

А. УАЛИХАН¹, Е. ДОСЫМОВ², Ш. РАМАНКУЛОВ³¹PhD докторант, e-mail: almagul.ualikhan@ayu.edu.kz²PhD, аға оқытушы, e-mail: dosymovymurat@gmail.com³PhD, қауымдастырылған профессор, e-mail: sherzod.ramankulov@ayu.edu.kz^{1,2,3}Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университеті
(Қазақстан, Түркістан қ.)**STEM БІЛІМ ӨНІМІ: АТОМ ФИЗИКАСЫН ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯ НЕГІЗІНДЕ
ОҚЫТУДЫҢ МАЗМҰНДЫҚ САБАҚТАСТЫҒЫ**

Аңдатпа. Атом физикасы – күрделі және абстрактілі ұғымдарға бай сала болғандықтан, оны түсіндіруде тиімді әдістерді қолдану маңызды. Цифрлық технологиялар, әсіресе интерактивті симуляциялар мен виртуалды зертханалар, осы мақсатта ерекше рөл атқарады. Осы тұрғыда, Wolfram Demonstrations Project платформасы мектеп пен жоғары оқу орындары (ЖОО) арасындағы сабақтастықты қамтамасыз етуде тиімді құрал ретінде ерекшеленеді. Бұл әдіс оқушылардың нақты өмірлік мәселелерді шешу қабілетін арттырады және болашақта табысты мансапқа жетуге көмектеседі, сонымен қатар цифрлық технологиялар көмегімен физикалық құбылыстарды тиімді түсіндіру мен оқушылардың және студенттердің пәнге қызығушылығын арттыру әдістері ұсынылады. Жұмыс барысында салыстырмалы талдау, визуалды модельдеу, интерактивті платформалар (Wolfram Demonstrations Project) пайдаланылды. Атом физикасының негізгі тақырыптары – энергия деңгейлері, сәуле шығару мен жұту, кванттық құбылыстар – цифрлық симуляциялар арқылы зерттелді. Зерттеу нәтижесінде атом физикасын цифрлық технологиялар арқылы оқыту мектеп пен ЖОО арасындағы сабақтастықты тиімді дамытуға мүмкіндік беретіні дәлелденді. Интерактивті симуляциялар арқылы білім алушылар күрделі кванттық процестерді көрнекі түрде меңгеріп, теория мен тәжірибе арасындағы байланысты нақты түсіне алды. Цифрлық құралдарды қолдану олардың зерттеушілік, логикалық және шығармашылық дағдыларын арттырды.

Кілт сөздер: атом физикасы, STEM білім беру, креативтілік, тәжірибе, оқыту тиімділігі, білім алушылар.

A. Ualikhan¹, Y. Dosymov², Sh. Ramankulov³¹PhD Doctoral Student, e-mail: almagul.ualikhan@ayu.edu.kz²Dr, senior lecturer, e-mail: dosymovymurat@gmail.com³Dr, Ass.Prof., e-mail: sherzod.ramankulov@ayu.edu.kz^{1,2,3}Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University (Kazakhstan, Turkistan)*** Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:**

Уалихан А., Досымов Е., Раманкулов Ш. STEM білім өнімі: атом физикасын цифрлық технология негізінде оқытудың мазмұндық сабақтастығы // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2025. – №4 (138). – Б. 485–497. <https://doi.org/10.47526/2025-4/2664-0686.306>

***Cite us correctly:**

Ualihan A., Dosymov E., Ramankulov Sh. STEM bilim onimi: atom fizikasyyn cifrlyq tehnologia negizinde oqytudyn mazmundyq sabaqtastygy [Stem Educational Product: Interdisciplinary Integration in Teaching Atomic Physics Based on Digital Technologies] // *Iasau universitetinin habarshysy*. – 2025. – №4 (138). – Б. 485–497. <https://doi.org/10.47526/2025-4/2664-0686.306>

Stem Educational Product: Interdisciplinary Integration in Teaching Atomic Physics Based on Digital Technologies

Abstract. Atomic physics is a field rich in complex and abstract concepts; therefore, the use of effective teaching methods is essential for its explanation. Digital technologies – especially interactive simulations and virtual laboratories – play a significant role in achieving this goal. In this context, the Wolfram Demonstrations Project platform stands out as an effective tool for ensuring continuity between secondary schools and higher education institutions. This approach enhances students' ability to solve real-life problems and contributes to building a successful career in the future, as well as supports the development of methods for effectively explaining physical phenomena and increasing learners' interest in the subject through digital technologies. The research involved comparative analysis, visual modeling, and the use of interactive platforms such as the Wolfram Demonstrations Project. The main topics of atomic physics – energy levels, emission and absorption, quantum phenomena – were studied through digital simulations. The results of the study confirmed that teaching atomic physics through digital technologies enables the effective development of continuity between secondary and higher education. Through interactive simulations, learners were able to visually grasp complex quantum processes and clearly understand the connection between theory and practice. The use of digital tools improved their research, logical, and creative skills significantly.

Keywords: Atomic physics, STEM education, creativity, practice, teaching effectiveness, learners.

А. Уалихан¹, Е. Досымов², Ш. Раманкулов³

¹PhD докторант, e-mail: almagul.ualikhan@ayu.edu.kz

²PhD, старший преподаватель, e-mail: dosymovyelmurat@gmail.com

³PhD, ассоциированный профессор, e-mail: sherzod.ramankulov@ayu.edu.kz

^{1,2,3}Международный казахско-турецкий университет имени Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан)

Технологии stem-образовательный продукт: содержательная преемственность в обучении атомной физике на основе цифровых технологий

Аннотация. Атомная физика – это область, насыщенная сложными и абстрактными понятиями, поэтому для её преподавания важно применять эффективные методики. Цифровые технологии, особенно интерактивные симуляции и виртуальные лаборатории, играют в этом процессе особую роль. В данном контексте платформа Wolfram Demonstrations Project выделяется как эффективный инструмент обеспечения преемственности между школой и высшими учебными заведениями. Этот подход способствует развитию у учащихся навыков решения реальных жизненных задач и помогает в достижении успешной карьеры в будущем, а также предложение методов эффективного объяснения физических явлений с помощью цифровых технологий и повышения интереса учащихся и студентов к предмету. В ходе исследования использовались сравнительный анализ, визуальное моделирование и интерактивные платформы (Wolfram Demonstrations Project). Основные темы атомной физики – энергетические уровни, излучение и поглощение, квантовые явления – были изучены с помощью цифровых симуляций. Результаты исследования подтвердили, что преподавание атомной физики с использованием цифровых технологий способствует эффективному развитию преемственности между школой и вузом. Благодаря интерактивным симуляциям обучающиеся смогли наглядно усвоить сложные

квантовые процессы и лучше понять связь между теорией и практикой. Использование цифровых инструментов развивает их исследовательские, логические и творческие способности.

Ключевые слова: атомная физика, STEM-образование, креативность, практика, эффективность обучения, обучающиеся.

Кіріспе

Атомдық физиканы цифрлық технологиялар арқылы зерттеу – классикалық тұжырымдамалар мен цифрлық құралдар және әдістемелердің дамуымен ұштасқан қарқынды дамып келе жатқан сала. Қазақстанда білім беру жүйесін цифрландыру мемлекеттік деңгейдегі стратегиялық бағыттардың бірі. Бұл үрдіс ҚР Ғылым және жоғары білім министрлігі қабылдаған құжаттар мен ұлттық бағдарламалар арқылы жүзеге асырылуда. Ең алдымен, «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы білім беру саласын цифрландыруға арналған негізгі нормативтік құжаттардың бірі болып табылады [1]. Бұл құжат білім беруді цифрландырудың жүйелі моделін ұсынады және STEM бағытындағы цифрлық оқытуды қолдауға бағытталған.

Сонымен қатар, ҚР БҒМ әзірлеген «Цифрлық білім беру ресурстары» тұжырымдамасы (2021) жалпы және жоғары білім беру жүйесінде цифрлық контентті әзірлеу, сараптау және оқу үдерісіне енгізудің әдістемелік негіздерін айқындайды [2]. Тұжырымдамада электронды оқулықтар, интерактивті симуляциялар, анимациялық модельдер, виртуалды зертханалар және цифрлық платформалардың оқыту сапасын арттырудағы рөлі нақты көрсетілген. Сондай-ақ, құжатта мұғалімдердің цифрлық құзыреттілігіне қойылатын талаптар мен оны дамытудың механизмдері белгіленген. STEM пәндерінде визуалды модельдеу, симуляциялар мен цифрлық зертханалар оқушылардың зерттеушілік және логикалық ойлау қабілеттерін дамытуда маңызды құралға айналды. Осы тұрғыдан алғанда, атом физикасын цифрлық технологиялар арқылы оқыту Қазақстандағы білім беруді цифрландыру саясатының негізгі бағыттарымен толық сәйкес келеді. Цифрлық технологиялардың қолданылуы зерттеушілер мен оқытушылардың атомдық және кванттық құбылыстарға деген көзқарасын өзгертіп, білім беру мен эксперимент жүргізу мүмкіндіктерін айтарлықтай кеңейтті.

Бұл бірігудің маңызды қыры – атомдық дәлдіктегі цифрлық электронды-сәулелік литография сияқты озық цифрлық өңдеу әдістерінің дамуы мен қолданылуы. Аталған технология материалдарды атомдық деңгейде дәл басқаруға мүмкіндік береді, бұл кванттық технологиялар мен атомдық физика зерттеулеріне қажетті нанокұрылыстар жасау үшін аса маңызды. Бұл бағыттағы ілгерілеуге сканерлейтін туннельдік микроскопия (STM) технологиясындағы елеулі жетістіктер ықпал етті. Олар неғұрлым күрделі цифрлық өңдеу әдістерін жүзеге асыруға жол ашып, кванттық есептеу техникасы мен нанотехнология сияқты салаларға тікелей әсер етуде [3].

Сонымен қатар, цифрлық технологиялардың дамуы атомдық физикадағы зерттеулерге, әсіресе оптикалық торлар мен атомдық сағаттарға қатысты салаларда елеулі әсер етті. Мысалы, жоғары дәлдік пен тұрақтылыққа қол жеткізген оптикалық торлы сағаттар дәл өлшеу және кванттық ақпараттық ғылым үшін үлкен маңызға ие. Бұл жетілдірулер тек іргелі зерттеулер үшін ғана емес, сонымен қатар жаһандық навигациялық жүйелер мен телекоммуникациялар сияқты жоғары дәлдікті қажет ететін қолданбалы салалар үшін де маңызды [4]. Жеке атомдардың кванттық күйлерін басқару мүмкіндігі – оптикалық физика мен кванттық шатасу (entanglement) салаларындағы зерттеулердің негізгі өзегі болып қала береді, бұл да цифрлық технологиялардың заманауи атомдық физикадағы маңыздылығын айқындай түседі [5].

Бұдан бөлек, оқытушылар да атомдық физиканы оқытуда цифрлық құралдарды қолдана бастады. COVID-19 пандемиясы кезеңінде оқу процесінде Learning Management Systems (LMS) және өзге де цифрлық технологиялар кеңінен енгізіліп, студенттердің күрделі ұғымдарды меңгеруге деген қызығушылығы мен түсінігін арттырды [6]. Білім беру ортасына цифрлық ресурстарды енгізу студенттердің цифрлық сауаттылығын арттырып, олардың атомдық және кванттық құбылыстарды тиімді зерделеуіне жол ашты [7].

Сондай-ақ, атомдық физикадағы зерттеулер контекстінде «цифрлық егіз» (digital twin) технологиясы үлкен әлеуетке ие. Бұл технология нақты физикалық жүйелердің виртуалды модельдерін жасауға мүмкіндік беріп, атомдық мінез-құлық пен өзара әрекеттесулерді дәстүрлі эксперименттік әдістермен жүзеге асыру мүмкін бола бермейтін деңгейде модельдеуге жағдай жасайды. Мұндай модельдеулер атомдық жүйелерді тереңірек түсінуге және зертханалық жағдайда байқалуы қиын құбылыстарды зерделеуге септігін тигізеді [8].

Атомдық физиканы оқытуда кеңінен зерттеле бастаған жаңа бағыттардың бірі – кеңейтілген шындық (Augmented Reality, AR) технологияларын қолдану. AR технологиясы дәстүрлі оқыту әдістерімен жеткізу қиын абстрактілі физикалық ұғымдарды нақты әрі көрнекі түрде бейнелеуге мүмкіндік береді, осылайша студенттер физикалық құбылыстармен жан-жақты әрі тікелей өзара әрекеттесе алады [9]. Мұндай технологиялар қарқынды дамып келе жатқандықтан, олардың білім беру бағдарламаларына тиімді интеграциялануын зерттеу өзекті болып қала береді.

Сонымен қатар, пандемия кезеңінде онлайн платформалар мен цифрлық құралдар физиканы оқытудағы сабақтастықты қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарды. Мысалы, Brainly сияқты оқу платформаларын пайдалану қашықтан білім алатын студенттер үшін құнды ресурсқа айналды. Бұл платформалар бірлескен оқуға жағдай жасап, жедел кері байланыс ұсына отырып, студенттердің күрделі физикалық есептерді шешуде бағдар табуына көмектеседі [10]. Цифрлық құралдардың икемділігі мен қолжетімділігі студенттерге дәстүрлі сыныптан тыс жағдайда да атомдық физика бойынша білімін жетілдіруге мүмкіндік беріп, өзіндік білім алуға ынталандырады.

Бұған қоса, виртуалды зертханалар сияқты цифрлық құралдар атомдық өзара әрекеттесулер мен тәжірибелік қондырғыларды модельдеуге қолданылады. Мұндай зертханалар физикалық зертхана жағдайында орындау қиын немесе қауіпсіздік талаптарына сай келмейтін тәжірибелерді жүргізуге мүмкіндік береді. Виртуалды зертханалар студенттердің мазмұнмен белсенді өзара әрекеттесуін қамтамасыз етіп, тәжірибелік оқытуды күшейтеді және сыни ойлау мен шығармашылық қабілеттерін дамытады [11]. Бұл зертханалар атомдық физиканың нақты өмірдегі қолданбаларын көрсету арқылы пәнді тартымды әрі түсінікті етеді [12].

Аталған технологиялық құралдармен қатар, оқытушылардың цифрлық сауаттылығын арттырып, осы ресурстарды тиімді пайдалануға бағытталған оқыту стратегияларын қалыптастыру маңызды. Мұғалімдерге арналған цифрлық педагогика бойынша кәсіби даму бағдарламалары – қазіргі заманғы білім беру кеңістігінде навигация жасау үшін қажеттілікке айналды [13]. Цифрлық медианы сындарлы түрде бағалау және оқыту процесіне тиімді кіріктіру – студенттердің пәнге деген қызығушылығы мен оқу нәтижелеріне тікелей әсер етеді. Жаңа цифрлық технологиялар пайда болуына байланысты мұғалімдер үнемі өз стратегияларын бейімдеп отыруы тиіс [14].

STEM бағытындағы цифрлық және тәжірибелік әдістерді интеграциялау студенттердің зерттеушілік дағдыларын дамытуда тиімді нәтиже беретінін заманауи зерттеулер де көрсетеді [15]. Қазақстандық зерттеулерде де болашақ физика мұғалімдерінің цифрлық және ақпараттық-коммуникативтік технологияларды қабылдауына әсер ететін факторлар білім беру үдерісінің тиімділігін айқындайтын маңызды құрамдас ретінде қарастырылған [16].

Жалпы алғанда, атомдық физиканы оқытуда цифрлық стратегияларды қолдану оқыту процесін анағұрлым тартымды, интерактивті және инклюзивті етуге мүмкіндік беріп отыр. Цифрлық құралдар мен педагогикалық тәсілдерді тиімді пайдалану арқылы оқытушылар атомдық физиканы оқыту сапасын арттырып, студенттердің бұл салаға деген түсінігі мен қызығушылығын тереңдете алады [17; 18; 19].

Бұл зерттеу аясында келесі мынадай міндеттерді алға қойдық:

- атом физикасының мазмұнына талдау жасап, күрделі және абстрактілі ұғымдарды талдау;
- цифрлық технологиялардың мүмкіндіктерін сипаттау, оқу үдерісіндегі рөлін анықтау;
- мектеп пен ЖОО арасындағы сабақтастық маңызын ашу және цифрлық технологиялардың ықпалын зерттеу;
- атом физикасын оқытуда Wolfram Demonstrations Project платформасын қолдану арқылы мектеп пен жоғары оқу орындары арасындағы сабақтастықты қамтамасыз ету жолдарын анықтау, сонымен қатар цифрлық технологиялар көмегімен физикалық құбылыстарды тиімді түсіндіру мен оқушылардың және студенттердің пәнге қызығушылығын арттыру әдістерін ұсыну.

Зерттеу әдістері мен материалдар

Зерттеудің ғылыми мәселелерін айқындауда және шешуді қажет ететін міндеттерді анықтауда алғашқы ақпарттарды жинау ғылыми негізделген әдістерге сүйеніп жүзеге асырылады.

Бұл зерттеуде салыстырмалы талдау 10-11 сыныпқа арналған «Физика» (ЖМБ) оқу бағдарламасы (Түркістан қ. №27 IT-мектеп-лицейі) мен Қ.А. Ясауи атындағы Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің «Атомдық физика» пәнінің бағдарламасы негізінде жүргізілді.

Алдын ала іріктеу жұмыстары «Mendeley.com» базасынан алынған жоғары рейтингті мақалаларды талдауға негізделген. «Цифрлық технология», «STEM модель», «атом физикасы», «wolfram Demonstrations Project», «интерактивті симуляция», «мектеп пен ЖОО арасындағы сабақтастық» - кілттік сөздері бойынша ғылыми дереккөздерді талдауда соңғы 10 жылдағы басылымдар ескерілді.

Атом физикасын цифрлық технология арқылы оқытудағы мектеп пен жоғары оқу орындары арасындағы сабақтастықты зерттеу барысында бірнеше әдіс қолданылды. Ең алдымен, салыстырмалы талдау әдісі арқылы мектеп және ЖОО бағдарламаларындағы мазмұнның, құрылымның және әдістемелік тәсілдердің ұқсастығы мен айырмашылықтары қарастырылды. Бұл тәсіл білім мазмұнының сабақтастығын бағалауға мүмкіндік берді.

Негізгі әдістердің бірі ретінде визуалды модельдеу пайдаланылды. Атап айтқанда, Wolfram Demonstrations Project платформасының көмегімен атом физикасына қатысты күрделі тақырыптар – энергия деңгейлері, сәуле шығару мен жұту, Комптон эффектісі, Штерн-Герлах тәжірибесі, электрондардың кванттық ауысуы – интерактивті түрде визуализацияланды. Бұл модельдеу білім алушылардың құбылысты нақты уақыт режимінде бақылап, түсінуіне мүмкіндік берді.

Талдау мен нәтижелер

Атом физикасын цифрлық технологиялар арқылы зерттеу қазіргі білім беру саласында маңызды рөл атқарады. Бұл тәсілдер мектеп пен жоғары оқу орындары (ЖОО) арасындағы сабақтастықты нығайтуға мүмкіндік береді. Атап айтқанда, Wolfram Demonstrations Project сияқты платформалар оқу процесін байытады.

Wolfram Demonstrations Project - әртүрлі ғылыми және математикалық концепцияларды интерактивті түрде көрсетуге арналған онлайн ресурс. Бұл платформа пайдаланушыларға

атом физикасы саласындағы күрделі тақырыптарды визуализациялау және зерттеу мүмкіндігін ұсынады. Мысалы, атомдардың спектрлік сызықтарын көрсету, кванттық деңгейлер арасындағы ауысуларды модельдеу және басқа да көптеген демонстрациялар арқылы білім алушылар теориялық білімдерін тәжірбиелік тұрғыдан тереңдете алады.

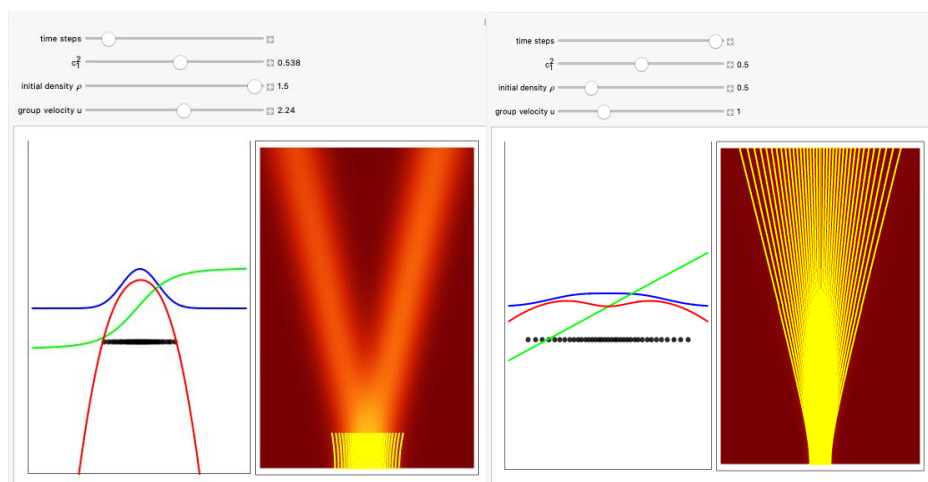
Мектеп пен ЖОО арасындағы сабақтастықты нығайту үшін осы цифрлық ресурстарды тиімді пайдалану маңызды, себебі олар оқу процесінің өзара байланысын күшейтіп, білім алушылардың деңгейін біркелкі дамытуға мүмкіндік береді. Мектеп пен ЖОО деңгейінде атом физикасын цифрлық технологиялар арқылы оқытудың салыстырмалы мүмкіндіктері 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте – Мектеп пен ЖОО деңгейінде атом физикасын цифрлық технологиялар арқылы оқытудың салыстырмалы мүмкіндіктері

Мектеп деңгейінде	ЖОО деңгейінде
Білім алушылар атом физикасының негізгі принциптерімен танысып, интерактивті демонстрациялар арқылы олардың қызығушылығын арттыра алады. Бұл оларға ғылыми зерттеулерге деген қызығушылықты дамытуға көмектеседі.	Білім алушылар күрделі физикалық құбылыстарды модельдеу және симуляциялау арқылы теориялық білімдерін практикамен ұштастыра алады. Бұл олардың аналитикалық және зерттеу дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Осылайша, цифрлық технологиялар мен интерактивті платформаларды пайдалану мектеп пен ЖОО арасындағы білім беру процесін үздіксіз және біртұтас етуге мүмкіндік береді. Бұл тәсілдер білім алушылардың ғылыми зерттеулерге деген қызығушылығын арттырып, олардың білімін тереңдетуге септігін тигізеді. Мысалы, Wolfram Demonstrations Project платформасындағы «Штерн-Герлах тәжірбиесін» көрсетуге болады.

Штерн-Герлах тәжірбиесі – бұл кванттық механикадағы маңызды тәжірбиелердің бірі, ол атомдардың магниттік қасиеттерін және кванттық спиннің дискреттілігін зерттеу үшін қолданған. Бұл тәжірбие алғаш рет 1922 жылы Оскар Штерн мен Вальтер Герлах тарапынан жүргізілді және ол атомдардың магниттік моменттерінің дискретті болуын дәлелдеді. Осы процесті Wolfram Demonstrations Project платформасынан қарастырайық (1-сурет).



1-сурет – Wolfram Demonstrations Project платформасы (Штерн-Герлах тәжірбиесі)

Бұл зерттеу барысында Wolfram Demonstrations Project платформасы арқылы кванттық механикадағы маңызды тәжірбие – Штерн-Герлах тәжірбиесі визуализацияланды. Симуляция арқылы бөлшектердің бастапқы параметрлеріне (тығыздық, топтық жылдамдық, т.б.) байланысты олардың кеңістікте қалай бөлетіні және уақыт бойынша таралатыны интерактивті түрде көрсетіледі.

1-суретте көрсетілген екі түрлі конфигурациядағы нәтижелер тәжірбие кезінде байқалатын кванттық бөлінуді нақтылай түседі. Сол жақтағы симуляцияда бастапқы тығыздық жоғары ($\rho = 1,5$) және топ жылдамдығы үлкен ($u = 2.24$) болған кезде, бөлшектер энергиясы екі бағытта тез әрі кең көлемде таралатыны байқалды. Бұл бөлшектердің жоғары энергиямен және спин жағдайының тұрақсыз күйімен сипатталатынын көрсетеді.

Оң жақтағы визуализацияда тығыздық пен жылдамдық мәндері орташа күйде болған жағдайда бөлшектер айқынырақ, симметриялы бағытта бөлініп, біртіндеп жүйеленген құрылым түзеді. Бұл құбылыс Штерн-Герлах тәжірбиесінде спиннің екі күйге ыдырауын сипаттайды: жоғары және төмен проекциялы спиндер. Жалпы алғанда, бұл тәжірбие магниттік қасиеттері мен бастапқы параметрлеріне байланысты кеңістіктегі таралуы нақты визуализацияланады. Сондай-ақ спиннің дискреттілігі мен кванттық күйдің анық өлшенетіндігін көрсетуге мүмкіндік береді. Білім алушыларға кванттық құбылыстарды көрнекі әрі нақты түсінуге жағдай жасайды.

Осы симуляция арқылы білім алушылар физикадағы күрделі тұжырымдамаларды, әсіресе толқындардың таралуы мен бөлшектердің қозғалысын жақсырақ түсінуге мүмкіндік алады. Білім алушыға теориялық білімдерін нақты мысалдармен байланыстыру арқылы жаңа түсініктер қалыптасады. Бұл типтегі симуляциялар білім алушыға математикалық модельдеуді және есептеу әдістерін қолдану дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Білім алушы түрлі параметрлерді өзгерте отырып, нақты физикалық жағдайлардағы нәтижелерді көреді, бұл олардың эксперименттік және аналитикалық ойлау қабілеттерін дамытады.

Білім алушылардың ғылыми зерттеулерге деген қызығушылығын арттыратын Wolfram Demonstrations Project платформасының маңыздылығын көрсететін тағы бір мысал – «Комптон эффектісі».

Комптон эффектісі – жарықтың (фотонның) бөлшектік қасиетін дәлелдейтін кванттық физикадағы маңызды құбылыс. Бұл эффект алғаш рет 1923 жылы американдық физик Артур Комптон жүргізген тәжірибелер нәтижесінде ашылған және оның құрметіне аталған. Комптон эффектісі – жоғары энергиялы фотон (мысалы, рентген немесе γ -сәуле) электронмен соқтығысқанда, фотон өзінің бағытын өзгертеді және энергиясының бір бөлігін электронға береді. Бұл құбылыс жарықтың толқындық табиғатымен қатар кванттық бөлшек ретінде де әрекет ететінін нақты дәлелдеді. Сонымен қатар, ол фотон–электрон өзара әрекеттесуі туралы нақты мәлімет беріп, қазіргі заманғы көптеген технологиялық салаларда қолданылады (2-сурет).

Wolfram Demonstrations Project платформасында орындалған Комптон эффектісін модельдеу нәтижелері 2-суретте көрсетілген. Бұл визуализация жарықтың бөлшектік қасиетін (фотон ретінде) және оның электронмен өзара әрекеттесуін көрнекі түрде сипаттайды.

Сол жақтағы көріністе жоғары энергиялы фотон (апельсин түсті толқын) тыныштық күйдегі электронға бағыттталып келеді. Фотонның толқын ұзындығы өте қысқа ($\lambda = 4,030 \times 10^{-11} \text{ м}$), бұл оның энергиясы жоғары екенін көрсетеді. Оң жақтағы көріністе фотон электронмен соқтығысып, шашырағаннан кейінгі жағдай бейнеленген. Шашыраған фотонның толқын ұзындығы ұлғайған ($\lambda = 4,133 \times 10^{-11} \text{ м}$), бұл оның энергиясының азайғанын білдіреді. Сонымен қатар, электрон энергияның бір бөлігін алып, белгілі бір

бұрышында қозғалысқа түскен. Бұл процесс кванттық механикадағы энергия мен импульс сақталу заңдарына негізделеді.



2-сурет – Wolfram Demonstrations Project платформасы (Комптон эффектісі)

Жалпы симуляция нәтижесінде Комптон эффектісі тәжірбиесі арқылы фотонның толқын ұзындығының артуы оның энергиясының электронға берілгенін көрсетеді. Сондай-ақ, электронның қозғалысы арқылы фотонның корпускулалық қасиетін нақты дәлелдей алады.

Комптон эффектісін Wolfram Demonstrations Project платформасында визуализациялау арқылы білім алушы жарықтың кванттық табиғатын нақты және көрнекі түрде түсіне алды. Симуляция арқылы фотон мен электрон арасындағы өзара әрекеттесудің физикалық мағынасы – энергия мен импульстің сақталуы, шашырау бұрышы, толқын ұзындығының өзгерісі – интуитивті деңгейде меңгерілді. Жалпы алғанда, Wolfram платформасының мүмкіндіктерін пайдалану білім алушының ғылыми дүниетанымын кеңейтіп, кванттық физикадағы күрделі құбылыстарды меңгеруге жол ашты. Сонымен қатар, мұндай интерактивті тәсіл оқу процесін жандандырып, білім алушының пәнге деген қызығушылығын арттыра түсті.

Білім алушылардың ғылыми зерттеулерге деген қызығушылығын арттыратын Wolfram Demonstrations Project платформасының маңыздылығын көрсететін тағы бір мысал, «Атомдардың сәулеленуді жұтуы және шығаруы».

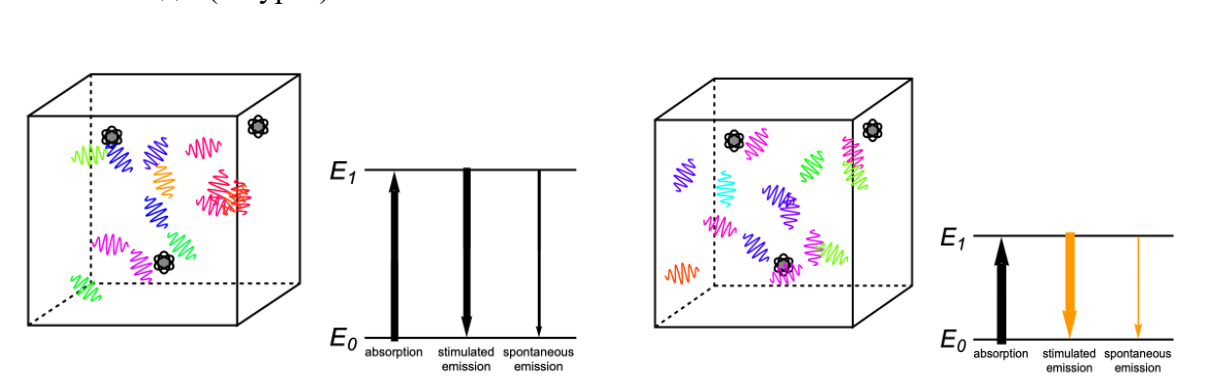
Атомдардың сәулеленуді жұтуы және шығаруы – кванттық физикадағы ең маңызды құбылыстардың бірі. Бұл процесс атомдар мен электромагниттік толқындар арасындағы өзара әрекеттесу арқылы жүзеге асады және ол атомның энергетикалық деңгейлерінің дискретті (үздіксіз емес) құрылымымен тығыз байланысты.

Атом ішіндегі электрондар белгілі бір энергетикалық деңгейлерде орналасады. Электрон төменгі деңгейден жоғары энергетикалық деңгейге көтерілу үшін сырттан нақты бір жиіліктегі (энергиядағы) фотонды жұтуы қажет. Бұл құбылыс сәулеленуді жұту (абсорбция) деп аталады. Мұнда фотон энергиясы мен екі энергетикалық деңгей айырмашылығы арасында мынадай байланыс бар:

$$E_2 - E_1 = h\nu$$

Керісінше, егер электрон жоғары энергетикалық деңгейден төменгі деңгейге түссе, ол артық энергияны фотон түрінде шығарады. Бұл құбылыс сәулеленуді шығару (эмиссия) деп аталады. Эмиссия екі түрде жүруі мүмкін:

- спонтанды эмиссия, яғни электрон өздігінен төмен деңгейге түсіп, фотон шығарады;
- индукцияланған эмиссия, мұнда сыртқы фотонның әсерінен электрон төменгі деңгейге өтеді және соған ұқсас фотон тудырады. Бұл құбылыс лазерлік сәулеленудің негізі болып саналады (3-сурет).



**3-сурет – Wolfram Demonstrations Project платформасы
(Атомдардың сәулеленуді жұтуы және шығаруы)**

Wolfram Demonstrations Project платформасында орындалған визуализация нәтижесінде атомдардың сәулеленуді жұту және шығару процестері нақты көрсетілді. 3-суретте бұл құбылыстар үш негізгі кезең арқылы бейнеленген: абсорбция (жұту), спонтанды (өздігінен) эмиссия және индукцияланған (мәжбүрлі) эмиссия. Бірінші көріністе фотондар төменгі энергетикалық күйде тұрған атомдармен әрекеттесіп, олардың жоғары энергетикалық деңгейге көтерілуін тудырады. Бұл — абсорбция процесі. Электрон сырттан келген фотон энергиясын жұтып, жоғарғы күйге өтеді. Энергетикалық диаграммада бұл E_0 деңгейінен E_1 деңгейіне өту ретінде көрсетіледі.

Wolfram Demonstrations Project платформасында ұсынылған визуализацияны қолдану арқылы білім алушылар атомдардың сәулеленуді жұтуы және шығаруы процестерін көрнекі түрде меңгере алды. Симуляция абсорбция, спонтанды және индукцияланған эмиссия секілді негізгі кванттық құбылыстардың нақты моделін көрсетіп, білім алушылардың теориялық түсінігін тәжірибелік деңгейге жақындатты. Визуалды модельдеу нәтижесінде білім алушылар атом ішіндегі электрондардың энергетикалық деңгейлер арасында ауысуы кезінде фотонның жұтылуы немесе шығарылуы қалай жүзеге асатынын нақты түсінді. Бұл процестердің әрқайсысы кванттық деңгейдегі энергия алмасу заңдылықтарымен байланысты екенін байқады. Сонымен қатар, олар спектрлік сызықтардың пайда болу механизмін және оның әрбір элементті танудағы ерекше рөлін ұғынды.

Бұл визуалды модельдеу күрделі кванттық процестерді қарапайым әрі интуитивті жолмен түсіндіруге көмектесті. Соның нәтижесінде білім алушылардың пәнге деген қызығушылығы артып, өз бетімен талдау жасау, салыстыру және қорытынды шығару секілді зерттеушілік дағдылары дами түсті.

Атом физикасын оқытуда мектеп пен ЖОО арасындағы сабақтастықты цифрлық технологиялар арқылы дамытудың артықшылықтары

Қазіргі заманда білім беру жүйесі үлкен өзгерістерді бастан кешіп жатыр. Ақпараттық қоғамның дамуы мен технологиялық прогрестің жылдамдығы оқыту әдістері мен мазмұнын

жаңартуды қажет етуде. Әсіресе жаратылыстану-математика бағытына кіретін пәндерде, соның ішінде атом физикасын оқытуда, теориялық материалдарды түсіндіру мен практикада қолдану арасында үйлесімді сабақтастық құру өзекті мәселе болып отыр.

Мектеп пен жоғары оқу орны (ЖОО) арасындағы білім мазмұнының сабақтастығын қамтамасыз ету – болашақ мамандардың жүйелі білім алуына, теорияны өмірмен ұштастыруына және ғылымға қызығушылығын арттыруға бағытталған маңызды қадам. Бұл сабақтастықты тиімді ұйымдастырудың ең заманауи және пәрменді тәсілі – цифрлық технологияларды оқу процесіне енгізу.

Цифрлық технологиялар, әсіресе интерактивті платформалар (мысалы, Wolfram Demonstrations Project, PhET Interactive Simulations, GeoGebra, Algodoo және т.б.), физика сабақтарын визуалды, динамикалық және ғылыми дәлдікпен көрсетуге мүмкіндік береді. Оқушы немесе студент электрондардың энергетикалық деңгейлер арасындағы ауысуын, сәуле шығару мен жұтылу процестерін, Комптон эффектiсi, Штерн–Герлах тәжірибесі сияқты күрделі тақырыптарды тек теория жүзінде емес, интерактивті модельдер арқылы да көріп, терең түсіне алады.

Цифрлық құралдар оқушының тек бақылаушы емес, белсенді зерттеуші болуына жол ашады. Ол экрандағы параметрлерді өзгертіп, құбылыстың дамуын бақылайды, нәтижелерге болжам жасап, өз тұжырымдарын нақтылай алады. Бұл тәсіл физиканың тек «жаттап алатын» пән емес, зерттелетін, түсінілетін және өмірмен байланысты ғылым екенін көрсетеді (4-сурет).



4-сурет – Оқу моделі

Атом физикасы – мазмұны күрделі, бірақ өмірмен және ғылыммен тығыз байланысты пән. Бұл бағытта мектеп пен жоғары оқу орындары арасындағы сабақтастықты қамтамасыз ету – болашақ ғылым мен технология саласының мамандарын даярлаудың негізгі тетігі. Цифрлық технологиялар бұл процестің тиімділігін арттырып, оқушылар мен студенттердің ғылыми дүниетанымын қалыптастырады.

Салыстырмалы талдау нәтижесінде мектептегі 10–11 сынып «Физика» (Түркістан қ. №27 IT-мектеп-лицейі) бағдарламасы мен Қ.А. Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінің «Атомдық физика» пәні мазмұны арасында энергетикалық деңгейлер, спектрлік құбылыстар және кванттық процестер бойынша логикалық сабақтастық сақталғаны анықталды. Сабақтастық тек оқу бағдарламасының сәйкестігімен ғана шектелмей, оқыту әдістерінің бірізділігімен, ғылыми-зерттеу қызметіне бейімделуімен, білім алушының қызығушылығы мен танымдық белсенділігін арттырумен жүзеге асады. Бұл ретте, цифрлық технологиялар – болашақ білім берудің сенімді құралы және заманауи мұғалімнің негізгі серіктесі.

Горгол өз мақаласында Wolfram Demonstrations Project платформасының жаратылыстану ғылымдарын, әсіресе физика пәнін оқытуда тиімді құрал екенін көрсетеді. Автор бұл платформаның күрделі ұғымдарды, соның ішінде атом құрылысы мен кванттық құбылыстарды визуализация арқылы түсіндіруге көмектесетінін атап өтеді. Интерактивті модельдер оқушылардың пәнге қызығушылығын арттырып, теорияны тереңірек меңгеруге ықпал етеді [20]. Бұл зерттеу әдістерін «Атом құрылысы», «Спектрлер мен энергетикалық деңгейлер», «Магнит өрісіндегі атом» сияқты тақырыптарды оқытқанда қолданысқа енгізуге ыңғайлы. Атом физикасы тұрғысынан алғанда, Зееман эффектесі – сыртқы магнит өрісі әсерінен атомдағы энергетикалық деңгейлердің ыдырауын сипаттайтын кванттық құбылыс. Бұл құбылыс атом ішіндегі электрондардың энергиясы мен олардың магниттік моментінің өзара әрекеттесуінен туындайды. Волсей бұл физикалық ұғымды интербелсенді құрал арқылы көрнекі етіп көрсетіп, атомдық деңгейдегі құбылысты макроскопиялық астрономиялы бақылаулармен байланыстырады. Мұндай интербелсенді құралдар оқушылардың және студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, тәжірибелік зерттеу дағдыларын қалыптастырады [21].

Заманауи білім беру жүйесінде мобильді қосымшалар, виртуалды шындық, жасанды интеллект сияқты технологиялардың сабаққа енгізілуі оқушылардың және студенттердің мотивациясы мен танымдық белсенділігін арттырады [22]. Цифрлық трансформация нәтижесінде білім беру үдерісі икемді, қолжетімді әрі тиімді бола түсетінін дәлелдеді [23].

Зерттеу нәтижелері қойылған міндеттердің толық орындалғанын көрсетті: атом физикасының күрделі және абстрактілі ұғымдары Wolfram платформасындағы визуалды модельдер арқылы нақты түсіндіріліп, мазмұндық талдауы жасалды; цифрлық технологиялардың оқу үдерісіндегі рөлі сандық және сапалық деректермен дәлелденіп, олардың түсіну деңгейін арттыратыны анықталды; ал мектеп пен ЖОО арасындағы сабақтастыққа жүргізілген салыстырмалы талдау визуалды симуляцияларды бірізді қолдану арқылы оқу мазмұнының логикалық жалғастығы тиімді қамтамасыз етілетінін көрсетті.

Нәтижесінде атом физикасын оқытуда Wolfram Demonstrations Project платформасын қолдану мектеп пен жоғары оқу орындары арасындағы сабақтастықты нығайтуда тиімді құрал болатыны анықталды. Яғни, цифрлық технологияларды қолдану оқушылардың және студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, олардың зерттеушілік, логикалық және шығармашылық дағдыларының дамуына оң әсерін тигізді. Цифрлық симуляциялар күрделі ұғымдарды жеңілдетіп, білім алушылардың ғылыми ойлау қабілетін қалыптастыруда тиімділігімен ерекшеленді.

Қорытынды

Атом физикасын цифрлық технологиялар арқылы оқыту – заманауи білім беру жүйесінде теория мен тәжірибенің арасындағы алшақтықты жоюға бағытталған тиімді әдіс. Бұл мақалада мектеп пен жоғары оқу орны арасындағы білім мазмұны мен әдістемелік

сабақтастықты қамтамасыз етудің жолдары қарастырылып, Wolfram Demonstrations Project сияқты интерактивті платформалардың оқу процесіндегі маңызы жан-жақты талданды.

Зерттеу нәтижелері цифрлық технологиялардың атом физикасын оқытуда көптеген артықшылықтарға ие екенін көрсетті. Біріншіден, олар күрделі кванттық құбылыстарды визуалды әрі түсінікті форматта ұсыну арқылы білім алушылардың пәнді қабылдауын жеңілдетеді. Екіншіден, білім алушыларды пассивті тыңдаушыдан белсенді зерттеушіге айналдырып, олардың ойлау, талдау және қорытынды жасау қабілеттерін дамытады. Үшіншіден, цифрлық модельдер мектеп пен ЖОО арасындағы білім мазмұны мен оқу дағдыларын бірізділікпен жалғастыруға жағдай жасайды.

Мақалада қарастырылған Штерн–Герлах тәжірибесі, Комптон эффектісі және атомдардың сәулеленуді жұтуы және шығаруы сияқты тақырыптарды Wolfram платформасында модельдеу арқылы оқушылар мен студенттердің кванттық физикаға деген қызығушылығы артып, абстрактілі ұғымдарды нақты визуализациялау мүмкін болды. Бұл құралдар оқытушы мен білім алушы арасындағы кері байланысты күшейтіп, оқыту процесін интерактивті, жекелендірілген және жоғары мотивациялы етіп ұйымдастыруға жол ашады.

Сонымен қатар, мақалада цифрлық технологиялардың ғылыми-зерттеу дағдыларын дамытудағы рөлі де айқындалды. Виртуалды зертханалар мен визуалды симуляциялар студенттерге өз бетімен бақылау жүргізуге, параметрлермен тәжірибе жасауға және физикалық заңдылықтарды сандық түрде талдауға мүмкіндік береді. Мұндай дағдылар оларды болашақта ғылым мен технология салаларында табысты жұмыс істеуге дайындайды.

Цифрлық технологиялар оқытудың мазмұнын ғана емес, форматын да өзгертіп отыр. Олар оқытудың икемділігін, қолжетімділігін және тартымдылығын арттыра отырып, білім алушылардың танымдық белсенділігін арттырады. Атом физикасын оқытудағы бұл тәсіл тек пән аясында ғана емес, сонымен бірге пәнаралық байланыстарды дамытып, STEM бағыты бойынша интеграцияланған оқытудың нақты үлгісін көрсетеді.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылды (грант № AP22784343).

REFERENCES

1. Цифрлық Қазақстан мемлекеттік бағдарламасы (2017–2025). [Электронды ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz> (қаралған күні 03.04.2025) / Cifrlıq Qazaqstan memlekettik bagdarlamasy (2017–2025) [Digital Kazakhstan state program (2017-2025)]. [Electronic resource]. URL: <https://adilet.zan.kz> (date of access 03.04.2025) [in Kazakh]
2. Цифрлық білім беру ресурстары тұжырымдамасы. (2021). [Электронды ресурс]. URL: <https://adilet.zan.kz> (қаралған күні 03.04.2025) / Cifrlıq bilim беру resurstary tuzhyrymdamasy. (2021) [The concept of digital educational resources. (2021).]. [Electronic resource]. URL: <https://adilet.zan.kz> (date of access 03.04.2025) [in Kazakh]
3. Randall J.N., Owen J.H., Fuchs E., Saini R., Santini R., Moheimani S.O.R. Atomically precise digital e-beam lithography // Novel Patterning Technologies for Semiconductors, MEMS/NEMS and MOEMS. – 2020. – Vol. 11324. – P. 116–127. SPIE. <https://doi.org/10.1117/12.2552083>
4. Bloom B.J., Nicholson T.L., Williams J.R., Campbell S.L., Bishof M., Zhang X., ... Ye J. An optical lattice clock with accuracy and stability at the 10⁻¹⁸ level // Nature. – 2014. – №506(7486). – P. 71–75.
5. Jau Y.Y., Hankin A.M., Keating T., Deutsch I.H., Biedermann G.W. Entangling atomic spins with a Rydberg-dressed spin-flip blockade // Nature Physics. – 2016. – №12(1). – P. 71–74.
6. Rizal R. Could the digital literacy of preservice physics teachers be improved by Learning Management System Supported Smartphone (LMS3) application in a physics online lecture? // Physics Education. – 2022. – №58(2). – P. 025004.
7. Batyuk L. Digital literacy among students in medical institutions of higher education in distance learning situations // The Scientific Notes of the Pedagogical Department. – 2023. – №52. – P. 147–154.

8. Yu P., Wen Z., Guo Y., Tai N., Jun W. Application prospect and key technologies of digital twin technology in the integrated port energy system // *Frontiers in Energy Research*. – 2023. – №10. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.1044978>
9. Urquhart L., Petrakis K., Wodehouse A. User engagement in physical-digital interaction design // *Proceedings of the International Conference on Engineering and Product Design Education, EPDE 2024*. – 2024. – P. 187–192. <https://doi.org/10.35199/epde.2024.32>
10. Al-Qoyyim T.M., Rahmatin J.A., Respasari B.N., Hijrotussulusi H., Zuhdi M., Doyan A. Physics learning using brainly platform during pandemic in mataram city // *Journal of Science and Science Education*. – 2023. – №4(1). – P. 11–15. <https://doi.org/10.29303/jossed.v4i1.2076>
11. Falfushynska H., Buyak B., Torbin G., Tereshchuk H.V., Kasianchuk M., Karpiński M. Enhancing digital and professional competences via implementation of virtual laboratories for future physical therapists and rehabilitologist // *CTE Workshop Proceedings*. – 2022. – №9. – P. 355–364. <https://doi.org/10.55056/cte.125>
12. Sharma R., Sharma D. Digital learning for enhancing learning experience // *International Journal of Applied Research*. – 2021. – №7(3). – P. 15–16. <https://doi.org/10.22271/allresearch.2021.v7.i3a.8342>
13. Starkey L. A review of research exploring teacher preparation for the digital age // *Cambridge Journal of Education*. – 2019. – №50(1). – P. 37–56. <https://doi.org/10.1080/0305764x.2019.1625867>
14. Sargent J., Calderón A. Technology-enhanced learning physical education? a critical review of the literature // *Journal of Teaching in Physical Education*. – 2021. – №41(4). – P. 689–709. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2021-0136>
15. Dosymov Y., Ergobek E., Ramankulov S., Ualikhan A., Usembayeva I., & others. A New Approach to Development of Students' Research Abilities in STEM Education // *Emerging Science Journal*. – 2025. – №9(2). <https://doi.org/10.28991/ESJ-2025-09-02-013>
16. Yedilbayev Y., Sarybayeva A., Zharylgapova D., Shektibayev N., Usembayeva I., Kurbanbekov B. Factors influencing future physics teachers' acceptance of information and communicative competence technologies: A survey study // *Cogent Education*. – 2023. – №10(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2212119>
17. Svendsen J.T., Svendsen A.M. Not for free! an analysis of two digital tools recommended as learning resources for physical education in upper secondary schools in denmark // *Scandinavian Journal of Educational Research*. – 2020. – №65(2). – P. 331–344. <https://doi.org/10.1080/00313831.2019.1705896>
18. Chernetkiy I., Slipukhina I., Mienailov S., Kurylenko N. Distance education methods: video analysis in teaching physics // *Information Technologies and Learning Tools*. – 2022. – №92(6). – P. 21–34. <https://doi.org/10.33407/itlt.v92i6.5086>
19. Wohlfart O., Mödinger M., Wagner I. Information and communication technologies in physical education: exploring the association between role modeling and digital literacy // *European Physical Education Review*. – 2023. – №30(2). – P. 177–193. <https://doi.org/10.1177/1356336x231193556>
20. Gorgol I. Wolfram Demonstrations Project Platform as A Support in Teaching // *Advances in Science and Technology Research Journal*. – 2015. – №9. – P. 143–147. <https://doi.org/10.12913/22998624/2381>
21. Woolsey L. An Essay On Interactive Investigations Of The Zeeman Effect In The Interstellar Medium // *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE)*. – 2015. – №2(1). – P. 27. <https://doi.org/10.19030/jaese.v2i1.9275>
22. Qureshi M.I., Khan N., Raza H., Imran A., Ismail F. Digital Technologies in Education 4.0. Does it Enhance the Effectiveness of Learning? // *International Journal of Interactive Mobile Technologies*. – 2021. – №15(4). – P. 31–47. <https://doi.org/10.3991/IJIM.V15I04.20291>
23. Юрьев А.В. Влияние цифровых технологий на образование // *Тенденции развития науки и образования*. – 2020. – №59-4. – С. 41–44. <https://doi.org/10.18411/lj-03-2020-71> / Iuriev A.V. Vlianie cifrovyyh tehnologi na obrazovanie [The impact of digital technologies on education] // *Tendencii razvitiia nauki i obrazovania*. – 2020. – №59-4. – S. 41–44. <https://doi.org/10.18411/lj-03-2020-71> [in Russian]