орындау барысында студентте қандайда бір көлемде паттерндер қоры қалыптасады немесе өз шығармасына сай келетін стандартты паттерндері қолданады.

Айталық, физиканың қандай да бір бөліміне қатысты зертханалық ортаны құрастыру тапсырмасын студенттер қабылдады. Бірінші атқаратын жұмысы: виртуалды орта архитектурасының концепциясын құру. Ол үшін, ФКӨ тақырыптарынан физиканың бөлімін сипаттайтын виртуалды зертхана құру нұсқаулығы арқылы виртуалды орта шектеулерін ескере отырып жобалау өмірлік цикліне өзгеріс енгізеді (3-сурет). Студент немесе студенттер тобы үш фазаны параллель алып жүреді: концепциялық, дайындық және бөлшектеп жобалау. Әр фазаның сәттілігі мульти-физикалық шектеулерге жауап беруі. Мульти-физика – физиканың заңдылықтарынан құралған математикалық моделдер (дифференциалдық тендеулер мысал бола алады). Егер жоспарыңыз математикалық тендеулерге салу арқылы жүзеге аспайтын болса, мульти-физикалық шектеуден өтпеді деп есептейміз. «Дайындық жобалаудан» басқа жобалау фазаларында виртуалды ортаның қаншалықты математикалық

теңдеуге қисынды екендігі тексеріледі. Осылайша жобаның жүзеге асу шындығы анықталады. Олай етпеген жағдайда жүзеге асуы мүмкін емес мақсат қойылып кетуі мүмкін. Студент математикалық теңдеулерді компьютерде қолдана алмаса (мульти-физикалық шектеулер), виртуалды орта құру мақсатына жете алмайды.



3-сурет – Жобалау өмірлік циклі

«Концепциялық жобалау» кезеңі бес негізгі құраушыдан тұрады: қажеттіліктерді сараптау; талаптар спецификасын құру; виртуалды орта функционалдық ерекшеліктерін белгілеу; оның логикалық құрылымын анықтау; физикалық концепция архитектурасын бағалау. Нәтижесінде, «Концепциялық жобалау» фазасында виртуалды ортаның жүйелік архитектурасы құрылады.

ВО өміршеңдігін анықтау үшін қажеттіліктерді педагогикалық көзқараста сыни тұрғыдан талқылау шарт. Ең әуелгі сұрақтар ВО тақырыбына қатысты қойылады:

- Тақырып маңыздылығы неде?
- Бұл тақырыпта ВО құру қажет пе?
- Осы тақырыпқа қатысты қандай ВО аналогтары бар?
- Аталған тақырып бойынша ВО құрып болғаннан кейін тағы өзгеріс енгізу керек бола ма?
- ВО симуляциясы қаншалықты шындықтан ауытқыса болады?
- ВО техникалық құжатын жасау қажет пе?

Сұрақтар санын көбейтуге да болады алайда, ВО қажеттілігін анықтау үшін келтірілген сұрақтар жеткілікті. Бірінші сұраққа жауап беру барысында, ВО оқушыларға маңыздылығы тақырыптың мазмұндық ерекшелігіне байланысты анықталады. Егер «күш» ұғымын көрнекілеу керек болса ВО құру маңызды егер, қандайда бір физиктің тұлғалық ерекшелігін айтып кету керек болса ВО құру маңызды емес. Осындай форматта ішкі сұхбат жүргізе отырып ВО маңыздылығы белгіленеді.

Тілдік мақсаттарды жүзеге асыру критерийлеріне ықпал ету факторы виртуалды зертхана құру қажеттілігін анықтайды. Егер ВО қазақ тілінде құрылмаған болса онда сөзсіз

бұл ВО-ны құру қажет. ВО құру қажеттілігі анықталғанымен оның аналогы жоқ болса ойдан прототип жасау белсенді жүргізіледі егер, аналогы бар болған жағдайда сол аналогтың интерфейсін прототип ролінде пайдалануға болады. ВО құрылып болғаннан кейін тағы өзгеріс жасау керек болу шарты алдын ала анықталып алуы керек. Егер жиі өзгеріске ұшырап тұратын сайман болатын болса бөлек өзгерткіш қосымша қарастырылады. Олай болса бұл дегеніміз виртуалды орта редакторын (программа диспетчерін) құру дегенді білдіреді. Виртуалды орта диспетчерін құру концепциясы қосымша бағыттағы ақпарат жинақтауды талап етеді.

Зерттеулерді негізге ала отырып, WPF технологиясы және физиканың компьютерлік әдістері нұсқаулығын қолданып, жүзеге асырылған «PVL Күш моменті» виртуалды зертханасын жасау артықшылықтары мен кемшіліктерін төмендегідей анықтадық.

Артықшылықтары:

- Заң тұрғысынан қарайтын болсақ, тіл туралы заңнамалар тарапынан білім құралдарына қойылатын талаптар қанағаттандырылады;
- Икемділік тұрғысынан физика мұғалімдері қажетті компоненттерді (виртуалды жабдықты) өз қалауындағы бейнеге келтіре отырып, әртүрлі виртуалды тәжірибелер жасай алатын болады;
- Қол жетімділік тұрғысынан жасалынған зертханалық орталық орта әр оқушыға жеке қолдануға мүмкіндік ашады;
- Конфигурациялық тұрғысынан әр оқушының психологиялық ерекшелігін ескере отырып, мұғалім оқушы қалайтын конфигурация енгізе алады;
- Қауіпсіздік тұрғысынан шынайы зертхананы пайдалану кезіндегідей оқушыны оқшаулау болмайды, ағзасына сырттан физикалық әсер жасалмайды.
- «Көрінбейтін» зат көрінеді: виртуалды зертханаларда адамның көзіне көрінбейтін процестерді модельдеуге болады [13].

Қиындықтар мен кемшіліктері:

- Бірінші мәселе мұғалімнің ақпараттық технологияларды пайдалануды үйренуінен туындайды. Шынайы құбылыстарды көрнекілеу үшін математикалық, динамикалық және 3D модельдеу бір тұтастығын орнату керек болады. Қоршаған орта тұтастығын жүзеге асыру функцияларын жасауға мұғалімнің ұзақ уақыты мен күш-жігері жұмсалады.
- Екінші мәселе сыныптың компьютермен қамсыздануына байланысты. Жеке оқушы зертханалық жұмыс жасай алуы үшін соған дараланған жабдықтармен жабдыкталуы қажет.
- Келесі мәселе виртуалды ортаның шынайы ортадан ерекшелігінен туындайды. Физикалық қауіп жоқтығын сезген оқушы зертханалық ортаға жауапсыздықпен қарауы мүмкін.
- Ерекше атап өтілуге тиісті мәселе мұғалімнің өз білімімен, қайталанбас виртуалды зертханалар жасауға сенімсіздігінен туындайды. Көп энергия жұмсамай дайын және тартымды 3D орта арқылы сипатталған, коммерциялық немесе келісімсіз орнатылған қосымшалық зертханаларды қолданады.

Әрине бір нұсқаулық арқылы кез келген виртуалды орта жасауға болады деп отырғанымыз жоқ. Келтірілген тұжырымдамалар, анықталған кемшіліктер мен артықшылықтар виртуалды орта жасау қиындықтарын жеңілдетуді зерттеу жұмыстарын жүйелі түрде жалғастыру керектігін көрсетті. Егер зерттеу жұмысымызға сыни тұрғыдан қарап бағалайтын болсақ, онда бағалау критерийлерін тұжырымдауымыз керек. Пайдаланушы зертханалық ортада өзін жауапыз сезінбеуі үшін виртуалды орта шын ортаға барынша жақын болуы тиіс. Сондықтан, виртуалды орта төменде келтірілген төрт критерийге жауап бере алатын болуы тиіс (K1-K4):

K1: Әрбір виртуалды компонент қасиеті шынайы компоненттің қасиетімен сәйкес бір болуы тиіс.

К2: Пайдаланушы болып отырған оқушы өз мұғалімінің суреті көрсетілген талаптар мен түсіндірмелер диалогын анимациялайтын симулятормен жұмыс істегені жөн.

К3: Виртуалды объектілердің визуалдық қасиеті жоғары сапалы болуы керек.

К4: Зертхана шынайылығын арттыру мақсатында аудио қолдаулар қосқан дұрыс. Заттардың соқтығысы мен дабыл секілді эффектілер дыбысы оқушыны оятып отыруға көмектеседі.

Қорытынды

Болашақ физика пәні мұғалімдерін ақпараттық-коммуникативтік технология құралдарын қолдануға даярлауда физикалық оқу тәжірибесін ұйымдастыру мәселесі терең зерттеулерді қажет етеді. Жұмыстың негізгі мақсатына сәйкес, зерттеуде физика мұғалімінің білім беру процесінде виртуалды зертхана жасау нұсқаулығын қолданудың теориялық және практикалық негіздері қарастырылған. Болашақ физика пәні мұғалімі виртуалды зертханаларын пайдалану және құрастыру барысында біз келесі маңызды құраушыларды анықтадық:

- педагогикалық және әдістемелік материалды анықтау мақсатында оқу материалын алдын-ала логикалық өңдеу;
- виртуалды зертханаларды пайдалана отырып, физика пәні бойынша білім беру мазмұнын жетілдіру;
- оқу материалы мазмұнының ақпараттық сыйымдылығын арттыру;
- оқу материалын құрылымдық қайта құру есебінен оңтайландыру;
- оқу әрекетін жобалау;
- физика мұғалімінің көрнекілік құрал жасау іс-әрекетінің ынтасын арттыру;
- мұғалімнің зерттеушілік дағдыларын дамыту мақсатында виртуалды орта жасау тапсырмалары санын көбейту;
- көрнекілік жасау бойынша жетістіктерді жаңартуға сәйкес физиканың компьютерлік әдістерін үнемі жаңартып отыру.

Біз физика пәні мұғалімі үшін әзірленген «Физиканың компьютерлік әдістері» факультативтік курсын ашуды ұсынамыз. Осы курсқа арналған біздің дайындаған ақпараттық білім беру технологиялары физика және басқа пәндер бойынша білім сапасын арттыруға болатынын дәлелдеуге мүмкіндік береді.

Біздің зерттеулеріміз WPF технологияларды пайдалану тұрғысынан оқу процесін виртуализациялау мәселесін ашады және қол жеткізілген нәтижелер жаңа міндеттердің негізін құрайды. Жалпы білім беретін мектептің оқу процесінде виртуалды зертханаларды пайдалану әлемдік тенденцияларға сай және мемлекеттік стандарт талаптарын жүзеге асыра отырып, оқытуды жүргізуге мүмкіндік береді.

Оқу үдерісін оңтайландыруда біз ұсынған әдістеме физиканы оқытудың сапасын және тиімділігін арттырудың ықтимал бағыттарының бірі болып табылады. Бұл шешім физика мұғалімінің құзыреттілігін арттыруға және ақпараттық технологияларды пайдалану арқылы оқытудың дәстүрлі әдістерін түрлендіруге мүмкіндік береді. Ақпараттық технологиялар жаңа кезеңіндегі оқу үдерісін оңтайландыру виртуалды зертханаларды табысты пайдалану факторы болып табылады. Бұл жаратылыстану пәндері оқу процесін қызықты, шығармашылыққа толы және жемісті түрде зерттеу мәселелерін шешуге жол ашады.

Жүргізілген педагогикалық эксперимент WPF графикалық технологиялар негізіндегі виртуалдандырудың педагогикалық мүмкіндіктерін пайдалану білім сапасына оң әсерін тигізді. Атқарылған зерттеу виртуалды зертхана аясында оқу үдерісі серпінді түрде алға жүретінін және ақпаратты көп қажет ететінін көрсетті.

Бұл мақала Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырған (ЖТН «AP22787500») жоба аясында жазылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Клаус Шваб. Төртінші индустриалдық ревалюция: – Алматы: Ұлттық аударма бюросы, 2018. – 200 б.
2. Мемлекет басшысы Қасым-Жомарт Тоқаевтың «Әділетті Қазақстанның экономикалық бағдары» атты Қазақстан халқына Жолдауы. [Электронды ресурсы]. URL: <https://egemen.kz/article/348193-prezident-qasym-zhomart-toqaevtynh-qazaqstan-khalqyna-zholdauynynh-tolyq-matini> (қаралған күні 27.02.2024)
3. Каримова А.Т., Курбанбеков Б.А., Чорух А. Мектептегі жаратылыстану пәндерін оқытуда заманауи виртуалды зертханалармен жұмыс жасау ерекшеліктері // Абай атындағы ҚазҰПУ-ң хабаршысы «Педагогика ғылымдары» сериясы. – 2023. – №4(80). – Б. 294–303.
4. Kang N. Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching // Teaching and Teacher Education. – 2008. – №24(2). – P. 478–498.
5. Luketic C.D., Dolan E.L. Factors influencing student perceptions of high-school science laboratory environments // Learning environments research. – 2013. – Т.16, №1. – P. 37–47.
6. Goyal S. E-Learning: Future of education // Journal of Education and learning. – 2012. – Т. 6, №2. – P. 239–242.
7. Коломин В.И., Стефанова Г.П. Теоретические основы и методика преподавания курса общей физики в бакалавриате университета: монография. – Астрахань: Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – 276 с.
8. Агибова И.М., Беджаниян М.А., Федина О.В. Использование интерактивных методов обучения в подготовке будущих учителей математики и физики // Проблемы современного педагогического образования. – 2021. – №70-2. – С. 6–13.
9. Пономарева Е.А. Изучение педагогических понятий, связанных с терминами «эксплицитный» и «имплицитный» // Мир науки, культуры, образования. – 2015. – №2 (51). – С. 133–138.
10. Дайнек Е.А., Ипалакова М.Т., Цой Д.Д., Болатов Ж.Ж., Сейтнұр А.М.. Инновационные технологии в преподавании физики в вузе // «Білім беру мазмұнын жаңарту жағдайында педагогикалық кадрларды кәсіби даярлау: құзыреттілік, технология, инновация» атты республикалық ғылыми-әдістемелік конференциясының материалдары. 12 сәуір 2019 жыл. – Атырау: Х.Досмұхамедов атындағы Атырау мемлекеттік университеті, 2019. – 151 б.
11. Шаймерденова Г.З., Шолпанқұлова Г.А. Инновациялық виртуалды зертханалық жұмыстарды құру мен қолдану әдістемесі. Биология: оқу құралы. – Тараз: Dumaty university, 2021. – 120 б.
12. Jack Xu. Practical WPF Graphics Programming – Advanced.NET Graphics Development with the Windows Presentation Foundation. – 1st ed. – UniCAD Publishing, Phoenix, United States of America, 2007. – 689 p.
13. Түреқұлова А.Қ., Шектибаев Н.А. Зертханалық эксперименттер арқылы оқушылардың физикаға деген қызығушылығын арттыру // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2024. – №3 (133). – Б. 329–341. <https://doi.org/10.47526/2024-3/2664-0686.96>

REFERENCES

1. Klaus Shvab. Tortinshi industrialdyq revaliucia [The Fourth Industrial Revolution]. – Almaty: Ulttyq audarma biurosy, 2018. – 200 b. [in Kazakh]
2. Memleket basshysy Qasym-Zhomart Toqaevtyn «Adiletti Qazaqstannyn ekonomikalyq bagdary» atty Qazaqstan halqyna Zholdauy [Address of the President of Kazakhstan Kassym-Jomart Tokayev to the people of Kazakhstan named “Economic Orientation of Fair Kazakhstan”]. [Electronic resource]. URL: <https://egemen.kz/article/348193-prezident-qasym-zhomart-toqaevtynh-qazaqstan-khalqyna-zholdauynynh-tolyq-matini> (date of access 27.02.2024) [in Kazakh]
3. Karimova A.T., Kurbanbekov B.A., Choruh A. Mekteptegi zharatylystanu panderin oqytuda zamanaui virtualdy zerthanalarman zhumys zhasau erekshelekteri [Features of working with modern virtual

- laboratories when studying natural science in school] // Abai atyndagy QazUPU-n habarshysy «Pedagogika gylymdary» seriasy. – 2023. – №4(80). – B. 294–303. [in Kazakh]
4. Kang N. Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching // Teaching and Teacher Education. – 2008. – №24(2). – P. 478–498.
5. Luketic C.D., Dolan E.L. Factors influencing student perceptions of high-school science laboratory environments // Learning environments research. – 2013. – T.16, №1. – P. 37–47.
6. Goyal S. E-Learning: Future of education // Journal of Education and learning. – 2012. – T. 6, №2. – P. 239–242.
7. Kolomin V.I., Stefanova G.P. Teoreticheskie osnovy i metodika prepodavania kursa obshei fiziki v bakalavriate universiteta: monografiya [Theoretical foundations and methods of teaching a course in general physics in the bachelor's degree program at the university: monograph]. – Astrahan: Izd. dom «Astrahanskiy universitet», 2006. – 276 s. [in Russian]
8. Agibova I.M., Bedzhanian M.A., Fedina O.V. Ispolzovanie interaktivnykh metodov obucheniya v podgotovke budushih uchitelei matematiki i fiziki [Using interactive teaching methods in training future teachers of mathematics and physics. Problems of modern pedagogical education] // Problemy sovremennogo pedagogicheskogo obrazovaniya. – 2021. – №70-2. – S. 6–13. [in Russian]
9. Ponomareva E.A. Izuchenie pedagogicheskikh poniaty, svyazannykh s terminami «eksplitsitnyi» i «implicitnyi» [Study of pedagogical concepts related to the terms “explicit” and “implicit”] // Mir nauki, kulture, obrazovaniya. – 2015. – №2 (51). – S. 133–138. [in Russian]
10. Dainek E.A., Ipalakova M.T., Coi D.D., Bolatov Zh.Zh, Seitnur A.M.. Innovatsionnye tehnologii v prepodavanii fiziki v vuze [Innovative technologies in teaching physics at the university] // «Bilim beru mazmunyn zhanartu zhagdaiynda pedagogikalyq kadrlardy kasibi daiarlau: quzyrettilik, tehnologia, innovatsiya» atty respublikalyq gylimi-adistemelik konferenciasynyn materialdary. 12 sauir 2019 zhyl. Atyrau: H. Dosmuhamedov atyndagy Atyrau memlekettik universiteti, 2019. – 151 b. [in Russian]
11. Shaimerdenova G.Z., Sholpanqulova G.A. Innovatsionalyq virtualdy zerthanalyq zhumystardy quru men qoldanu adistemesi. Biologiya: oqu quraly [Methodology of creating and using innovative virtual laboratory works. Biology: training manual]. – Taraz: Dlaty university, 2021. – 120 b. [in Kazakh]
12. Jack Xu. Practical WPF Graphics Programming – Advanced.NET Graphics Development with the Windows Presentation Foundation. – 1st ed. – UniCAD Publishing, Phoenix, United States of America, 2007. – 689 p.
13. Turekulova A.Q., Shektibaev N.A. Zerthanalyq eksperimentter arqyly oqushylardyn fizikaga degen qyzygushylygyn arttyru [Increasing Students' Interest in Physics through Laboratory Experiments] // Iasau universitetinin habarshysy. – 2024. – №3 (133). – B. 329–341. <https://doi.org/10.47526/2024-3/2664-0686.96> [in Kazakh]