



АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

АҚПАРАТТЫҚ-КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

DOI 10.51885/1561-4212_2025_2_114
MFTAA 20.01.01

А.Т. Жетписбаева¹, Б.Ж. Медетов¹, А.Т. Ахмедиярова², Б.Е. Хамзина³, Г.Қ. Үрістимбек¹

¹Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

E-mail: aigulji@mail.ru*

E-mail: bm02@mail.ru

E-mail: urst.gulzhazira@gmail.com

²Satbayev University, Алматы қ., Қазақстан

E-mail: aat.78@mail.ru

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., Қазақстан

E-mail: be_khamzina@mail.ru

ЗАМАНАУИ КОМПЬЮТЕРЛІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ФИЗИКАЛЫҚ ҚҰБЫЛЫСТАРДЫ ЗЕРТТЕУГЕ АРНАЛҒАН ЗЕРТХАНАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ӘЗІРЛЕУ

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

RESEARCH AND DEVELOPMENT OF LABORATORY INSTALLATIONS FOR STUDYING PHYSICAL PHENOMENA USING MODERN COMPUTER TECHNOLOGIES

Аңдатпа. Бұл жұмыстың мақсаты дәстүрлі зертханалық зерттеулердің сапасы мен дәлдігін сақтай отырып, компьютердің виртуалды ортасында эксперименттер жүргізу мүмкіндігін қамтамасыз ете отырып, зертханалық процестерді цифрландыру мақсатында математикалық маятникте физикалық эксперименттерге арналған электрондық зертханалық құрылғыны әзірлеу болып табылады. Оның нәтижелері оқу үдерісін жетілдіріп қана қоймай, электронды білім беру мен зертханалық құрылғыларды дамыту бойынша қосымша зерттеулерге ықпал етеді деп күтілуде.

Осы мақсатта қолданыстағы қондырғылардың кәзіргі жағдайын талдадық. Оның негізінде ғылыми мекемелердің зертханалық жағдайында физикалық құбылыстарды зерттеу үшін балама цифрлық эксперименттік кешендер тұжырымдалып, әзірленді. Компьютерлік көру технологиясына негізделген бұл кешендер осы мақалада келтірілген.

Зерттеу барысында ғылыми талдаудың сенімді әдістері, соның ішінде аппараттық шешімдердің теориялық негіздемесі, әзірленген бағдарламалық кешендерді эксперименттік сынақтан өткізу және эксперименттік деректерге соңғы компьютерлік өңдеу қолданылды. Мақалада сипатталған зерттеу компьютерлік көруді қолдана отырып, объектілерді анықтаудың инновациялық механизмін ұсынады, бұл өлшеу дәлдігін жақсартуға көмектеседі және физикалық эксперименттер жүргізуге жаңа мүмкіндіктер ашады.

Механика бойынша әзірленген зертханалық кешендерге аппараттық және бағдарламалық бөліктер кіреді. Бағдарламалық жасақтама сервер мен клиент модульдерінен, ал аппараттық құрал физикалық процесс жүретін негізгі көріністен тұрады. Бұл көріністе әртүрлі физикалық құбылыстар мен механика процестерін талдауға болатын математикалық маятник немесе көлбеу жазықтық сияқты әртүрлі нысандар орналасқан. Сонымен қатар, қондырғыға деректерді автоматтандырылған жинау мен өңдеуді қамтамасыз ететін микрокомпьютер мен камера кіреді.

Түйін сөздер: компьютерлік технологиялар, математикалық маятник, электрондық зертханалық

жұмыстар, физикалық зертханалық зерттеулер, жасанды интеллект.

Аннотация. Целью данной работы является разработка электронного лабораторного устройства для физических экспериментов на математическом маятнике с целью оцифровки лабораторных процессов, обеспечивая возможность проведения экспериментов в виртуальной среде компьютера при сохранении качества и точности традиционных лабораторных исследований. Ожидается, что его результаты не только улучшат учебный процесс, но и будут способствовать дальнейшим исследованиям в области электронного образования и разработки лабораторных устройств.

С этой целью нами был проведён анализ потенциала существующих установок, на основе которого были сформулированы и разработаны альтернативные цифровые экспериментальные комплексы для изучения физических явлений в лабораторных условиях научных учреждений. Эти комплексы, основанные на технологии компьютерного зрения, представлены в данной статье.

В ходе исследования применялись надёжные методы научного анализа, включая теоретическое обоснование аппаратных решений, экспериментальную апробацию разработанных программных комплексов и заключительную компьютерную обработку экспериментальных данных. Описанное в статье исследование представляет инновационный механизм идентификации объектов с использованием компьютерного зрения, что способствует повышению точности измерений и открывает новые возможности для проведения физических экспериментов.

Разработанные лабораторные комплексы по механике включают аппаратную и программную части. Программная часть состоит из серверного и клиентского модулей, а аппаратная – из основной сцены, где происходит физический процесс. На этой сцене располагаются различные объекты, такие как математический маятник или наклонная плоскость, с помощью которых можно анализировать множество физических явлений и процессов механики. Дополнительно в состав установки входят микрокомпьютер и камера, обеспечивающие автоматизированный сбор и обработку данных.

Ключевые слова: компьютерные технологии, математический маятник, электронные лабораторные работы, лабораторные исследования по физике, искусственный интеллект.

Abstract. The aim of this work is to develop an electronic laboratory device for physical experiments on a mathematical pendulum in order to digitize laboratory processes, providing the ability to conduct experiments in a virtual computer environment while maintaining the quality and accuracy of traditional laboratory research. It is expected that its results will not only improve the educational process, but will also contribute to further research in the field of e-education and the development of laboratory devices.

For this purpose, we analyzed the potential of existing devices, on the basis of which alternative digital experimental complexes for studying physical phenomena in the laboratory conditions of scientific institutions were formulated and developed. These complexes, based on computer vision technology, are presented in this article.

During the study, reliable methods of scientific analysis were used, including theoretical justification of hardware solutions, experimental testing of the developed software packages and final computer processing of experimental data. The study described in the article presents an innovative mechanism for identifying objects using computer vision, which helps to increase the accuracy of measurements and opens up new possibilities for conducting physical experiments. The developed laboratory complexes on mechanics include hardware and software parts. The software part consists of server and client modules, and the hardware part consists of the main stage, where the physical process takes place. Various objects are located on this stage, such as a mathematical pendulum or an inclined plane, with the help of which it is possible to analyze many physical phenomena and processes of mechanics. Additionally, the installation includes a microcomputer and a camera, providing automated data collection and processing.

Keywords: computer technologies, mathematical pendulum, electronic laboratory work, laboratory research in physics, artificial intelligence.

Kіpіcne. Берілген зерттеулер физика саласында оқыту мен зерттеуге тиімді ықпал ететін инновациялық электронды құрылғыны жасауға бағытталған ғылыми зерттеу болып табылады. Физиканы оқытуда әртүрлі тақырыптарға сәйкес оқыту әдістері қолданылады. Олардың ішінде зертханалық жұмыстар физикалық құбылыстарды көрсетуге ең тиімді және жиі қолданылатын әдіс болып табылады. Физикалық теориялар абстрактілі болғандықтан, оларды оқушыларға түсіндіру қиын болуы мүмкін. Алайда, жеке немесе топтық физикалық эксперименттер осы абстрактілі теорияларды нақты деректерге айналдырып, оларды көрнекі түрде көрсетуге мүмкіндік береді. Зертханалық әдістер оқушыларды білімді жаттап алуға емес, оны қолдануға ынталандырады, олардың ұғымдарды түсіну дағдыларын дамытады, сондай-ақ күнделікті өмірде қолдануға

көмектеседі және физикаға деген оң көзқарас қалыптастырады.

Қазіргі таңда технологиялардың дамуы, әсіресе білім мен ғылым салаларында, оқыту және зерттеу үдерістерін жетілдіруде маңызды рөл атқарады. Осы эволюция аясында физикалық құбылыстарды көрсету және модельдеу мүмкіндігі бар электронды зертханалық құрылғыларды әзірлеуге үлкен көңіл бөлінуде. Бұл тұрғыда математикалық маятниктегі физикалық эксперименттерге арналған электронды зертханалық құрылғыны жасау мәселесі өзекті болып отыр.

Бұл мақаланың мақсаты – жасанды интеллект заманауи технологиялар мен әдістерді пайдалана отырып, математикалық маятниктің қозғалысын модельдеуге және визуализациялауға қабілетті электронды құрылғы жасау. Мұндай құрылғы қолданушыларға тәжірибелер жүргізуге, деректерді талдауға және нақты уақыт режимінде кері байланыс алуға мүмкіндік береді деп болжануда. Бұл мақсатқа жету үшін бағдарламалық жасақтаманы әзірлеудің заманауи әдістерін бейімделген жасанды интеллектпен біріктіру ұсынылады, бұл әртүрлі деңгейдегі дайындықтары бар қолданушыларға интуитивті әрі икемді интерфейс жасауға мүмкіндік береді.

Қазіргі ақпараттық-коммуникациялық технологиялардың дамуы интернетке қосылған, техникалық жабдықтары бар және веб-сервистерді қолданатын электрондық зертханаларды жасау мен пайдалануға мүмкіндік береді. Бұл физикадағы білім беру стратегиясының бірі, оны «экспериментке негізделген интеграцияланған электрондық оқыту» деп атайды, мұнда эксперименттер қашықтан, интернет арқылы жүзеге асырылады. Зерттеушілер мектептерде эксперименттік интернет жүйесін аппараттық компонент ретінде, ал веб-басқару жинағын бағдарламалық компонент ретінде қолданып, қашықтағы зертхана жүйесін ұсынады. Олардың айтуынша, бұл тәсіл арқылы зертханалық эксперименттерді ешқандай арнайы жабдықсыз және бағдарламалаусыз, камералар мен графиктер сияқты дайын блоктарды пайдаланып, оңай жүргізуге болады. Бұл жүйе қазір жоғары оқу орындары мен мектептерде кеңінен қолданылып, эксперименттердің психологиялық аспектілерін де зерттеуге мүмкіндік береді (Schauer, 2018).

Тағы бір стратегия – физикалық зертханаларға балама ретінде виртуалды зертханаларды енгізу. Зерттеушілердің пікірінше, бұл әдіс студенттерге физиканың ғылыми принциптерін түсінуге көмектесудің тамаша құралы болып табылады. Виртуалды зертханалар арқылы автоматтандырылған және компьютерлік модельдеуге негізделген тәжірибелер жүргізіледі. Көптеген ғалымдар виртуалды зертханалардың қолжетімділігі, икемділігі мен тиімділігін бағалап, олардың білім беру үдерісіне оң әсер ететінін атап өтті. Олар студенттердің академиялық жетістіктерін арттырып, физиканы оқуға деген қызығушылықты оятатынын дәлелдеді (El Kharki et al., 2021).

Зерттеушілер мектептерде физиканы оқыту үшін виртуалды зертханаларды пайдаланудың қолжетімділігін, икемділігін, құнын және тиімділігін зерттей отырып, мұндай пакет арзан болғанына қарамастан қолжетімді, икемді және оқушылардың үлгеріміне оң әсер етеді деген қорытындыға келді. Виртуалды зертханалар мобильді құрылғылар мен интернетке бейімделуі керек және олардың тиімділігін арттыру үшін Үкімет қаржыландыруы керек деп ұсынылды (Falode, 2017). Тағы бір стратегия виртуалды модельдер нақты эксперименттерге қабаттасатын осы AR технологияларын пайдалануды қамтиды (Freese et al., 2023). Сарапшылардың пікірінше, AR дерексіз ғылыми идеяларды зерттеуді көрнекі және қызықты ету арқылы жаратылыстану ғылымдарын қабылдауды айтарлықтай жақсарты алады. AR технологиясы эксперименттерді интерактивті түрде жүргізуге және әртүрлі ғылыми құбылыстарды, соның ішінде физикалық тұжырымдамаларды зерттеуге мүмкіндік береді (Jiang et al., 2022).

AR құралдары қарапайым және қолжетімді шешімді ұсынады, әсіресе онлайн оқыту кезінде пайдалы. Интерактивті 3D модельдері бар AR қосымшалары пайдаланушыларға

тактильді өзара әрекеттесу арқылы схемалар мен компоненттерді визуализациялауға, басқаруға және зерттеуге мүмкіндік береді. Зерттеулер дәстүрлі оқыту әдістерімен салыстырғанда есте сақтау мен физикалық ұғымдарды түсінудің айтарлықтай жақсарғанын көрсетті. Осылайша, AR құралдары физика сияқты жаратылыстану ғылымдарын оқытуды жақсартуға ықпал ететін дәстүрлі, қауіпті және қымбат зертханаларға тиімді балама бола алады (Mukhtarkyzy et al., 2022).

Тағы бір зерттеуде ғалымдар кеңейтілген шындық технологиялары мен сенсорларды қолданудың оқушылардың үлгерімі мен оқу процесіне әсерін талдап, олардың осы технологиялармен байланысын зерттеді. Зерттеу біріктірілген әдісті қолдану арқылы жүргізілді. Нәтижелер AR қолдану визуалды және мәтіндік элементтерді қосу арқылы оқу процесін жақсартып отырып, физиканы оқытуда тиімді екенін көрсетті. AR көмегімен интеграцияланған оқу ортасында оқушылар белсендірек, ыңғайлы болды, физика сұрақтарына жақсы жауаптар көрсетті, сенімдірек болды және жоғары академиялық нәтижелер көрсетті. Сонымен қатар, зерттеу AR-ны дербес оқыту құралы ретінде емес, зертханалық сабақтар мен нақты эксперименттерге қосымша ретінде қарастыру керек екенін атап өтті (Mustafa, 2020). Дене шынықтыру саласындағы зерттеулер сонымен қатар тиімді оқыту дәстүрлі және цифрлық әдістерді біріктіруді қажет ететінін көрсетеді. ELearning білім беру сапасын арттыра отырып, неғұрлым белсенді және сындарлы оқу ортасын жасайтын әртүрлі виртуалды эксперименттерді пайдалануды қамтиды (Ionascu, 2022).

Аралас оқыту тұжырымдамасы әсіресе зертханалық сабақтарды виртуалды эксперименттермен ауыстыру қажет болған пандемия кезеңінде өзекті болды. Мектептер инфекцияның таралу қаупін азайту үшін гибриді оқыту түрлерін қолданды. Студенттер зертханаларда қатысуды үйдегі эксперименттермен алмастырды. Оқытудың бұл түрі ең тиімді болып шықты (Ionascu et al., 2022). Демонстрациялар мен зертханалық жұмыстар ғылыми-техникалық пәндерде дайындық үшін таптырмас болып қала береді, өйткені олар оқушылардың білімін нығайтуға және аналитикалық қабілеттерін дамытуға көмектеседі. Нақты және виртуалды эксперименттердің нәтижелерін салыстыру мүмкіндігі тақырыпты түсінуді айтарлықтай жақсартады. Біріктірілген зертханалық жабдықтары мен нақты басқару жүйелері бар қолжетімді бұлттық платформаларды әзірлеу эксперименттерді жақсырақ және тиімдірек жүргізуге мүмкіндік береді, бұл әзірлеушілер студенттердің шығармашылық өзін-өзі тәрбиелеуін ынталандырады деп санайды (Stepan et al., 2022). Басқа зерттеушілер осы тақырыптарды зерттеу және түсіну үшін "Easy Java Simulations" құралымен жасалған виртуалды зертхананы ұсынды. Пайдаланушылар кіріс векторларының компоненттерін енгізе алады және жақсы қабылдау үшін масштабтауға және айналдыруға болатын үш өлшемді визуализацияларды ала алады. Кез-келген операцияны таңдау нәтижелерді сандық және графикалық форматта көрсетуге әкеледі. Пайдаланушы ұсынылған векторлардың кез келгенін өзгерте алады, ал нақты уақыттағы виртуалды зертхана бұл өзгерістердің соңғы нәтижелерге қалай әсер ететінін көрсетеді. Сондай-ақ шамасы немесе бағыты бойынша өзгерістерді шектеу функциясы бар. Бұл виртуалды зертхананың тиімділігі студенттердің екі тобының нәтижелерін талдау арқылы (біреуі виртуалды зертхананы, екіншісі дәстүрлі әдістерді қолданды) және қанағаттану сауалнамасы арқылы тексерілді (Salinas, 2019).

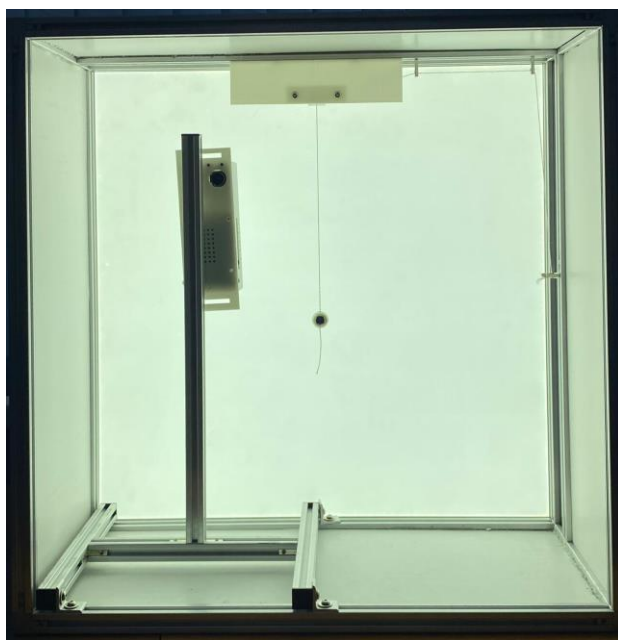
Компьютерлік модельдеу модельдеу арқылы табиғи құбылыстарды зерттеу үшін физиканы оқытуды қоса алғанда, әртүрлі ғылыми пәндерде белсенді қолданылады. Зерттеушілер компьютерлік модельдеу туралы заманауи пікірталастардың әртүрлі аспектілерін, соның ішінде соңғы жылдары мектептерде физиканы оқытуда қолданылатын модельдеу түрлерін қарастырды. Олар сондай-ақ ғылыми модельдеудің заманауи философиялық көзқарастарын және оқу процесіне қандай аспектілерді енгізуге болатынын

зерттеді. Олардың ішінде модельдеудегі модельдердің рөлі, модельдеу мен эксперимент арасындағы байланыс, алынған білімнің сенімділігі, сондай-ақ модельденген процестердегі анимацияның рөлі бар. Бұл тұжырымдар студенттерге ғылыми қызмет туралы толық түсінік алуға, келіп түскен ақпаратты талдауға және саналы азаматтық ұстанымды қалыптастыруға көмектеседі (Seoane et al., 2022; Gunawan et al., 2017; Gunawan et al., 2018; García-Vela et al., 2020).

Материалдар және зерттеу әдістері. Тербелістерді зерттеу үшін біз жасаған модульдік эксперименттік қондырғы (меу) «математикалық маятник» көмегімен физикалық экспериментті қалай жақсартуға болатынын қарастырыңыз. Орнату жұмысы физикалық процесті бақылау жүйесін қолдануға негізделген.

Меу «математикалық маятник» – бұл қорап тәрізді құрылым, оның ішінде математикалық маятникті құрайтын жіпке салмақ ілулі. Маятникке Raspberry Pi 4 Model B шағын компьютері және арнайы камерасы бар басқару модулі бекітілген (1-сурет). Сахна камера түсірген бейнежазбаларда қозғалатын заттардың көлеңкелері болмайтындай етіп жарықтандырылады-жарық тікелей камераға түседі. Орнатудың барлық элементтері бір-бірімен байланысты, сонымен қатар мұғалім немесе оқушы басқаратын ноутбукке немесе компьютерге қосылған.

Жүк ретінде ұзындығын реттеуге болатын жіпке ілінген металл шар қолданылады. Маятник қолмен ауытқиды және ол тербеле бастайды. Маятниктің қозғалысы сандық камерамен түсіріледі, содан кейін бейнежазба өңдеу үшін микрокомпьютерге жіберіледі, содан кейін нәтижелер компьютер экранына шығарылады. 1-суретте камераның бейне кадрлары мониторда қалай көрсетілетіні көрсетілген. Орнатудың барлық бағдарламалық жасақтамалары Raspberry Pi 4 Model B микрокомпьютері арқылы жүзеге асырылады.



1-сурет. Математикалық маятниктің қозғалыс заңдылықтарын зерттеуге арналған әзірленген құрылғының түрі

Ескерту – авторлар құрастырған

Алюминий жақтау: құрылым стандартты алюминий профильдерінен жасалған, бұл оның беріктігі мен жеңілдігін қамтамасыз етеді. Жіптегі металл шары бар маятник:

тербеліс заңын көрсету немесе тербеліс кезеңін өлшеу сияқты әртүрлі физикалық эксперименттер жүргізу үшін қолданылады. Панельдер: өлшемдердің дәлдігін жақсарту және сыртқы факторлардың әсерін азайту үшін жабық кеңістік құру арқылы бүйірлерді, сондай-ақ артқы және негізді жабады.

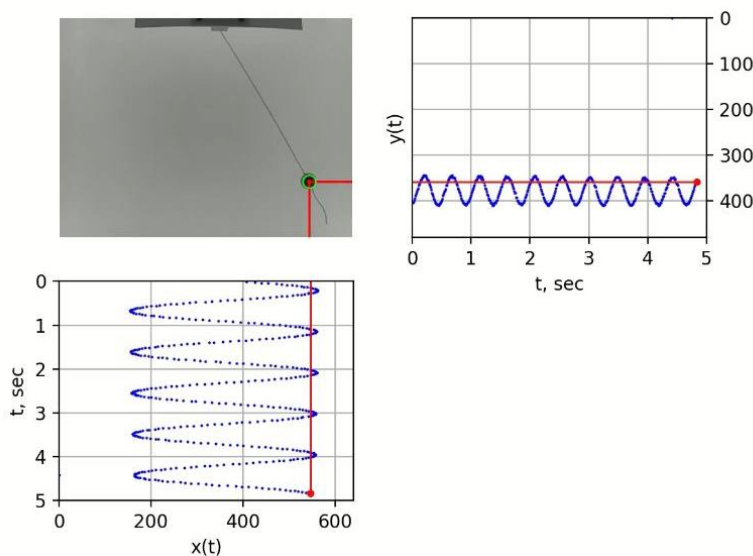
Орнату жақтауы құрылымның жеңілдігі мен беріктігін қамтамасыз ететін алюминий профильдерінен жасалған. Орнатудың алдыңғы жағында маятниктің қозғалысын жазу және талдау үшін Raspberry Pi камерасы орналасқан. Бұл қондырғының ерекшелігі-маятниктің артқы жағында орналасқан жарықдиодты жолақтың болуы. Жарықтандыру екі себеп бойынша маятниктің қозғалысын талдау дәлдігінде маңызды рөл атқарады:

Жарықдиодты жолақ тұрақты және тұрақты жарықтандыруды қамтамасыз етеді, бұл сыртқы жарық көздерінің әсерін болдырмайды және кез келген жарық жағдайында эксперименттер жүргізуге мүмкіндік береді. Кескіннің анықтығы: маятниктің жарқын және бағытталған жарықтандыруы кескіннің жоғары сапасын қамтамасыз етеді, бұл бейне деректерін өңдеуді жеңілдетеді және қозғалысты тану және бақылау алгоритмдерінің дәлдігін жақсартады (1-сурет).

Деректерді түсіру және өңдеу процесі. Raspberry Pi 4 Model B микрокомпьютерінде компьютерлік көруді жүзеге асыруға арналған бағдарламалардан басқа (Python тіліндегі OpenCV кітапханасын пайдалана отырып) біз веб-қосымша түрінде пайдаланушы графикалық интерфейстерін әзірледік. Бұл интерфейстер сабақтың екі түрін қолдайды: 1) демонстрациялық сабақ, мұнда теориялық материал объектінің қозғалысын визуализациялаумен бірге жүреді, мысалы, математикалық маятник және 2) қозғалыстың кинетикалық сипаттамаларын өлшеуге мүмкіндік беретін эксперименттік сабақ.

Екі жағдайда да қозғалыс процесі алдымен камераға жазылады, содан кейін OpenCV кітапханасынан компьютерлік көру әдістерін қолдана отырып, суреттегі объектінің орнын анықтау үшін әр кадр талданады. Бұл X және y координаттарының уақыт бойынша графигін құруға мүмкіндік береді.

2-суретте маятниктің қозғалысы синусоид түріндегі гармоникалық функциямен сипатталатынын көрсететін демонстрациялық сабақ интерфейсі көрсетілген.



2-сурет. Computer vision арқылы маятникті бақылау

Ескерту – авторлар құрастырған

Жоғарғы сол жақ сурет:

- бұл камера түсірген бейненің кадры. Ол нақты уақыт режимінде бақыланатын маятникті көрсетеді. Қызыл сызықтар координаталық осьтерді көрсетеді, ал жасыл шеңбер маятниктің ағымдағы орнын көрсетеді.

Жоғарғы оң жақ график:

- бұл график уақыт бойынша $y(t)$ координатының өзгеруін көрсетеді. Абсцисса осі бойынша уақыт (секундтар), ординат осі бойынша – маятниктің тігінен орналасуы. Маятник бастапқы нүктенің айналасында тербеліс жасайтынын көруге болады. Тербеліс амплитудасы біртіндеп азаяды, бұл маятниктің әлсіреген тербелістерін көрсетеді.

Төменгі сол жақ график:

- бұл графикте $x(t)$ координатының уақытқа тәуелділігі көрсетілген. Абсцисса осі бойынша маятниктің көлденең орналасуы, ординат осі бойынша уақыт (секунд) қойылады. Маятник біртіндеп азаятын амплитудасы бар гармоникалық тербелістер жасайтынын көруге болады.

Тәжірибе барысында Raspberry Pi және камера көмегімен маятниктің траекториясы сәтті бақыланды. Бейне деректері компьютерлік көру технологиясын қолдана отырып өңделді, бұл уақыт бойынша $x(t)$ және $y(t)$ координаттарының өзгеру графиктерін құруға мүмкіндік берді. Осы мәліметтер негізінде маятниктің динамикасын одан әрі талдауға, жүйенің физикалық сипаттамаларын зерттеуге болады.

Веб-бағдарлама бірнеше көріністерден тұрады, олардың әрқайсысы белгілі бір тапсырманы орындайды:

«Индекс» функциясы

Index функциясы негізгі бетке GET сұрауларын өңдейді. Ол пайдаланушыға жүйенің негізгі мүмкіндіктеріне қол жеткізуге мүмкіндік беретін веб-интерфейсті бастапқы жүктеуге жауап береді.

Lab функциясы зертханалық сабақтар парағы үшін қолданылады. Ол оқу материалдарына қол жеткізуге мүмкіндік береді және пайдаланушыға оқу процесінің бөлігі ретінде әртүрлі эксперименттік қондырғылармен өзара әрекеттесуге мүмкіндік береді.

Start_video функциясы камерада бейнені жазу және оны 'start_camera' функциясы арқылы файлға сақтау үшін post сұрауларын өңдеуге жауап береді. Бұл функция екі параметрді қабылдайды:

-video_name – бейне Файл атауы.

-video_time – жазу ұзақтығы секундпен.

Бейнені жазу үшін келесі параметрлер орнатылады:

- кадр жиілігі: секундына 90 кадр.

- бейне ажыратымдылығы: ені 640 пиксель, биіктігі 480 пиксель.

Cv2 нысаны жасалады. Videowriter ' OpenCV кітапханасын пайдаланып берілген параметрлермен (кодек, кадр жиілігі, ажыратымдылық) файлға бейне жазу үшін.

'Demo_video' функциясы бейнені өңдеуге, кадрлардағы шеңберлерді бөлуге және нәтижені 'video_circle_detection' функциясы арқылы бейне файлға сақтауға арналған сұранысты өңдейді. Бұл функция уақыт өте келе объектінің тігінен және көлденеңінен қозғалу графиктерін салады. Ол үшін келесі қадамдар орындалады:

- бейнеден кадрларды оқу және оларды сұр реңктерге айналдыру.

- шуылды тегістеу үшін медианалық бұлыңғырлықты қолдану.

- houghcircles (OpenCV кітапханасының ' HoughCircles') әдісін қолдана отырып, кадрдағы шеңберлерді іздеңіз.

'Approx_video' функциясы 'video_approximation' функциясын қолдана отырып, бейнедегі объектінің қозғалысын жуықтау үшін сұранысты өңдейді. Ағымдағы сәтке дейінгі әрбір уақыт қадамы үшін 'fit_to_sine' функциясын қолдана отырып, қозғалатын

объектінің X және y координаттарын жуықтау орындалады. Шығу ағымдағы уақыт қадамы үшін графиктерді жасайды: жақтаулы кескін, $y(t)$ графигі және $x(t)$ графигі.

Маятниктің қозғалысын бақылаудан және жуықтауды орындаудан басқа, әзірленген жүйе маятниктің бұрыштық жылдамдығы мен үдеуін есептеуге мүмкіндік береді. Ол үшін келесі қадамдар қолданылады:

- маятниктің бұрыштық жылдамдығы маятниктің уақыт бойынша ауытқу бұрышының туындысы ретінде анықталады. Маятниктің бұрыштық орналасуы синусоидалы функциямен жуықталғандықтан, бұрыштық жылдамдықты жуықтау функциясын саралау арқылы алуға болады.

Бұрыштық үдеуді есептеу:

- маятниктің бұрыштық үдеуі уақыт бойынша бұрыштық жылдамдықтың туындысы ретінде анықталады. Бұл мәнді маятниктің бұрыштық позициясының екінші туындысын есептеу арқылы алуға болады.

Практикалық іске асыру:

- синусоидалы жуықтау параметрлерін қолдана отырып, бұрыштық жылдамдық пен үдеуді уақыттың әр нүктесі үшін есептеуге болады. Жуықтау параметрлерінің мәндері (амплитудасы, жиілігі және фазалық сдвигі) туындыларды аналитикалық түрде анықтауға мүмкіндік береді, бұл бұрыштық жылдамдық пен үдеудің нақты мәндерін береді.

Бұл жұмыста маятниктің қозғалысын бақылау мәселесін шешу үшін заманауи веб-әзірлеу және компьютерлік көру технологияларын қолдану болып табылады.

Қорытынды. Маятниктің қозғалысын бақылауға және оның тербелістерін компьютерлік көру және деректерді өңдеу әдістерін қолдана отырып талдауға арналған эксперименттік қондырғыны әзірлеу және сынау үшін жасалған. Негізгі мақсат маятниктің қозғалысын түсіріп қана қоймай, сонымен қатар траекторияларды жуықтауды және бұрыштық жылдамдықтар мен үдеулерді есептеуді қоса, деректерді одан әрі талдауды жүзеге асыра алатын сенімді және дәл жүйені құру болды.

Қорытындылай келе, бұл жұмысты жүзеге асыру электронды құрылғыларды әзірлеу және оларды білім беру мақсатында қолдану саласында құнды тәжірибе алуға мүмкіндік берді. Алынған нәтижелер оқу процесін одан әрі жақсарту және студенттердің физиканы оқуға деген қызығушылығын арттыру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Мүдделер қақтығысы. Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

Алғыс. Осы техникалық шешімді зерттеу және әзірлеу ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады (грант АР19677321 – Заманауи компьютерлік технологияларды қолдана отырып, оқу орындарының зертханалық жағдайында физика құбылыстарын зерттеуге арналған цифрлық эксперименттік қондырғыларды әзірлеу (2023-2025 жж.)).

Әдебиеттер тізімі

- Schauer, F. (2018). An easy-to-build remote laboratory with data transfer using the Internet School Experimental System. *European Journal of Physics*, 29(4), 753-765.
- El Kharki, K., Berrada, K., Burgos, D. (2021). Design and implementation of a virtual laboratory for physics subjects in Moroccan universities. *Sustainability*, 13(7), 37-11.
- Falode, A. (2017). Evaluation of Virtual Laboratory Package on Nigerian Secondary School Physics Concepts. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 13(2), 168-173.
- Freese, M., Teichrew, A. (2023). Measuring teachers' competencies for a purposeful use of augmented reality experiments in physics lessons. *Frontiers in Education*, 54(5), 3-10.
- Jiang, S., Tatar, C., H. (2022). Augmented Reality in Science Laboratories: Investigating High School Students' Navigation Patterns and Their Effects on Learning Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 777-803.

- Mukhtarkyzy, K., Abildinova, G., Sayakov, O. (2022). The Use of Augmented Reality for Teaching Kazakhstani Students Physics Lessons. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(12), 215–235.
- Mustafa, S. (2020). The Effect of Using Augmented Reality and Sensing Technology to Teach Magnetism in High School Physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407–424.
- Ionascu, C., Jipa, A. (2022). Virtual experiments for measuring fundamental physical quantities. *Romanian Reports in Physics*, 74(911), 215–235.
- Ionascu, C., Jipa, A. (2022). Virtual experiments for measuring fundamental physical quantities. *Romanian Reports in Physics*, 74(911), 3–10.
- Stepan, M., Marie, H., Roman, L. (2022). Alternative Forms of Laboratory Teaching during the Lockdown Period Caused by the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(11), 1137–1147.
- Salinas, I. (2019). Design and evaluation of a three-dimensional virtual laboratory on vector operations. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(3), 690–697.
- Seoane, M. E., Greca, I. M., Arriasecq, I. (2022). Epistemological aspects of computational simulations and their approach through educational simulations in high school. *Simulation*, 98(2), 87–102.
- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., & Herayanti, L. (2017). Virtual laboratory to improve students' problem-solving skills on electricity concept. *J. Pendidik. IPA Indones.* 2017, 6, 257–264. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.9481>
- Gunawan, Harjono, A., Sahidu, H., & Nisrina (2018). Improving students' creativity using cooperative learning with virtual media on static fluida concept. *Journal of Physics: Conference Series*, 1006. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1006/2F1006/2F1006>
- García-Vela, M., Zambrano, J.L., Falquez, D.A., Pincay-Musso, W., Duque, K.B., Zumba, N.V., Barcia, M.B., Méndez, J.I., Valverde, P.E., Romero-Crespo, P.L., et al. (2020). Management of virtual laboratory experiments in the geosciences field in the time of COVID-19 pandemic. In *Proceedings of the ICERI2020 Conference*, Seville, Spain, 9, 8702–8711. <https://doi.org/10.21125/iceri.2020.1925>

Information about authors

Zhetpishbayeva Ainur – PhD, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: aigulji@mail.ru, +77079779528 ORCID ID: 0000-0002-4525-5299

Medetov Bekbolat – PhD, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: bm02@mail.ru, +77072098413 ORCID ID: 0000-0002-5594-8435

Akhmediyarova Ainur – PhD, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, E-mail: aat.78@mail.ru.

Botagoz Khamzina – Doctor of pedagogical sciences, associate professor, Seifullin University, Kazakhstan, Astana, E-mail: be_khamzina@mail.ru, +77025884663 ORCID ID: 0000-0002-0552-7464

Gulzhazira Uristimbek – graduate student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, E-mail: urst.gulzhazira@gmail.com, +77073312001