

ФИЗИКА САБАҒЫНДА ПӘНАРАЛЫҚ БАЙЛАНЫСТЫ ҚОЛДАНУ**Г.М. Аралбаева¹, А.Д. Акылбекова², Т.Б. Анарбеков³**^{1,2,3} Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Астана қ.¹ Корреспондент-автордың E-mail: agm_555@mail.ru² aiman88_88@mail.ru , ³ ttttanarbekov@gmail.com**Аңдатпа**

Мақалада физика сабағында пәнаралық байланыстарды орнату әдістері қарастырылған. Бұл байланыстар оқушылардың практикалық және ғылыми-теориялық дайындығын арттыруда маңызды рөл атқарады. Пәнаралық байланыс оқушыларға табиғат құбылыстары мен олардың арасындағы өзара байланыс туралы тұтас түсінікті дамытуға көмектеседі, білімді практикалық тұрғыдан мағыналы және қолданбалы етеді, сонымен қатар оқушыларға кейбір пәндерді оқу кезінде алған білімдері мен дағдыларын басқа пәндерді оқу кезінде пайдалануға көмектеседі. Авторлар физикалық білімді жаратылыстану ғылыми пәндерінің арасындағы байланыс арқылы білімді біріктірудің әртүрлі тәсілдерін талдап, физикалық құбылыстарды тереңірек түсінуіне ықпал ететін мысалдар келтірген. Мақалада пәнаралық байланыстардың түрлері; пәнаралық байланысты орнатудағы педагог пен оқушының әрекеті, пәнаралық байланыстың тиімділігі, зертеу нәтижесінің қорытындылары берілген. Зерттеу жұмысы Астана қаласы, Б.Момышұлы атындағы №53 мектеп лицейінде жүргізіліп, пәнаралық байланыстың тиімділігі анықталды. Эксперимент барысында оқушылардың ынтасын арттырумен қатар, оқуға кешенді көзқарасты қалыптастыруға ықпал ететін әдістер талданады. Зерттеу кезінде пәнаралық байланыстың маңыздылығы ескеріліп, оқушылардың сыни ойлауын дамытуға арналған арнайы тапсырмалар мен зерттеудің жалпы және аралық мақсаты анықталып, қорытынды ұсыныстар дайындалды. Зерттеу нәтижелері пән мұғалімдерінің мектеп бағдарламасына сәйкес пәнаралық тапсырмаларды құрастыруды, пәндер арасындағы кейбір теориялар мен принциптердің тұтастығын жалпылауды, іргелі ғылымдар арасында пәнаралық байланысты орнатуға бағыттайды.

Түйін сөздер: физиканы оқыту, пәнаралық байланыс, интеграция, жаратылыстану ғылымдары, оқыту әдістері, оқыту формалары.

Кіріспе

Жалпы орта білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандартында: пәнаралық және пәнішілік байланыстар негізінде оқу пәндері мазмұнының кіріктірілуін күшейту, оқушыларды сын тұрғысынан, шығармашылықпен және позитивті ойлауды дамыту [1] міндеттері көрсетілсе, Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Ұлттық даму жоспарында: «Білім беру сапасын арттыру» міндеті бойынша оқушылардың ойлау дағдыларын қарапайым деңгейден (білу, түсіну, қолдану) жоғары деңгейге дейін (талдау, синтездеу, бағалау) қалыптастыру, пәнаралық байланыстарды барынша тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік беретін «өтпелі тақырыптардың» болуы маңызды деп көрсетілген [2]. Осы аталған міндеттерге пән мұғалімдері пәнаралық байланыстарды орната алуға, пәндер арасындағы кейбір теориялар мен принциптердің тұтастығын жалпылай алуға, іргелі ғылымдарды байланыстыра алуға, пәнаралық байланыс арқылы оқушылардың сыни ойлауын дамыта алуға дағдылануы қажет. Қазіргі кезде пәнаралық байланыс орасан зор маңызға ие және алдыңғы қатарлы зерттеулерді жүргізудің негізгі тәсілдерінің біріне айналды, әсіресе STEM білім беру, жаратылыстану пәндерінің интеграциясы көптеп талқылануда. Пәнаралық байланыс оқушылардың әртүрлі пәндер бойынша алған теориялық және қолданбалы білімдерінің нәтижесін талдау, жалпылау, салыстыру, әртүрлі құбылыстар мен процестер арасында байланыс орнату арқылы жеке басын тәрбиелеу мен дамыту мәселелерін шешуге мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі

Пәнаралық байланыс XVIII-XIX ғасырларда Я.А.Коменский, Д.Локк, И.Г. Песталотии, И.Ф. Гербарт, сондай-ақ XIX-XX ғасырларда В.Г.Белинский, В.Ф.Одоевский, К.Д.Ушинский еңбектерінде және ғылымның қазіргі даму деңгейінде де көптеп талқылануда. 1995 жылы Эриксон пәнаралық байланысты әртүрлі пәндердің жиынтығынан тұратын тұжырымдамалық интеграциясы десе, 1998

жылы Стембер пәнаралық байланысты пәндер бойынша бірқатар өзгерістерді талап ететін бастамалар ретінде анықтады. Пәнаралық байланыс – бұл оқу пәндеріндегі ғылым негіздері арасындағы, дәлірек айтсақ, концепцияларда, ғылыми фактілерде, заңдарда және теорияларда көрсетілген мазмұнның құрылымдық элементтері арасындағы байланыс. Білім берудегі пәнаралық байланыстарды жүзеге асырудың өзектілігі ғылымның қазіргі даму деңгейімен түсіндіріледі, онда қоғамдық, жаратылыстану және техникалық білімдердің интеграциясы айқын көрінеді. Табиғат пен қоғамның күрделі объектілерін түсінудің жаңа әдістерін алға тартқан ғылымдар қазіргі заманның күрделі мәселелерін (адам мен кеңістік, адам мен табиғат, қоғам мен тұлға, ғылым мен өндіріс, адам мен машина және т.б.) зерттеуде бірігеді. Ғылыми білімді интеграциялау мамандарға жаңа талаптар қояды. Пән мұғалімдерінің өз мамандығына байланысты ғылымдар арасындағы білімінің рөлі және оларды ғылыми-өндірістік мәселелерді шешуде жан-жақты қолдана білу қабілеті артып келеді. Соның бірі пәнаралық байланысқа негізделген. Оқу бағдарламаларында пәнаралық байланыс арқылы оқушылардың жалпы теориялар мен күрделі мәселелер туралы идеяларын дамытуға мүмкіндік береді. Мысалы, физика сабақтарында, формулаларды түрлендіруде, физикалық есептерді шешуде математикалық ұғымдармен жұмыс істеу керек. Қазіргі оқыту жағдайында пәнаралық байланыстар әрбір оқу пәнінің мазмұнындағы рефлексия құралы ретінде оқушылардың ғылыми дүниетанымын қалыптастырудағы рөлін арттырады.

Пәнаралық байланысты [3-5] авторлар қоршаған ортаның немесе әлемнің біртұтастық бейнесі мен бірлігін бейнелейтін ғылыми білімдер жиынтығы; әртүрлі тұжырымдамалар арқылы талдау және синтездеу сияқты жоғары деңгейлі ойлауға бағыттайтын оқыту тәсілі деп қарастырған. Пәнаралық байланыс қоршаған әлемде болып жатқан құбылыстардың көпшілігін барабар түсіну үшін өте қажет, әсіресе физика пәнін оқытуда іргелі физикалық теориялардың біртұтас жүйесін түсіндіруде оқушылардың сыни ойлауын дамыту үшін қажет.

Жаратылыстану ғылымдары пәндерінің арасындағы пәнаралық байланысты Карл Саган «Cosmos» еңбегінде астрономия, биология, физика және химия пәндерін байланыстыра отырып жаратылыстың біртұтастығын, Ричард Доукинс «The Ancestor's Tale» еңбегінде барлық тіршілік иелерінің өзара байланысы мен ортақ шығу тегін [6], Брайан Гриннің «The Elegant Universe» еңбегінде кванттық механика мен жалпы салыстырмалылық принциптерін біріктіріп, кеңістік, уақыт және энергия арасындағы байланысты, Джеймс Ловлок «Gaia: A New Look at Life on Earth» еңбегінде пәнаралық зерттеулері арқылы биосфера, геосфера және жер атмосферасы арасындағы байланысты көрсетіп, барлық тіршілік иелері мен физикалық ортаның бірлігін көрсетті. Жоғары білім беру жүйесіне әртүрлі пәндердің интеграциясын О.Е. Кириченко [7], Г.М.Семенова [8], В.А.Шершнева [9], А.Б. Біргебаев, А.М. Сахабаева [10], С.Р. Сайфетдинова, А. М. Тлеулесова, Ұ.Ә. Сейсен [11] еңбектерінде әртүрлі пәндерді оқыту әдістемесін интеграциялаудың педагогикалық шарттарын, [12-15] іргелі және кәсіптік дайындықты интеграциялауды, жаратылыстану пәндерінің интеграциялауды, пәнаралық интеграция негізінде пәндерді оқытуда кәсіби құзыреттілікті қалыптастыруды қарастырады.

Бірнеше ғылыми еңбектерді талқылай келе, пәнаралық байланысты логикалық бағытына сәйкес *индуктивті* - әр түрлі оқу пәндерінің фактілері жалпыланған кезеңі; *жартылай индуктивті* - пәндік білімнің (ұғымдар, теориялар, заңдар) жалпылануы; *дедуктивті* - әртүрлі пәндерден алынған білім арқылы жалпы пәндік ережелерді дәлелдеуді, ашық мәселелерді шешу деп үш түрін атап кетуге болады.

Пәнаралық байланыстарды оқытуды ұйымдастыру формалары бойынша келесі түрлерге бөлеміз:

- *жеке* - үй тапсырмалары мен сыныптық тапсырмалар, рефераттар, эсселер, баяндамалар, пәнаралық тақырыптар бойынша эксперименттер жүргізу;
- *топтық* – шығармашылық тапсырмалар, практикалық жұмыстар, күрделі көрнекі құралдар, ойындар, тақырыптық үйірмелердегі сабақтар, пәнаралық мазмұндағы қабырға газеттерін шығару;
- *жаппай* – пәнаралық сабақтар, семинарлар, экскурсиялар, конференциялар, олимпиадалар, конкурстар, кештер.

Оқытуды ұйымдастыруда кешенді семинарлар, интеграцияланған пәнаралық конференциялар және факультатив сабақтарын жүргізу тиімді оқуы формасы болып табылады. Пәнаралық кешенді семинар – дүниетану мәселелері бойынша негізгі пәндер бойынша білімдерді жалпылауға мүмкіндік беретін оқуды ұйымдастырудың өнімді түрі. Мұндай оқыту формасын жүргізуде бірнеше пән мұғалімдері жоғарыда атап кеткен транс пәнаралық байланыс түрін өткізеді.

О.В. Петунин пәнаралық байланыстарды әртүрлі аспектілеріне байланысты 3 деңгейіге бөліп қарастырады [16]:

- *пәнішілік байланыс* – бұл жеке оқу пәні шеңберіндегі бір пән мұғалімі белгілі бір тақырыпты түсіндіруді жақсарту үшін пән ішіндегі тарауларды қайталай отырып білім мен әдіс-тәсілдерді біріктіріп жұмыс жасауын айтамыз. Бұл тәсіл пәнді толық және біртұтас түсінуге әкелуі мүмкін, өйткені ол оқудың бір аймағында әртүрлі перспективалардың синтезіне ықпал етеді.

- *пәнаралық интеграция* – бұл екі немесе одан да көп пәндерді байланыстыру арқылы оқу пәні бойынша тақырыпты немесе тарауды түсіндіру кезіндегі қолданылатын әдістер жиынтығы. Яғни пәнаралық байланыс арқылы білім берудің жан-жақты және біртұтас тәсілін ұсынады, заманауи білім берудегі қиындықтарды шешуге көмектеседі, сонымен бірге оқушыларға жан-жақты оқу тәжірибесін ұсынады.

- *транс пәнаралық* - негізгі компоненттердің және қосымша білім беру мазмұндарының синтезі. Бұл интеграцияның ең жоғары деңгейі. Ол әртүрлі пән мұғалімдерінің бірігіп білім беру нәтижелерін жақсарту үшін инновациялық, практикалық және бейімделген шешімдерді әзірлеуге мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда пәнаралық байланысты мұғалімдер екі түрге топтап жүр. Оларды уақыттық сәйкестік және мазмұндық ақпараттық байланыстар деп жіктейді. Уақыттық сәйкестік (хронологиялық) байланысы: өтіп кеткен, қатарлас және келешекте туатын байланыстарға жіктеледі. Мысалы, 11 сыныпта «Атом ядросының физикасы» тарауын оқытуда 10 сыныпта өткен химия пәнінен «Атом құрылысы» тарауын қайталау арқылы пәнаралық байланыс орнату, т.с.с. химия пәнінен «Электролиттік диссоциация теориясы» тақырыбын физика пәніндегі «Электролиз» тақырыбымен байланыстыру т.с.с. Ал мазмұндық ақпараттық байланысты: ұғымдық және теориялық байланыстарға жіктеледі. Мысалы, жаратылыстың пайда болуы, Үлкен жарылыс теориясы, материя, қозғалыс, даму, кеңістік және уақыт, детерминизм және т. б. ұғымдарды қалыптастыру.

Пәнаралық интеграцияның оқушыға тигізетін көптеген пайдасы бар:

- Әлемді тұтас қабылдауды қалыптастыруға мүмкіндік береді;
- Оқушылардың бойында болашақ мамандығы туралы тұтас түсінік қалыптастырады;
- Оқуға қызығушылықты арттырады;
- Шығармашылықты арттыру;
- Жаңа материалды жеңіл есте сақтауға көмектеседі;
- Оқытылатын материалдарды жан-жақты қарастырады;
- Оқушылардың ой-өрісін кеңейтіп, шығармашылық қабілеттерін дамытады;
- Алған білімдерін ұқсас немесе басқа салаларда қолдануды меңгереді;
- Оқушыларда жалпылама дағдыларды қалыптастырады: есептеу, өлшеу, модельдеу,

бақылау, эксперимент жүргізу.

Демек пәндер арасындағы интеграция арқылы оқу мотивацияның жоғарылауын, оқушылардың оқу-тәрбие деңгейін арттыруға көмектесетін танымдық қызығушылықтың қалыптасуын; дүниенің тұтас ғылыми бейнесінің қалыптасуын; білімді жүйелеуді; оқу тапсырмаларын орындауда шығармашылық тәсілдерді еркін қолдану алуын байқаймыз.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

Зерттеу жұмысының тиімділігін тексеру мақсатында Астана қаласы, Б.Момышұлы атындағы №53 мектеп лицейінде жалпы - ғылыми ұстанымдар мен әдістерді қолданып, педагогикалық эксперимент жүргізілді. Зерттеу кезінде пәнаралық байланыстың маңыздылығы ескеріліп, оқушылардың сыни ойлауын дамытуға арналған арнайы тапсырмалар мен зерттеудің жалпы және аралық мақсаты анықталып, нәтижесі талқыланып, қорытынды ұсыныстар дайындалды.

STEM пәндер арасында интеграцияны мысалы 45 минуттық сабақ барысындағы мұғалімдер мен оқушылар қандай әрекеттер жасай алатынын қарастырайық (кесте 1).

!Төменде келтірілген ақпарат тек ақпараттық сипатта болатынына назар аударыңыз, ал сыныптағы нақты жұмыс нақты сабақ жоспарына және білім беру мақсаттарына байланысты өзгеруі мүмкін.

Кесте 1. STEM пәндерінің интеграциясы

Уақыт (минут)	Ұстаздың әрекеті	Оқушының әрекеті
0-5	Оқушыларды қарсы алу. Сабақтың мақсаты оқушыларды таныстыру. Математика пәнін STEM пәндерімен байланысы туралы ақпарат беру. Интеграция жоспарын қысқаша ұсыну.	Сабақтың мақсаттарымен танысады. Мұғалімнің берген ақпараттарын тыңдайды.
5-15	Векторлар тақырыбына байланысты математикалық ұғымдар бойынша шағын дәріс өткізеді. Сабақты терең түсіндіру үшін векторларға байланысты физикалық есептер шығарып, оны информатика пәнінен өткен Python бағдарламасында есептеулерді қалай жүргізу керектігі туралы мәліметтер береді.	Векторлар бойынша шағын дәрісті белсенді тыңдайды, векторларға қатысты нақты мысалдарды талқылауға қатысады.
15-25	Бейнеконференция режимінде физика мұғалімдерімен байланыс орнатады. Физикада векторлардың қолдана отырып, нақты мысалдар келтіреді. Математика мен физиканы пәндерінің интеграциясын жасай отырып бірлесіп есептер шешеді.	Бейнеконференция режимінде физика пәнінің мұғаліммен байланысқа түседі. Сұрақтар қойып, есептерді шешу және математикалық ұғымдарды физикамен байланыстырады.
25-30	Оқушыларды практикалық іс-әрекетке тартады. Оқушылар бағдарламалау тілдерінде векторлық есептеулерді қолданатын информатикаға қатысты материалдармен бөліседі. Оларды практикада қолдануды үйретеді.	Информатика пәнімен бойынша бірлескен жұмыс жасайды. Бағдарламалау есептерін шешу үшін векторлық есептеуді қолданып, информатикадағы векторлардың нақты қолданылуын зерттейді.
30-35	Сыныпта пікірталастар ұйымдастырады. Оқушыларды практикалық қызмет барысында алған білімдері бойынша сұрақтарымен, қорытындыларымен бөлісуге шақырады.	Сабақ барысындағы пікірталастарға қатысып және практикалық жұмыста алған білімдерімен бөліседі. Математика, физика және информатика арасындағы байланыстар туралы ойлайды.
35-40	Сабақтың негізгі тұстарын қорытындылап, пәнаралық байланыстарға баса назар аударады. Әрі қарай зерттеу және өзіндік жұмыс үшін қосымша ресурстар береді.	Қорытындылауға қатысады. Пәнаралық байланыс арқылы оқытудың маңыздылығын түсініп, өз ойларымен бөліседі.
40-45	Оқушылардың барлық сұрақтарына жауап береді. STEM интеграциясы тұжырымдамаларына қатысты үй тапсырмасын немесе қосымша әдебиеттерді береді.	Нақты сұрақтар қойып, үй тапсырмаларын талқылап және STEM интеграцияланған тұжырымдамаларын одан әрі зерттеуге қызығушылық танытады.

Математика, физика, биология және басқа да жаратылыстану пәндері бойынша жаратылыстың бірлігін көрсететін өзара байланысты принциптердің торын көрсете отырып, табиғат құрылымындағы математика заңдарынан физикалық құбылыстардың әмбебап заңдарына дейін, биологиядағы жалпы генетикалық кодтан химиядағы элементтердің жиілігіне дейін сипаттайтын

жалпылама ұғымдардың біртұтастылығын түсіндіретін мысалдар мен тапсырмалар әзірледік. Бұл мысалдар әртүрлі ғылыми салалардың терең бірлігін растайды және біздің жаратылыс туралы түсінігіміздің негізінде жатқан өзара байланыс пен жалпы принциптерді көрсетеді.

Мысалы, үй тапсырмасына төмендегідей эксперименттік тапсырмалар берілді:

Жұмыстың мақсаты: Қолдан жасалған динамометрдің көмегімен адамның екі білегінің күшін мен арқадағы экстензор бұлшықеттерінің күші анықтау (1-сурет).



Сурет 1 – Бұлшықет жаттығулары

Қажетті құрал-жабдықтар: қолдан жасалған динамометр, рулетка.

Жұмыстың орындалу тәртібі:

1. Динамометрге әртүрлі салмақтағы жүктерді іліп, серіппенің ұзаруын x анықтаңыз. Нәтижелерді кестеге жазыңыз.

$m, \text{ кг}$				
$F, \text{ Н}$				
$x, \text{ м}$				

2. Кестеде берілген мәліметтер бойынша тәуелділік графигін тұрғызыңыз $F=f(x)$.
3. Серіппенің қатаңдығын анықтаңыз.
4. Адам арқасындағы экстензор бұлшықеттерінің күшіне сәйкес динамометр серіппесінің ұзаруын өлшеңіз.
5. Графигті пайдаланып, адам арқасындағы экстензор бұлшықеттерінің күшінің мәнін анықтаңыз.
6. Қол динамометрін қолданып, адамның екі қолымен жасалған күштердің мәнін анықтаңыз.
7. Қорытындылаңыз.

Тағы бір мысал, сабақтан тыс оқушыларымен конференция өткізу кезінде «Неліктен Ф.Энгельс физиологияны физика және химия деп есептеді?» тақырыбының аясында оқушыларды топтап (немесе жұппен) келесі тақырыптар бойынша ізденіс жұмыстарын жүргізуді ұсынды: «Д.И.Менделеевтің периодтық жүйесіндегі биогенді элементтер» (мақсаты биогенді элементтердің физика-химиялық қасиеттерін зерттеу), «Тамырлар арқылы қанның қозғалысы» (мақсаты қан қозғалысының физика-химиялық заңдылықтарын ашу), «Энергияның сақталу заңы – әмбебап табиғат заңы» (мақсаты тірі және жансыз табиғаттағы осы заңның көріністері туралы оқушылардың түсініктерін қалыптастыру). Тағы сол сияқты оқушылар арасында сабақтан тыс семинарлар ұйымдастырылып, кейбір теориялар мен принциптердің тұтастығы түсіндірілді (кесте 2).

Кесте 1. Жаратылыстану пәндерінің интеграциясы

Математика	Физика
-------------------	---------------

Фибоначчи тізбегі - бұл әр сан алдыңғы екі санның қосындысы болатын сандар тізбегі (0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13,...n), ол көптеген табиғи құбылыстарда кездеседі. Мысалы, гүл жапырақшаларының орналасуы, қарағай тұқымдарының спиральды орналасуы, ағаш бұтақтарының орналасуы Фибоначчи тізбегін қамтиды және табиғаттың барлық аспектілерін біріктіретін математикалық заңдылықтарды көрсетеді.	Исаак Ньютонның тартылыс заңы массасы бар барлық объектілер арасындағы тартылыс күшін түсіндіреді және осылайша жаратылыстың бірлігін көрсетеді. Біз астрономияда аспан денелерінің қозғалысын байқаймыз ба, әлде алманың жерге құлауын түсінеміз бе - физикалық құбылыстар арасындағы байланысты бейнелейтін ауырлық күшінің бірдей принципі барлық жерде қолданылады.
Биология	Химия
ДНҚ-да кодталған генетикалық код жердегі барлық тіршілік иелеріне ортақ. Генетикалық ақпараттың бұл ортақтығы жалпыға бірдей шығу тегі туралы куәландырады және биологиялық әлемдегі жаратылыстың бірлігін көрсетеді. Сонымен қатар, эволюция теориясы табиғи сұрыпталу принципінің әртүрлі түрлерге қалай қолданылатынын көрсетеді және эволюциялық процестің өзара байланысын көрсетеді.	Элементтердің периодтық жүйесі - бұл затты құрайтын элементтердің жүйелі көрінісі. Элементтердің атомдық қасиеттеріне сәйкес орналасуы заңдылықтар мен тенденцияларды көрсетеді және материалдық әлемді құрайтын элементтердің бірлігін көрсетеді. Химиялық реакциялар мен байланыс принциптері әмбебап және химияның жалпы принциптерін көрсетеді.
География	Информатика
Су айналымы - жер жүйесінің өзара байланысын бейнелейтін географиялық құбылыс. Су айналымы – мұхиттарда судың булануынан бұлттардың пайда болуына, жауын - шашын мен ағынға дейін - әртүрлі географиялық процестердің жердің жалпы жұмысына қалай әсер ететінін көрсетеді. Бұл өзара байланысты жүйе географиядағы жаратылыстың бірлігін көрсетеді.	Информатикадағы алгоритмдерді зерттеу табиғи процестермен параллель. Мысалы, генетикалық алгоритмдер табиғи сұрыпталу процесінен шабыт алады және эволюциялық принциптерге еліктеу арқылы оңтайландыру есептерін шешеді. Биологиялық жүйелерді, ауа-райын немесе экологиялық өзара әрекеттесуді модельдеу үшін алгоритмдерді қолдану есептеу принциптерінің табиғат заңдылықтарымен қалай үйлесетінін көрсетеді.

Физика-химия пәндерінің интеграциясы: Гомологтық қатардағы шекті бір атомды спирттердің қайнау температурасы молекулалық массаға тәуелді екенін физикалық тәжірибе арқылы дәлелдендер.

Оқушылардың дайындық жоспары:

1) органикалық химия оқулығын пайдалана отырып, қаныққан бір атомды спирттердің қайнау температурасымен танысу;

2) Төмендегі спирттердің молекулалық массасын есептендер: этанол (C_2H_5OH), пропанол (C_3H_7OH), бутанол (C_4H_9OH).

Қажетті құралдар: пробиркалар – 3 дана, термометр – 3 дана, спирт құятын құты – 1 дана, тығын – 3 дана, глицерин ваннасы – 1 дана, глицерин (10 мл), этанол (5 мл), пропанол (5 мл), бутанол (5 мл).

Эксперимент жүргізуге арналған нұсқаулар:

1) пробиркаға 5 см³ этанол құйыңыз.

2) пробирканы глицерин ваннасына салыңыз.

3) термометр көрсеткіштерін тексеріңіз.

4) сұйықтық қайнағанда және температура тұрақты болған кезде термометрдің көрсеткіштерін жазып алыңыз.

5) спирттердің әрқайсысымен тәжірибені қайталаңыз.

6) спирттердің қайнау температурасын және тізбектегі көміртегі атомдарының санын салыстырыңыз.

7) спирттердің қайнау температурасының тізбектегі көміртегі атомдарының санына тәуелділігінің графигін салыңыз.

8) қаныққан бір атомды спирттердің гомологиялық қатарының қайнау температурасының тізбектегі көміртек атомдарының санына (немесе спирттердің молекулалық массасына) тәуелділігі туралы қорытынды жасау.

Бақылау деректері:

Этанол $T_{\text{қайнау}} - 78,3^{\circ}\text{C}$

Пропанол $T_{\text{қайнау}} - 97,2^{\circ}\text{C}$

Бутанол $T_{\text{қайнау}} - 117,7^{\circ}\text{C}$

Физика - информатика пәндерінің интеграциясы: Мысалы бізге төменде берілген есепті Python бағдарламалық тілінде есептеу.

Радиусы 50 см шеңбер бойымен 7,2 км/сағ жылдамдықпен бірқылыпты қозғалатын материялық нүктенің центрге тартқыш үдеуін анықта.

```

1
2
3 # Define a constant for pi
4 pi = 3.14159265359
5
6 # Define radius and linear speed
7 radius = 50 # радиус (см)
8 speed = 72000 # жылдамдық (см/сағ)
9
10 # Calculate angular velocity using the formula: angularVelocity = speed / radius
11 angular_velocity = speed / radius # бүкіл қатарының барлық ауысу жылдамдығы (рад/с)
12
13 # Output the result
14 print(f"Материалды нүктенің мерке-зім тартылымы: {angular_velocity} рад/сағ")
15

```

Физика пәнінен есептерді шығаруда оқушылар өздерінің телефондары арқылы python online бағдарламасын қолданып, физика - информатика пәндерінің арасындағы байланыс арқылы өздерінің шығармашылық қабілеттерін арттыра алады.

Оқушыларының зерттеушілік дағдыларын қалыптастыру үшін сабақ барысында пәнаралық байланыс жасай отырып жоғарыда көрсетілгендей эксперименттік есептер, шығармашылық жаттығулар, зерттеушілік -лабораториялық жұмыстар, тапқырлыққа баулитын қызықты үй тапсырмалары (бақылау жүргізу, модель жасау, конструкциялық сұлбалар) әзірленіп отырды. Сондай-ақ физикалық құбылыстарды түсіндіру кезеңінде арнайы құралдардың көмегімен демонстрациялық жұмыстарды жүргізілді. Демонстрациялық жұмыстарды бақылау арқылы оқушылар өз бетінше белгілі бір ұғымдар мен заңдылықтардың, әртүрлі теориялық ұстанымдардың дұрыстығын дәлелдейтін, табиғат құбылыстарын тануға деген сенімділіктерін арттыра алды. Мысалы, «Күштер. Күштерді қосу. Ньютон заңдары», «Үзіліссіздік теңдеуі. Бернулли теңдеуі. Көтергіш күш» тақырыбын түсіндіру кезінде геометрия, математика пәнімен, «Жылу физикасы» бөлімін түсіндіуде биология, химия, экология пәндерінің арасында байланыс орнатылды.

Міне осындай тапсырмалар арқылы физика-математика мұғалімдерінің бірлескен зерттеулері 10 «Е» (эксперименттік топ), 10 «Ә» (бақылау тобы) сынып оқушыларымен жүргізілді. Оқушылардан сауалнамалар мен сұхпат алынып, білім деңгейлерін анықтау үшін бақылау тесттері жүргізілді.

Зерттеу жұмысы бойынша алынған сауалнама қорытындысын 1-ші диаграммада (мұнда тек 2 сұрақ бойынша келтірілген), білім сапасын анықтау үшін бақылау нәтижесі 2-ші диаграммада, эксперимент нәтижесі талдау 3 кестеде көрсетілген.

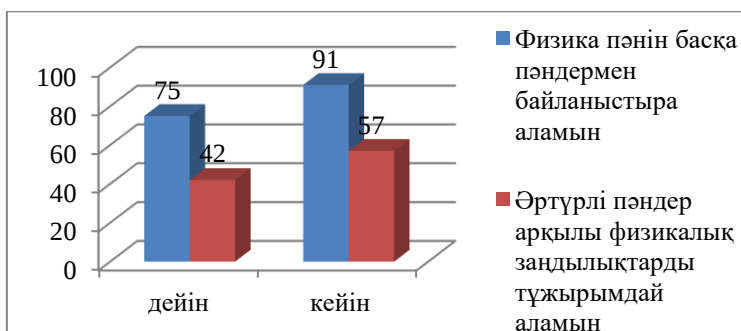


Диаграмма 1. Педагогикалық эксперимент кезіндегі зерттеу тобынан алынған сауалнама нәтижесі

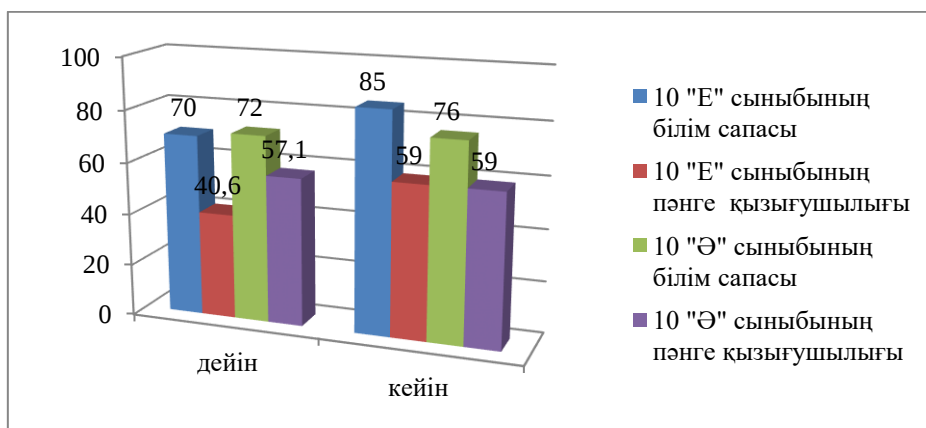


Диаграмма 2. Оқушылардың білім сапасын бақылау нәтижесі

Кесте 3. Оқушылардың білім сапасын бақылау нәтижесі бойынша талдау

		Экспериментке дейін (%)	Эксперименттен кейін (%)	Динамика (%)
10 «Е» сыныбы	Білім сапасы	70	85	+ 15
	Пәнге қызығушылығы деген	40,6	59	+ 18,4
10 «Ә» сыныбы	Білім сапасы	72	76	+ 4
	Пәнге қызығушылығы деген	57,1	59	+ 1,9

Эксперимент нәтижесінде оқушылардың білім сапасын ғана көтеріп қоймай, оларды пәнге деген қызығушылықтарының артқандығын байқаймыз.

Мектеп оқушыларымен педагогикалық диагностика жұмыстарын өткізіп болған соң, физика-математика мұғалімдерінен эксперимент барысында анықталған мәселелер жөндеге сұхбат алмасу жұмыстары жүргізілді. Сұхбаттасу кезінде төмендегі қиындықтардың кездескені туралы айтылды: пәнаралық байланыстарды жүргізуге арналған көмекші оқу-әдістемелік материалдардың аздығы, жаратылыстану ғылыми пәндері арасында арнайы кәсібие пәнаралық семинардың қажеттілігі т.с.с. мәселерлер айтылды.

Қорытынды

Зерттеу жұмысының қорытындысы бойынша пәнаралық байланыс арқылы оқушылардың ойлау дағдыларын қарапайым деңгейден жоғары деңгейге дейін қалыптастырып, білім сапасын мен пәнге деген қызығушылықтарын арттыруға, сыни ойлауы мен шығармашылық ойлауын дамытуға, жаратылыстың ғылыми бейнесін қалыптастыруға, олардың терең білім алуына, табиғат құбылыстарын талдай отырып өмірге қажетті практикалық есептердің шешімдерін таба білуге тәрбиелей алатынымзға көз жеткіздік.

Бақылаулар мен педагогикалық тәжірибеміз көрсеткендей, жаратылыстану пәндерін интеграциялау мәселелерін шешу үшін:

- жаратылыстану пәндері арасындағы пәнаралық байланысты жүзеге асыру бойынша әртүрлі пән мұғалімдеріне арналған әдістемелік нұсқаулар әзірлеу;
- болашақ пән мұғалімдерін даярлауда кіріктірілген сипаттағы пәнаралық элективті курстар әзірлеу;
- мектепте жаратылыстанудың әртүрлі мәселелері бойынша пәнаралық семинарлар өткізу;
- мұғалімдерді кәсіби бағдарламалар бойынша курстар өткізу және т.б.

Бұл мақалада біз қарастырылатын мәселе бойынша жинақталған материалдың бір бөлігін қорытындылауға тырыстық.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Жоғары және жоғары оқу орнынан кейінгі білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттарын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрінің 2022 жылғы 20 шілдедегі № 2 бұйрығы <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200028916>
- 2 Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Ұлттық даму жоспары (ҚР Президентінің 26.02.2021 №521 Жарлығымен) <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1800000636#z406>
- 3 Жумабаева З.Е., Амирханова Б.О. Реализация междисциплинарной связи в контексте обновленного содержания образования // ИЗВЕСТИЯ КазУМО и МЯ имени Абылайхана серия «Филологические науки». -2021. - 63 № 4. 153-163с.
- 4 Есназар А.Ж., Жапбаров А. Бастауыш сынып пәндерін пәнаралық байланыста оқыту // Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Хабаршысы. - Алматы, 2020. - №2(82). – 170-179б.
- 5 Elmira Kozhabekova, Zhadyra Yermekova, and Sara Ramazanova. Increasing students' cognitive interest through the integration of disciplines // PDSED. E3S Web of Conferences. -2023. - V. 449. – P. 07012
- 6 Richard Dawkins «The Ancestor's Tale: A Pilgrimage to the Dawn of Evolution» Mariner Books. 2004.- 800р.
- 7 Кириченко О.Е. Межпредметные связи курса математики и смежных дисциплин в техническом вузе связи как средство профессиональной подготовки студентов: Дис.канд.пед. наук: 13.00.02-Теория и методика обучения и воспитания – Орел, 2003. – 170 с.
- 8 Семенова Г.М. Формирование исследовательской компетентности будущих радиофизиков в обучении математике на основе междисциплинарной интеграции: Дис.канд.пед. наук: 13.00.02-Теория и методика обучения и воспитания. – Ярославль, 2011. – 169 с.
- 9 Шершнева В.А. Формирование математической компетентности студентов инженерного вуза на основе полипарадигмального подхода: Дис. докт. пед. наук: 13.00.02– Теория и методика обучения и воспитания. – Красноярск, 2011. – 402 с
- 10 Біргебаев А.Б., Сахабаева А.М. Дифференциалдық операторлардың бөліктенуі мәселелерін оқытудың пәнаралық байланысы мен бағыттары// абай атындағы қазұпу-нің хабаршысы, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. 2022. №4(80). С. 89-96.
- 11 Сайфетдинова С.Р., Тлеулесова А. М., Сейсен Ұ. Ә. Ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистиканы мектепте оқыту кезіндегі информатика мен математиканың пәнаралық байланысы // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің ХАБАРШЫСЫ, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. 2023. №2(82). С. 147-158.
- 12 Maria Cristina Costa, António Domingos. Promoting Interdisciplinarity in Primary School in the Framework of Science Education // Pedagogika / Pedagogy. -2018. - V. 132. - № 4. - P. 130–146. ISSN 2029-0551 (Online). <https://doi.org/10.15823/p.2018.132.8>.
- 13 Ernazarov A.N., Turaboyev A. T., Mamatov Z.A., Xalikov Z. M., Yo'ldoshev Sh. N. THE Methodology of organizing interdisciplinary relationships in the development of students' competences regarding exact and natural sciences // American Journal of Interdisciplinary Research and Development. - 2023. V.13. – P. 164 – 169.
- 14 Скипина Е. С., Skipina E. S. Межпредметная интеграция как способ формирования функциональной грамотности на уроках физики в 10–11-х классах // Совершенствование профессиональной компетентности педагога по формированию функциональной грамотности обучающихся: сборник научных и учебно-методических статей. Вып. 3. – 2022. - P. 214 – 219.
- 15 Nayif Awad. Exploring STEM integration: assessing the effectiveness of an interdisciplinary informal program in fostering students' performance and inspiration // Research in science & technological education. -2021. – P. 1-26
- 16 Петунин О.В. Способы межпредметной интеграции школьный естественнонаучных дисциплин // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2017. № 2. С. 32 – 35.

References

- 1 Zhofary zhәне zhofary оқу орнынaн кейінгі білім берудің мемлекеттік жалпыға міндетті стандарттарын бекіту туралы Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрінің 2022 жылғы 20 шілдедегі № 2 бұйрығы [] Retrieved from: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2200028916>
- 2 Қазақстан Республикасының 2025 жылға дейінгі Ұлттық даму жоспары (ҚР Президентінің 26.02.2021 №521 Жарлығымен) []Retrieved from: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/U1800000636#z406>
- 3 Zhumabaeva Z.E., Amirkhanova B.O. Realizaciya mezhdisciplinarnoj svyazi v kontekste obnovlennogo sodержaniya obrazovaniya // IZVESTIЯ KazUMO i MJa imeni Abylajhana serija «Filologicheskie nauki» [] . Жумабаева З.Е., Амирханова Б.О. Реализация междисциплинарной связи в контексте обновленного содержания образования // ИЗВЕСТИЯ КазУМО и МЯ имени Абылайхана серия «Филологические науки». -2021. - 63 № 4. 153-163с.

- 4 Esnazar A.Zh., Zhapbarov A. Bastauysh synyp pәnderin pәnaralyқ bajlanysta okytu // Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Хабаршысы Есназар А.Ж., Жапбаров А. Бастауыш сынып пәндерін пәнаралық байланыста оқыту // Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университетінің Хабаршысы. - Алматы, 2020. - №2(82). - 170-179б.
- 5 Elmira Kozhabekova, Zhadyra Yermekova, and Sara Ramazanova. Increasing students' cognitive interest through the integration of disciplines // PDSED. E3S Web of Conferences. -2023. - V. 449. – P. 07012
- 6 Richard Dawkins «The Ancestor's Tale: A Pilgrimage to the Dawn of Evolution» Mariner Books. 2004.- 800p.
- 7 Kirichenko O.E.Mezhpredmetnye svyazi kursa matematiki i smezhnnyh disciplin v tehicheskom vuze svyazi kak sredstvo professional'noj podgotovki studentov: Dis.kand.ped. nauk: 13.00.02-Teoriya i metodika obuchenija i vospitaniya Кириченко О.Е.Межпредметные связи курса математики и смежных дисциплин в техническом вузе связи как средство профессиональной подготовки студентов: Дис.канд.пед. наук: 13.00.02-Теория и методика обучения и воспитания – Орел, 2003. – 170 с.
- 8 Semenova G.M. Formirovanie issledovatel'skoj kompetentnosti budushhih radiofizikov v obuchenii matematike na osnove mezhdisciplinarnoj integracii: Dis.kand.ped. nauk: 13.00.02-Teoriya i metodika obuchenija i vospitaniya. – Jaroslav! Семенова Г.М. Формирование исследовательской компетентности будущих радиофизиков в обучении математике на основе междисциплинарной интеграции: Дис.канд.пед. наук: 13.00.02-Теория и методика обучения и воспитания. – Ярославль, 2011. – 169 с.
- 9 Shershneva V.A. Formirovanie matematicheskoy kompetentnosti studentov inzhenerного vuza na osnove poliparadigmal'nogo podhoda: Dis. dokt. ped. nauk: 13.00.02– Teoriya i metodika obuchenija i vospitaniya. – Krasnojarsk, Шершнева В.А. Формирование математической компетентности студентов инженерного вуза на основе полипарадигмального подхода: Дис. докт. пед. наук: 13.00.02– Теория и методика обучения и воспитания. – Красноярск, 2011. – 402 с
- 10 Birgebaev A.B., Sahabaeva A.M. Differencialdyқ operatorlardyң bәliktenui mәselelerin okytudyң pәnaralyқ bajlanysy men baғыttary// abaj atyndaғы қазуру-нің habarshysy, «Fizika-matematika ғыlymdary» serijasyБіргебаев А.Б., Сахабаева А.М. Дифференциалдық операторлардың бөліктенуі мәселелерін оқытудың пәнаралық байланысы мен бағыттары// абай атындағы қазуру-нің хабаршысы, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. 2022. №4(80). С. 89-96.
- 13 Sajfetdinova S.R., Tleulesova A. M., Sejsen Ұ. Ә. Ұқтималдықтар теориясы мен математикалық статистиканы мектепте оқыту кезіндегі информатика мен математиканың пәнаралық байланысы // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің HАBАРШЫCЫ, «Fizika-matematika ғыlymdary» serijasy. Сайфетдинова С.Р., Тлеулесова А. М., Сейсен Ұ. Ә. Ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистиканы мектепте оқыту кезіндегі информатика мен математиканың пәнаралық байланысы // Абай атындағы ҚазҰПУ-нің ХАБАРШЫCЫ, «Физика-математика ғылымдары» сериясы. 2023. №2(82). С. 147-158.
- 14 Maria Cristina Costa, António Domingos. Promoting Interdisciplinarity in Primary School in the Framework of Science Education // Pedagogika / Pedagogy. -2018. - V. 132. - № 4. - P. 130–146. ISSN 2029-0551 (Online). <https://doi.org/10.15823/p.2018.132.8>
- 13 Ernazarov A.N., Turaboyev A. T., Mamatov Z.A., Xalikov Z. M., Yo'ldoshev Sh. N. THE Methodology of organizing interdisciplinary relationships in the development of students' competences regarding exact and natural sciences // American Journal of Interdisciplinary Research and Development. - 2023. V.13. – P. 164 – 169.
- 14 Skipina E. S., Skipina E. S. Mezhpredmetnaja integracija kak sposob formirovaniiafunkcional'noj gramotnosti na urokah fiziki v 10–11-h klassah // Sovershenstvovanie professional'noj kompetentnosti pedagoga po formirovaniju funkcional'noj gramotnosti obuchajushhihsja: sbornik nauchnyh i uchebno-metodicheskikh statej. Скипина Е. С., Скипина Е. С. Межпредметная интеграция как способ формированияфункциональной грамотности на уроках физики в 10–11-х классах // Совершенствование профессиональной компетентности педагога по формированию функциональной грамотности обучающихся: сборник научных и учебно-методических статей. Вып. 3. – 2022. - P. 214 – 219.
- 15 Nayif Awad. Exploring STEM integration: assessing the effectiveness of an interdisciplinary informal program in fostering students' performance and inspiration // Research in science & technological education. -2021. – P. 1-26
- 16 Petunin O.V. Sposoby mezhpredmetnoj integracii shkol'nyj estestvennonauchnyh disciplin // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Gumanitarnye i obshhestvennye nauki Петунин О.В. Способы межпредметной интеграции школьный естественнонаучных дисциплин // Вестник Кемеровского государственного университета. Серия: Гуманитарные и общественные науки. 2017. № 2. С. 32 – 35.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ СВЯЗЕЙ НА УРОКАХ ФИЗИКИ

Г.М. Аралбаева¹, А.Д. Акылбекова², Т.Б. Анарбеков³

^{1, 2,3} Евразийский национальный университет имени Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

¹E-mail автора-корреспондента: agm_555@mail.ru

² aiman88_88@mail.ru, ³ ttttanarbekov@gmail.com

В статье рассматриваются методы установления межпредметных связей на уроке физики. Эти связи играют важную роль в повышении практической и научно-теоретической подготовки учащихся. Междисциплинарная коммуникация помогает учащимся развивать целостное понимание природных явлений и их взаимосвязей, делает знания осмысленными и применимыми с практической точки зрения, а также помогает учащимся использовать знания и навыки, полученные при изучении одних предметов, в освоении других предметов. Авторы проанализировали различные способы объединения физических знаний посредством связи научных дисциплин естествознания и привели примеры, способствующие более глубокому пониманию физических явлений. В статье рассматриваются виды междисциплинарных связей; активность преподавателя и ученика по установлению межпредметной коммуникации, эффективность межпредметной коммуникации, выводы по результатам исследования. Исследовательская работа была проведена в городе Астана, школе-лицее № 53 имени Б.Момышулы. В ходе эксперимента анализировались методы, способствующие формированию комплексного подхода к обучению, а также повышению энтузиазма учащихся. В ходе исследования была учтена важность междисциплинарной коммуникации, определены специальные задачи для развития критического мышления студентов, общие и промежуточные цели исследования, подготовлены итоговые рекомендации. Результаты исследования ориентируют учителей-предметников на составление междисциплинарных заданий в соответствии со школьной программой, на обобщение целостности некоторых теорий и принципов между дисциплинами, на установление междисциплинарных связей между фундаментальными науками.

Ключевые слова: обучение физике, междисциплинарная связь, интеграция, естественные науки, методы обучения, формы обучения.

USING INTERDISCIPLINARY CONNECTIONS IN PHYSICS LESSONS

Gulnara M. Aralbaeva¹, Aiman D. Akylbekova², Temirlan B. Anarbekov³

^{1, 2, 3} L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

¹E-mail of the corresponding author: agm_555@mail.ru

² aiman88_88@mail.ru , ³ tttanarbekov@gmail.com

The article discusses methods for establishing interdisciplinary connections in a physics lesson. These connections play an important role in improving the practical and scientific-theoretical training of students. Interdisciplinary communication helps students develop a holistic understanding of natural phenomena and their relationships, makes knowledge meaningful and practical, and helps students use knowledge and skills learned in some subjects to learn other subjects. The authors analyzed various ways of combining physical knowledge through the connection of scientific disciplines of natural science and provided examples that contribute to a deeper understanding of physical phenomena. The article discusses the types of interdisciplinary connections; The activity of the teacher and student in establishing interdisciplinary communication, the effectiveness of interdisciplinary communication, and conclusions based on the results of the study are presented. The research work was carried out in the city of Astana, school-lyceum № 53 named after B. Momysuly. During the experiment, methods are analyzed that contribute to the formation of an integrated approach to learning, as well as increasing the enthusiasm of students. During the study, the importance of interdisciplinary communication was taken into account, special tasks were identified for the development of critical thinking of students, general and intermediate goals of the study, and final recommendations were prepared. The results of the study guide subject teachers to compose interdisciplinary assignments in accordance with the school curriculum, to generalize the integrity of some theories and principles between disciplines, and to establish interdisciplinary connections between fundamental sciences.

Key words: physics teaching, interdisciplinary communication, integration, natural sciences, teaching methods, forms of teaching.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Аралбаева Гульнара Мырзахановна – Техникалық физика кафедрасының доцент м.а., PhD, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Мекенжай: Қазақстан, 010000, Астана қ., Қажымұхан к-сі, 13; agm_555@mail.ru

Акылбекова Айман Дүйсенбаевна – Техникалық физика кафедрасының доцент м.а., PhD, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Мекенжай: Қазақстан, 010000, Астана қ., Қажымұхан к-сі, 13; aiman88_88@mail.ru

Анарбеков Темірлан – «Б01509 – Математика» мамандығының 3 курс студенті, Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Мекенжай: Қазақстан, 010000, Астана қ., Қажымұхан к-сі, 13; tttanarbekov@gmail.com

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Аралбаева Гульнара Мырзахановна – PhD, и.о. доцента кафедры технической физики Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Адрес: Казахстан, 010000, Астана, ул. Кажымухана, 13; agm_555@mail.ru

Акылбекова Айман Дуйсенбаевна – PhD, и.о. доцента кафедры технической физики Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Адрес: Казахстан, 010000, Астана, ул. Кажымухана, 13; aiman88_88@mail.ru

Анарбеков Темирлан Бейбитулы – студент 3 курса специальности «6B01509 – Математика» Евразийского национального университета имени Л.Н.Гумилева. Адрес: Казахстан, 010000, Астана, ул. Кажымухана, 13; tttanarbekov@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Gulnara M. Aralbayeva – PhD, acting Associate Professor of the Department of Technical Physics of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Address: Kazakhstan, 010000, Astana, Kazhymukhan Street, 13; agm_555@mail.ru

Aiman D. Akylbekova – PhD, acting Associate Professor of the Department of Technical Physics of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Address: Kazakhstan, 010000, Astana, Kazhymukhan Street, 13; aiman88_88@mail.ru

Temirlan B. Anarbekov - 3rd year student of the specialty “6B01509 – Mathematics” at the L.N. Gumilyov Eurasian National University. Address: Kazakhstan, 010000, Astana, Kazhymukhan Street, 13; tttanarbekov@gmail.com

Редакцияға түсті / Поступила в редакцию / Received 27.12.2023
Жариялауға қабылданды / Принята к публикации / Accepted 26.02.2024