

М.Е. Алиева¹, Т.Б. Қоштыбаев^{2*}, А.Т. Жавлиева³, А.А. Айдарбекова⁴

¹Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан;

^{2,3,4}Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

(Хат-хабарға арналған автор. E-mail: koshtybayev70@mail.ru)

¹ORCID 0000-0003-0440-6211

²ORCID 0009-0004-7344-6801

³ORCID 0009-0008-4554-7604

⁴ORCID 0000-0002-9224-8542

Толқындық құбылыстарды оқытудың теориясы мен әдістемесіндегі физикалық мазмұндылықтың педагогикалық принциптермен үйлесімділігі

Мақала физикадағы толқындық құбылыстарды ЖОО-да оқытудың теориясы мен әдістемесіне арналған, оның кейбір тұстары орта мектеп бағдарламасы үшін де жарамды. Мақала тақырыбының өзектілігі мен мазмұндық идеясы мынадай тұжырымдар арқылы айқындалған: толқындардың барлық түрін оқытудың біріңғай теориясы мен әдістемесін жасаудағы басты ұстаным — қолданыстағы дәстүрлі тетіктерді педагогикалық принциптерге сәйкестендіру. Бұл үйлесімділік толқындарды оқыту дидактикасының негізгі қозғаушы күші және оқу үрдісі мен оқыту әдіснамасын жүйеге келтіру бағытына тың серпіліс бере алады. Осы бағытта оқыту теориясының қағидаттарын іске асыруға мүдделі әдістемелік әрекеттер толқындардың мазмұндық құрылымына арналған дидактикаға топтасатын болады. Толқындық процестерді сипаттайтын негізгі дифференциалдық теңдеулер, теориялық және негізгі тәжірибелер сабақтастығына негізделген концепциялық сипаттағы тұғырнамалар ұсынылды. Толқындардың түр-сипатына қатысты тақырыптар тізбегі арқылы физикалық мазмұндылықтың педагогикалық принциптермен үйлесімділігі нақтылай ашылып көрсетілген. Зерттеудің әдістері мен материалдарын айқындайтын қағидалар мен ұстанымдар берілген. Толқындық процестерді сипаттайтын негізгі дифференциалдық теңдеулер, теориялар мен тәжірибелер топтастығына негізделген концепциялық алғышарттар жасалған. Мақаладағы оқыту әдістемесіне сәйкес келетін физикалық мазмұндылық толқындық процестердің тараулары мен ондағы қарастырылатын тақырыптардың жүйесі кейпінде берілді. Дәстүрлі оқыту үлгісіндегі толқындық құбылыстардың кейбір тақырыптарының реттілігіне, мазмұнына, әдістемесіне қатысты бірқатар мәселелер бойынша өзгерістер енгізілді. Толқындық мазмұндылықтың педагогикалық принциптермен үйлесуіне қажетті тұжырымдамалар іріктеліп, олар әдістемелік және теориялық тұрғыда бағаланды. Бұлар толқындарды оқыту әдістемесінің жаңашылдық қырын көрсететін негізгі ұғымдар ретінде қолданылады.

Кілт сөздер: толқындар, оқыту әдістемесі, педагогикалық принцип, толқындық шама, зерттеу тәсілі, оқыту нәтижесі, физикалық білім, концепция.

Kipicne

Ұсынылып отырған мақаланы толқындық құбылыстар мен процестерді оқытудың теориясы мен әдістемесіне арнап отырмыз. Бүгінге дейін табиғаты әртүрлі толқындарды оқытуға арналған ортақ (біріңғай) әдістеме жасалған жоқ. Мұндай бірізді теория мен әдістеме болған жағдайдың өзінде оның қанағаттанарлық нәтижелер беруі күмәнді. Әрине, бір типті (түрдегі) толқындарға ортақ әдістеме жасауға болатын шығар, алайда қасиеті мен табиғаты жағынан бөтен басқалай толқындар үшін мұндай әдістеме жарамсыз. Сондықтан аталған мәселені шешу мақсатында жасалған идеялық ізденістердің түйінін мақала тақырыбына топтастырғандай болды: толқындарды оқытуда педагогикалық принциптер мен толқынның ерекшелігіне жауапты тетіктердің (критерийлердің, механизмдердің) арасында мызғымас байланыстар мен өте нәзік (дәл) үйлесімділіктер орнату. Басқаша айтқанда, оқыту әдістемесінде педагогикалық және физикалық принциптердің өзара ұқтастығына қол жеткізу, сол арқылы оқытудың нәтижелігін қамтамасыз ету.

Физика пәні мұғалімдерінің кәсіби дайындығы деп олардың біліктіліктеріне, қабілеттіліктеріне, дағдыларына және икемділіктеріне қойылатын белгілі бір талаптар жиынын айтамыз. Аталған талаптық көрсеткіштер бағамының жоғары болуы оқыту сапасы мен тиімділігін арттырады сөзсіз. Осы тенденциялардың орындалу тетіктері [1–2] әдебиеттерде кеңінен көрініс тапқан. Оқытудың теориясы мен әдістемесіне қатысты құнды мағлұматтар [3–4] әдебиеттерде кеңінен әрі жан-жақты

келтірілген. Кәсіби педагогикалық білім беруде студенттердің зерттеушілік мәдениетін қалыптастыру мүмкіндіктері, студенттердің білімін интеграциялау мәселелерінің шешілу жолдарын [5–8] әдебиеттерден табуға болады, яғни алған білімдерді белгілі бір ғылыми зерттеулерде қолдана алуы, өзін-өзі дамыту механизмдері айқын көрсетілген. Жалпы білім беру мен тәрбиелеу тетіктерін зерттеуші ғылым ретінде танылған педагогиканың негіздемелері [9] әдебиетте кеңінен баяндалған. Толқындық процестердің физикалық теориясы, толқындық құбылыстарды оқыту кезінде кездесетін қиындықтар және оқу үрдісінде қойылған педагогикалық тәжірибелер, қолданылған әдістер [10–13] әдебиеттерде қарастырылған.

Тиімді оқу үрдісін ұйымдастыру мен іске асыру мәселесі қай уақытта болмасын өзінің өзектілігін жоғалтқан емес. Білім беру жүйесінің тарихи қалыптасу және даму кезеңдерінде ғалым–педагогтар осы мәселенің түйткілін шешу үшін оқыту үрдісіне сан қырлы әдістер қолданып, көптеген тәжірибелерді қарастырып көрді. Осындай педагогикалық ізденістердің нәтижелерін бір арнаға тоғыстырудан педагогикалық оқыту принциптері бекіді. Олар оқыту мақсаттарына қол жеткізу барысында оқу үрдісінің мазмұнын, ауқымын және тәсілдерін анықтап беретін басты идеялар. Осы орайда мақала авторлары физика курсынағы толқындық құбылыстардың заңдылықтарын ұғынықты, жинақы, ауқымды және ғылыми сипатта мақсатты тұжырымдау және мәселенің мазмұнды тұжырымын белгілеу кезінде оқытудың теориялық негіздемелері мен физикалық мазмұндылықтың педагогикалық принциптермен үйлесімділігін қамтамасыз ететін әдістемелерді ұсынып отыр. Мәселенің мазмұнды тұжырымының айқындығы үшін толқындық процестерді оқытудағы басты алғышарттары төмендегідей ретпен ұсынылады:

- толқындық ұғымдар, шамалар мен параметрлер, олардың мағынасы және өлшемдеріне қойылатын халықаралық стандарт (SI);
- құбылыстың теориялық, ғылыми-танымдық және әдістемелік негіздемесі (дәрістердің ерекшеліктері);
- практикалық тапсырмалардағы теориялық негіздемелердің ауқымдылығы;
- бақылау жауаптарын бағалау, талдау, қателіктермен жұмыс жүргізу, қорытындылау және ұсыныстар жасау;
- құбылыстарды зертханалық тәсілдермен оқыту барысында заманауи жабдықтарды пайдалану, оларды ғылыми-зерттеулермен ұштастыру;
- өлшеу нәтижелерін өңдеу, аналитикалық формулаларды таңдау, графикалық модельдеу тәсілдерін қолдана білу және өлшеуіш құралдардың техникалық сипаттамаларын терең меңгеру.

Келтірілген осы ұстанымдар бойынша оқыту барысын басқаруды оңтайландырумен бірге олардың бірізділігін қамтамасыз етуге болады. Оқу үрдісін ұйымдастыру бағытындағы барлық педагогикалық зерттеулерді не үшін оқытамыз, не арқылы оқытамыз және қалай оқытамыз деген сауалдардың төңірегіне топтастыра отырып, сапалы оқыту нәтижелеріне қол жеткізуге болады. Оқу мен оқыту нәтижесі ұстаз бен шәкірт арасындағы байланыстардың педагогикалық стильдеріне де байланысты екендігін білу керек. Физикалық мазмұндаманы (теорияны) оқыту кезіндегі ұстаздың кәсіби шеберлігі мен білімгердің ынталы, зейінді құлшынысы үйлесімділік тапқанда ғана білім майданындағы барлық түрдегі жеңістерге қол жеткізуге болады деп есептейміз.

Толқындық процестер мен құбылыстар табиғатына, қасиеттеріне және мазмұндық құрылымына қарай бірнеше топтарға бөлінетіні белгілі. Ондағы заңдылықтар мен ережелерді, теңдеулер мен формулаларды, анықтамалар мен графиктерді оңтайландыру әдісі арқылы оқытуды жолға қойып алған дұрыс. Оңтайландыру деп бөлінген уақыт шеңберінде толқындық құбылыстың теориясын түйіндейтін қарапайым негіздемелер арқылы жеткізуді айтамыз. Мысалы, механикалық толқындарды жалпы толқындық теңдеу тұрғысында сипаттау, координатаның прогрессиялық және периодты өзгерістерін бағамдау. Бір сөзбен айтқанда, оқытуды теориялық және әдістемелік тұрғыда қамтамасыз ету мәселесін физикалық мазмұндылық құрылымын педагогикалық принциптерге сәйкестендіру арқылы шешуге болады екен. Оқытудың теориялық және әдістемелік принциптері деп педагогикадағы білім беру үрдісінің бағыты мен құрылымын анықтап отыратын жалпылама ережелер жиынын айтамыз, яғни ғылымилық, қолжетімділік, көрнекілік, саналылық пен белсенділік, жүйелілік пен бірізділік, бекемдік секілді классикалық принциптер. Аталған принциптердің қатарын теорияның тәжірибемен байланысы, жеке-даралық, интербелсенділік және рефлексивтілік секілді заманауи принциптік ұғымдармен толықтыруға болады. Мақаланың алдағы бөлімдерінде осы келтірілген идеялық тұжырымдамалардың нақты іске асу үлгілері барынша ашық әрі жүйелі түрде баяндалады.

Әдістер мен материалдар

Жұмыстың негізгі материалдарына педагогикалық принциптер мен толқындардың тақырыптық мазмұнын жатқызуға болады. Осылардың үйлесімділікте болуы толқындарды оқыту нәтижелерімен камтамасыз етеді деген идея ұсынылып отыр. Ал оның іске асу механизмдері мен әдістеріне тақырыптық құрылымды қайта қарау, анықтамалар мен шамалардың өлшемдеріне қатысты ережелерді оңтайландыру, тақырыптық байланыстар, өлшеу жұмыстары мен теориялық мағлұматтар арасындағы жүйелілік секілді критерийлерді жатқызуға болады. Мақаладағы барлық түрдегі концепциялық ұсыныстар мен жетілдіру жолдарын әдіснамалық сипаттағы қағидаттар ретінде қабылдау керек. Осы келтірілген пікірлердің толықтырылған көрінісі ретінде төмендегі жағдайлар беріліп отыр:

- толқындардың құрылымдық және табиғи ерекшеліктерін ашуда педагогикалық принциптердің әсері;
- толқындар мен тербелістерге арналған оқу құралдарына, оқулықтарға және оқытудың техникалық және басқа да құрал-жабдықтарына қойылатын дидактикалық және әдістемелік талаптарды саралау, оны заманауи ақуалға (талаптарда) қайта қарау;
- физикалық білім беруді жетілдіру мен дамытуға қатысты болжамдар, олардың педагогикалық практикалар мен әдістемелік семинарларда тексеру;
- оқыту сапасына жүргізілетін мониторингтерді талдау, оның нәтижелері бойынша іс-шаралар жоспарын түзу;
- толқындық процестерді зерттеуде математикалық және тәжірибелік модельдерді қолдану, өлшеуіш құралдарды толқынның табиғатына қарай таңдау.

Нәтижелер мен оларды талдау

Физика курсына толқындардың екі тобы қарастырылады: механикалық және электромагниттік. Олар ерекшеліктеріне қарай бойлық, көлденең, жазық, сызықты және сызықты емес болып келеді. Дәстүрлі оқыту тәжірибесіне сәйкес механикалық тербелістер мен толқындар механика бөлімінен кейін, ал электромагниттік тербелістер мен толқындар магнетизм бөлімінен кейін оқытылып жүр. Бұлар жалпы физика тарауына жатады. Теориялық физиканың кванттық механика бөлімінде де Бройль толқыны, бөлшектердің толқындық қасиеттері және толқындық функция секілді тақырыптар баяндалады. Міне, осы тұста толқындарды классикалық және кванттық қасиеттеріне қарай бөлу жағдайларына арналған алғышарттар жасау қажет сияқты. Нақтылай айтқанда, толқындық процестерді сипаттайтын негізгі дифференциалдық теңдеулер, теориялық және эталондық тәжірибелер топтастығына негізделген концепциялық алғышарттар ұсынылады:

- толқындық теңдеуден де Бройль толқынына және Шредингер теңдеуіне ауысу;
- Максвелл теориясы арқылы электромагниттік толқындарды сипаттау және интерференция, дифракция, поляризация құбылыстарын қарастыру;
- қолданбалы эффекттер мен электромагниттік сәулелердің молекулалық деңгейдегі затпен әсерлесулері жағдайындағы толқындық құбылыстарды түсіндіру;
- электромагниттік сәулелердің кванттық қасиеттеріне тоқталу.

Осы келтірілген алғышарттардың іргелі толқындық салалармен толығын төмендегі ұсынылған 1-кестеден танысуға болады. Бұл кестеде толқындарды оқыту бағытындағы кейбір олқылықтар түзетілген, мысалы, ЖОО қолданыстағы жоспарларында сұйықтар мен газдардағы толқындар механикалық толқындардан кейін өтіледі.

1 - к е с т е

Толқындық процестердің сипаттамалық мазмұны

Толқынның түр-сипаты	Қарастырылатын мәселелер тізбегі
Шектеусіз ортадағы еркін толқындар	Толқындық теңдеу. Толқындық теңдеуді шектеумен байланысты есептердің негізгі түрлері. Толқындық теңдеудің 1-ші және 2-ші канондық түрлері. Фазалық аймақ, фазалық жылдамдық және толқын ұзындығы. Тұрғын және кума толқындар. Жазық, цилиндрлік және сфералық толқындар. Біртекті толқындық теңдеуді шешу. Гармоникалық толқындар. Гельмгольц теңдеуі. Толқындық вектор. Біртексіз жазық толқындар

Толқынның түр-сипаты	Қарастырылатын мәселелер тізбегі
Сұйықтар мен газдардағы толқындар	Дыбыстық толқындар. Дыбыстың жылдамдығы. Умов теңдеуі. Қуат ағыны. Жазық, цилиндрлік және сфералық толқындарға жасалатын ортаның кедергісі. Дыбыс толқындарының негізгі қасиеттері. Серпімді қатты денелердегі толқындар
Электрмагниттік толқындар	Гельмгольцтің векторлық теңдеуі. Векторлық потенциал. Толқындардың полярлануы. Бойлық және көлденең электрмагниттік толқындар. Ортаның толқындық кедергісі. Толқындардың суперпозициясы. Электрмагниттік толқындардың негізгі қасиеттері. Электрмагниттік толқындардың өткізгіш ортада таралуы. Скин-қабат. Металдардың беттік импедансі. Біртекті изотропты плазмадағы электрмагниттік толқындар. Толқындардың дисперсиясы. Толқындық пакет. Фазалық және топтық жылдамдықтар. Дисперсиялық теңдеу. Қалыпты және аномальды дисперсия. Геометриялық оптика жуықтауы.Эйконал теңдеуі. Жарық сәулелері
Толқындардың пайда болу ошағы	Гельмгольцтің біртекті теңдеуін шешу. Еркін кеңістікке арналған Грин функциясы. Жылдам және баяу толқындар. Беттік импеданс. Толқындардың полярлық сипаттамалары. Шекті өлшемді сәуле көздерінің электрмагниттік толқындарды шығаруы. Сәуле шығарудың жақын және алыс аймақтары. Толқындардың дифракциясы. Кирхгоф жуықтауы. Френель және Фраунгофер дифракциялары. Геометриялық оптика жуықтауы. Сызықты сәуле шығарғыш. Бағыттылық диаграммасы. Жорамал бұрыштар ұғымы
Біртекті және анизотроптық орталардағы толқындар	Қалыпты полярланған толқынның екі орта шекарасы арқылы өтуі. Толық ішкі шағылу бұрышы. Параллель полярланған толқынның екі орта шекарасынан өту жағдайлары. Брюстер бұрышы. Леонтовичтің жуықталған шекаралық шарттары. Толқындардың рефракциясы. Анизотроптық ортадағы толқындар. Электрмагниттік толқындардың магниттелген орталар мен магнитті белсенді плазма арқылы арқылы өтуі. Фарадей эффекті. Гидромагнитті толқындар. Сызықты емес толқындық процестер

Ал бұл тақырып 1-кестеде көрсетілген реттілік бойынша шектеусіз ортадағы еркін толқындардан кейін оқытылуын орынды деп санап отырмыз. Өйткені, шектеусіз ортадағы толқындарды оқыту ба-рысында толқындық теңдеудің канондық түрлері, Гельмгольц теңдеуі секілді математикалық прин-циптер мен заңдылықтар толықтай беріледі. Осының негізінде сұйықтар мен газдарды оқыту жеңілге түседі. Сонымен бірге плазмадағы толқындарға да жеткілікті дәрежеде көңіл бөлінді.

Мақаланың тақырыбындағы физикалық мазмұндылықтың педагогикалық принциптермен үйлесімділігіне кеңінен тоқталып өтейік [1].

– *Ғылымилық принципі*. Бұл принцип толқындық процестердің теориялық мен тәжірибелік негіздері қазіргі заманғы білімдер жүйесімен, ондағы терминдермен және дәйектемелік ұғымдармен үндестікте болуды талап етеді. Теориялық ілімдерде жаңашылдық қағидасының сақталуы тақырып мазмұнының дәлелді болуына негіз болады, әрі білімгерлердің қызығушылығын оятады [2]. Осыла-мен бірге, қарастырылып отырған принцип толқындық құбылыстардың мазмұны, ұғымдары, шама-лар мен параметрлерге, өлшемдерге қойылатын талаптар халықаралық стандартқа (SI) сай болуын және осы білімдер студенттердің шығармашылық іс-әрекеттерінде қолданылуын қадағалайды. Дәлірек айтқанда, білім алушылар толқындық әлемнен өзіндік, курстық, дипломдық жұмыстар және ғылыми жобалар мен мақалалар дайындау арқылы өздерінің үйренген білімдерін ғылыми-тағылымдық біліктіліктермен ұштастыра алады. Білімгерлердің зерттеушілік дағдысын шыңдау арқылы олардың кәсіби маман ретінде қалыптасып, дамуына жол ашамыз [3]. Ғылыми бағыттағы студенттер механикалық және электрмагниттік толқындарға қатысты заманауи жұмыстарға өз бетінше талдау жасай отырып өздерінің зерттеушілік қабілеттерінің дамуына серпіліс алады. Ал, білім беру бағытындағы білімгерлер толқындық процестерден жинаған білімдерін әртүрлі педагогикалық бағыттарға қолдана алады.

– *Қолжетімділік принципі* толқындарды оқыту кезінде білімгердің тұлғалық ерекшеліктері мен олардың білім деңгейлерінің ескерілуін және білім мазмұнының әрбір білімгер үшін қолжетімді бо-луын қадағалайды. Зерек ойлы, қиялы ұшқыр, ынта-жігері асқақ білімгерлерді жүйелі түрде

ізденімпаздыққа баулып отыру қажет. Орта деңгейлі шәкірттерге де жеткілікті дәрежеде көңіл бөлініп, қажетті бағыт-бағдарлар мен ақыл-кеңестер ұсынылуы тиіс [4]. Ал, үлгерім көрсеткіші төмен студенттер де назардан тыс қалмайды, оларға толқындық құбылыстардың іргелі түсініктері мен ұғымдарды меңгертіп, тақырыптың идеялық маңызы мен мақсатын түсіндіруге атсалысу қажет.

– *Көрнекілік принципінің* де өзіндік орыны бар. Оқыту үрдісіне көрнекілік құралдар мен оқытудың техникалық жабдықтарын қолдану арқылы тақырыптың айқындылығын кеңейтіп, оның білімгерлер санасынан нық орын алуына қол жеткізуге болады. Толқындық құбылыстарды бейнелі-көрнекілік сипатта түсіндіру-оқыту сапасы мен үлгерім нәтижелерін жақсартуға қарай жасалатын бірден-бір қадам. Дәрістер кезінде толқындардың тәжірибелік демонстрациялары мен презентациялы-бейнелік көріністерін қолдану — дәріс сапасын жетілдірудің ұтымды жолы. Қазіргі кезде әрбір дәрісхана интербелсенді тақталармен жабдықталған, соларды пайдалана отырып, толқындық құбылыстардың графикалық үлгісін, формулалардың математикалық қорытылуын егжей-тегжейлі ұсынуға болады.

– *Саналылық пен белсенділік принципі* білімгерлерге толқындық процестердің ілімдерін саналы түрде меңгеру машығын қалыптастырып, оларды білім беру үрдісіне белсене қатысуға жетелейді [5]. Студенттер қауымы толқындық ілімдерді тек үлгерім талаптарын (емтихан, аралық бақылау, т.б.) қанағаттандыру үшін ғана игеріп қоймаулары керек, сонымен бірге олар қазіргі заманғы кванттық механиканың жетістігі кванттық компьютерлерге қызығушылық танытуға бет бұрулары керек. Аталған жаңашылдық микробөлшектердің толқындық қасиеттеріне негізделетіндігін саналы түрде түсініп, жаратылыс заңдылықтарындағы толқындардың атқарар рөлін сезінген болар еді. Осылармен бірге, өз бетінше атқарылатын жұмыстардың негізгі бағытын электромагниттік толқындардың заманауи механизмдері мен кванттық технологияның даму көздеріне бұру керек. Физика тарихынан күні бүгінге дейінгі аралықтағы толқындық процестер бойынша Нобель сыйлығын алған ғалымдардың іс-тәжірибелерін зерделеу арқылы ізденімпаздық белсенділігін қалыптастыруға болады. Бұл үрдісті мектеп оқушылары да қолданса болады. Ғылыми жобалармен айналысу, олардың нәтижелерін жақсарту, әртүрлі конкурстарға қатысу шаралары оқушылардың толқындық процестерді тереңдей меңгеруіне жол ашары анық.

– *Жүйелілік пен бірізділік принципі.* Толқындық құбылыстардың теориялық және тәжірибелік негіздемелерін оқыту барысында логикалық сабақтастық қағидасы сақталуы тиіс [6]. Тараулар мен ондағы тақырыптар бір-бірін толықтырып, өзара ықпалдастық аясында түсіндірілуі тиіс. Осыған мысал ретінде толқындық процестердің теңдеуіне қатысты пікірімізді ортаға салып көрейік: толқынның көзі тербеліс екендігі ескеріліп, оқыту барысында ең алдымен тербелістің теңдеуінен бастап жүргеніміз жасырын емес. Бұл қадамды құптамауға да болады. Себебі, педагог тербелістің теңдеуі толқындық дифференциалдық теңдеудің шешімі екендігін, ал барлық толқындар жалпыламалы толқындық теңдеумен сипатталатындығына басымдық беру керек. Толқындық теңдеу Максвелл теңдеулеріне, де Бройль толқынына, Шредингер теңдеуіне ұласуы шарт. Осындай тізбек бойынша классикалық және кванттық толқындардың өзара сабақтастығы орнайды. Бұл толқындық құбылыстардың теориясындағы кездесіп отырған бір ғана жағдай. Дәл осындай сабақтастылыққа, қайта қарауға мұқтаж қаншама толқындық түйткілді мәселелер бар.

– *Теория мен тәжірибе арасындағы байланыс принципі.* Кез келген теориялық негіздеме іс-тәжірибе арқылы тексерілуі тиіс немесе тәжірибелік әрекеттерге теориялық ілімдерді дамытушы, тиянақтаушы ретінде [7] қарау қалыптасқан. Физикада тәжірибелік іс-әрекеттер деп есеп шығаруды, зертханалық жұмыстар деп орындауды айтады. Шындығында, бұлар бір құбылыстың мағынасын оқытудың жеке-даралық әдістеріне жатады. Айталық, механикалық толқындарды дәрістік әдіспен, есептер шығару әдісімен және зертханалық тәжірибелер әдісімен оқытуға болады. Әр әдістің өзіндік функциясы болғанымен, олардың ортақ мүддесі білімгерлерге толқындық ілімдерді жеткізу. Бұған тәжірибе мен теорияның мүдделі байланысы деп қарауға болады, бірақ мәселенің екінші жағы бар. Студент толқынның ерекшеліктерін дәріс кезінде толықтай түсіне алмай, оны есеп шығару барысында меңгеріп алуы мүмкін. Олардың бірқатарына толқындық процестердің зертханалық қыры ұнауы мүмкін. Осындай әрқилы комбинациялық іс-әрекеттердің тоғысынан шебер педагогтар мен икемді ғылыми зерттеушілер шығып отырады. Бұл жағдай теория мен тәжірибенің қисындастық (комбинациялық) байланыстарына мысал бола алады [8]. Сондықтан да, тәжірибелер теориялық білімдерді бақылаушы, бағалаушы және тиянақтаушы ғана емес, осы білімдерді берудің қолайлы тәсілдерінің бірі.

Осыған дейінгі келтірілген барлық мәліметтерді жинақтай отырып, алынған нәтижелерге қысқаша шолу жасап кетуді жөн санап отырмыз. Толқындардың физикалық теориясы мен оларды оқытуға қатысты бірқатар маңызды ұсыныс-пікірлер (ұстанымдар) жасалды. Атап айтқанда, толқындық процестерді сипаттайтын негізгі дифференциалдық теңдеулер мен олардың шешімдеріне, теориялық және тәжірибелік тұжырымдамаларға [9], толқын түрінің қасиеттері мен қолданылу аясына қатысты мынадай концепциялық алғышарттар ұсынылды:

- толқындық теңдеуді барлық ортадағы ығысу функциясы үшін жазу арқылы барлық классикалық және кванттық жағдайлар арасындағы байланыстарды нығайту;

- Максвелл теңдеулерінің интегралдық түрлерінің көмегімен толқындық процестерді тереңірек зерттеуге бағытталған тақырыптарды өзіндік жұмыстарға көптеп тарту [10];

- қолданбалы эффекттер мен электромагниттік сәулелердің молекулалық деңгейдегі затпен әсерлесулеріне негізделген құбылыстарды түсіндіру әдістемесіне қазіргі заманғы ғылыми жетістіктердің элементтерін енгізу;

- электромагниттік сәулелердің кванттық қасиеттеріне негізделген жүйелердегі құбылыстардың теориялық және тәжірибелік моделін студенттердің шығармашылық жұмыстарына тарту.

Толқындық процестердің физикалық мазмұнын педагогикалық принциптермен сәйкестендіру (үйлестіру) тұжырымдамалары жасалды, яғни аталған принциптер бойынша толқындарды оқытудың нақты бағыт-бағдары айқындалды. Толқындардың теориялық негіздемелеріне қатысты әдістемелік сипаттағы мынадай жаңашылдық идеялар ұсынылады:

- дененің бірқалыпты қозғалысы мен толқынның тұрақты жылдамдықпен таралуын координаталардың бірқалыпты өзгерісі тұрғысынан эквивалент құбылыстар ретінде қарастыру керек [11]. Толқындар жағдайында жылдамдық ұғымы координата прогрессиясының өзгеруі ретінде емес толқын ұзындығы мен жиіліктің көбейтіндісі арқылы сипатталатын болады. Екі жағдайда да белгілі бір уақыт ішіндегі жүрілген қашықтық бірдей теңдікпен анықталады. Бұл жағдайды механикалық бірізділік деп айтса болады.

- «Тербелістердің кеңістікте таралуы толқын деп аталады» деген дәстүрлі анықтама ескірген және ол мән-мағынасын жұтандау деп есептеуге болады. Шындығында толқын көзі болатын тербеліс — координатаның, орта бөлшектерінің және өрістің тепе-теңділік жағдайдан ауытқуы (фазалық ығысуы), олай болса бұл ығысулар тұрақты жылдамдықпен осы орталарда периодтық заңдылықпен тарала алады. Толқындық теңдеуде басты шама — ығысу, ал теңдеудің шешімі экспоненталдық функция болғандықтан, толқын — фазалық ығысудың периодтық өзгерісі деген тұжырым дұрыс келеді. Әрине, тербелістер мен толқындардың пайда болуы көптеген физикалық түрленулерге тәуелді болғанына қарамастан төмендегідей принциптерге негізделуі қажет:

- толқындық процестерге дейін оның пайда болу шарттары, қозу ошағы мен сипаттамалық параметрлері толқындық теңдеуде айқын көрініс табуы қажет [12];

- толқындық ортаның геометриясы мен орнықтылық (тепе-теңділік) жағдайлары (күйлері) туралы нақты сипаттамалардың болуы;

- толқындық ортаның белгілі бір аймағындағы нүктеде (кеңістік элементінде) орын алған ауытқу эффекттеріне қажетті математикалық аппараттың қалыптасуы;

- толқын жағдайында абцисс осі бағытындағы нүктелердегі ығысуы координата мен уақыт функциясы ретінде теңдеудің шешімі арқылы сипатталуы [13];

- толқынды сипаттаушы параметрлердің табиғаты, өлшемдері мен формулаларының заманауи технология көмегімен ашылып көрсетілуі.

Қорытынды

Мақалада келтірілген барлық ой-пікірлерімізді жинақтай келе мынадай тоқтамға келуге болады: физика курсындағы толқындық процестер мысалында пәнді оқытудың теориясы мен әдістемесін жетілдіруге азды-көпті үлесімізді қосып өттік деп санаймыз. Басты идеялық ұстанымымыз — физикалық мазмұндылықтың педагогикалық принциптермен үйлесімділігі арқылы оқыту нәтижелігін арттыру, сол арқылы оқыту теориясы мен әдістемесінің ауқымын кеңейтуге мүмкіндік туындайды. Сонымен бірге толқындардың физикалық теориясы мен оқыту үрдісіне қатысты бірқатар концепциялық ұсыныстар жасалды. Тараулардағы тақырыптар тізбегіне (реттілігіне) байланысты туындағын мәселелердің нақты шешілу жолдары айқындалды. Оқыту үрдісіне жаңашыл көзқарастағы ғылыми еңбектеріне саралау жүргізіп, солардың іс-тәжірибелерімен бөлістік. Заманауи жаңа педагогикалық идеялар мен технологияларды кеңінен пайдалана отырып білімдерді терең де

жан-жақты игерудің жолдарын табуға талпыныстар жасалды және айтарлықтай нәтижелерге қол жеткізілді. Мақала тақырыбының астарындағы барлық идеялық жаңашыл ұсыныс-пікірлер барынша ашық түрде талқыланып, олардың іске асу механизмдері нақты ұсыныстар арқылы көрсетілді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Алимбекова Г.Б. Физика пәні мұғалімдерінің кәсіби даярлығын жетілдіруге арналған оқу құралы / Г.Б. Алимбекова. — Алматы: Нур-Принт, 2019. — 230 б.
- 2 Әлімбекова Г.Б. Болашақ физика мұғалімінің кәсіби даярлығын ғылыми ұғымдар жүйесін қалыптастыру негізінде жетілдіру / Г.Б. Әлімбекова. — Алматы: Ұлағат, 2014. — 340 б.
- 3 Ақитай Б.Е. Физиканы оқыту теориясы мен әдістемелік негіздері / Б.Е. Ақитай. — Алматы: Альманах, 2017. — 236 б.
- 4 Жүсіпқалиева Ғ.Қ. Физика оқытудың теориясы мен әдістемесі / Ғ.Қ. Жүсіпқалиева. — Алматы: Қазақ университеті, 2012. — 139 б.
- 5 Iskakova A.B. The principle of continuity as a factor in the design of a methodological system for teaching physics to students of technical specialties of universities // A.B. Iskakova, A.K. Kairbayeva // Bulletin of Toraighyrov University. Pedagogical series. — 2021. — No. 3. — P. 15–32. DOI: 10.48081/UZIJ2016
- 6 Әлімбекова Г.Б. Жоғары оқу орындарында физика курсын оқытуда студенттердің зерттеушілік мәдениетін қалыптастыру / Г.Б. Әлімбекова, М.М. Тұрғанова // Абай атындағы ҚазҰПУ хабаршысы. Физика-математика ғылымдары сериясы. — 2021. — № 1 (73). — Б. 76–81. DOI: 10.51889/2021-1.1728-7901.10
- 7 Goodhew L.M. Student conceptual resources for understanding mechanical wave propagation / L.M. Goodhew, A.D. Robertson, P.R.L. Heron, R.E. Scherr // Physical Review Physics Education Research. — 2019. — 15. — P. 020127. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020127
- 8 Xie L. Student knowledge integration in learning mechanical wave propagation / L. Xie, Q. Liu, H. Lu, Q. Wang, J. Han, X. Feng, L. Bao // Physical Review Physics Education Research. — 2021. — 17. — 020122. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020122
- 9 Дүйсенбаев А. Педагогика / А. Дүйсенбаев. — Астана: Фолиант, 2018. — 264 б.
- 10 Кравченко И.Т. Теория волновых процессов / И.Т. Кравченко. — Москва: ИМГУ, 2022. — 240 с.
- 11 Таймуратова Л.У. Методика преподавания главы «Механические колебания» / Л.У. Таймуратова, А.А. Алмағамбетова, А. Жубанышов // Yessenov science journal. — 2022. — № 2 (43). — С. 35–42.
- 12 Казиев Ш.М. Анализ результатов педагогического эксперимента по разделу физики «Механические колебания и волны» в рамках 2024-2025 учебного года / Ш.М. Казиев, Б.М. Усеинов, М.А. Шаймерденова // Вестник Северо-Казахстанского университета им. М. Козыбаева. — 2025. — № 2 (66). — С. 106–113. DOI: 10.54596/2958-0048-2025-2-106-113
- 13 Kanyesigye S.T. Difficulties in understanding mechanical waves: Remediated by problem-based instruction / S.T. Kanyesigye, J. Uwamahoro, I. Kemeza // Physical Review Physics Education Research. — 2022. — 18. — 010140. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010140

М.Е. Алиева, Т.Б. Коштыбаев, А.Т. Жавлиева, А.А. Айдарбекова

Сочетаемость физического содержания с педагогическими принципами в теории и методике обучения волновым явлениям

Статья посвящена теории и методике преподавания волновых явлений в вузе, некоторые ее аспекты подходят и для программы средней школы. Актуальность и значение идеи темы статьи заключаются в следующем утверждении: главный принцип при разработке единой теории и методики обучения всем видам волн — сочетание существующих традиционных критериев и механизмов с педагогическими принципами. Эта гармония даст прогрессивный толчок к систематизации учебного процесса и методологии обучения как основной движущей силы дидактики обучения волнам. В этом направлении методические действия, заинтересованные в реализации принципов теории обучения, будут сгруппированы в дидактику, посвященную содержательной структуре волн. Предлагается концептуальная база, основанная на последовательности основных дифференциальных уравнений, теоретических и эталонных экспериментов, описывающих волновые процессы. Через последовательность тем, касающихся видового характера волн, обширно раскрывается соответствие физического содержания педагогическим принципам. Предложены принципы и позиции, определяющие методы и материалы исследования. Разработаны концептуальные предпосылки, основанные на группировке основных дифференциальных уравнений, теоретических и эталонных экспериментов, описывающих волновые процессы. Физическая содержательность, соответствующая методике обучения в статье, представлена в виде глав волновых процессов и системы рассматриваемых в них тем. Внесены изменения в ряд вопросов,

связанных с последовательностью, содержанием и методикой изучения некоторых тем волновых явлений в традиционной модели обучения. Были отобраны и оценены с методологической и теоретической точки зрения концепции, необходимые для интеграции волнового содержания с педагогическими принципами.

Ключевые слова: волны, методика обучения, педагогический принцип, волновая величина, способ исследования, результат обучения, физические знания, концепция.

М.Е. Aliyeva, Т.Б. Koshtybayev, А.Т. Zhavliyeva, А.А. Aidarbekova

Compatibility of physical content with pedagogical principles in the theory and methods of teaching wave phenomena

The article is devoted to the theory and methodology of teaching wave phenomena at the university level, with some aspects applicable to secondary school programs. The relevance and significance of the study lie in the following premise: the key principle in developing a unified theory and methodology for teaching all types of waves is the combination of existing traditional criteria and mechanisms with pedagogical principles. This harmony provides a progressive impetus for the systematization of the educational process and the methodology of teaching as the main driving force of wave-teaching didactics. In this context, methodological approaches aimed at implementing the principles of learning theory are grouped into a didactic framework dedicated to the conceptual and structural content of wave phenomena. A conceptual basis is proposed, founded on the sequence of fundamental differential equations, theoretical models, and benchmark experiments that describe wave processes. Through a sequence of topics related to various types of waves, the correspondence between the physical content and pedagogical principles is extensively revealed. The article also proposes the key principles and positions that determine the research methods and teaching materials. Conceptual premises are developed based on the classification of basic differential equations, theoretical and benchmark experiments that describe wave processes. The physical content corresponding to the teaching methodology is presented as a system of chapters on wave processes and related topics. Changes have been made to a number of questions related to the sequence, content, and methodology of studying certain topics of wave phenomena in the traditional teaching model.

Keywords: waves, teaching methodology, pedagogical principle, wave quantity, research method, learning outcome, physical knowledge, concept.

References

- 1 Alimbekova, G.B. (2019). *Fizika pani mugalimderinin kasibi daiarlygyn zhetildiruge arналган оqu quraly* [Textbook for improving the professional training of physics teachers]. Almaty: Nur-Print [in Kazakh].
- 2 Alimbekova, G.B. (2014). *Bolashaq fizika mugaliminin kasibi daiarlygyn gylimi ugymdar zhuiesin qalyptastyru negizinde zhetildiru* [Improving the professional training of future physics teachers on the basis of forming a system of scientific concepts]. Almaty: Ulakat [in Kazakh].
- 3 Akitai, B.E. (2017). *Fizikany oqytu teoriiasy men adistemelik negizderi* [Theory and methodological foundations of teaching physics]. Almaty: Almanakh [in Kazakh].
- 4 Zhusipkalieva, G.Q. (2012). *Fizika oqytudyn teoriiasy men adistemesi* [Theory and methodology of teaching physics]. Almaty: Qazaq universiteti [in Kazakh].
- 5 Iskakova, A.B., & Kairbayeva, A.K. (2021). The principle of continuity as a factor in the design of a methodological system for teaching physics to students of technical specialties of universities. *Bulletin of Toraighyrov University. Pedagogical series*, 3, 15–32. DOI: 10.48081/UZIJ2016.
- 6 Alimbekova, G.B., & Turganova, M.M. (2021). Zhogary oqu oryndarynda fizika kursyn oqytuda studentterdin zertteushilik madenietin qalyptastyru [Formation of research culture of students in the teaching of physics in higher education. *Abai atyndagy Qazaq Ulttyq Universitetinin Khabarshysy. Fizika-matematika Gylymdary Seriiasy — Bulletin of the Kazakh National Pedagogical University named after Abay. Series of Physics & Mathematical Sciences*, 1 (73), 76–81. DOI: 10.51889/2021-1.1728-7901.10 [in Kazakh].
- 7 Goodhew, L.M., Robertson, A.D., Heron, P.R.L., & Scherr, R.E. Student conceptual resources for understanding mechanical wave propagation. *Physical Review Physics Education Research*, 15 (020127). DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020127
- 8 Xie, L., Liu, Q., Lu, H., Wang, Q., Han, J., Feng, X., & Bao, L. (2021). Student knowledge integration in learning mechanical wave propagation. *Physical Review Physics Education Research*, 17 (020122). DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.020122
- 9 Duisenbayev, A. (2018). *Pedagogika* [Pedagogy]. Astana: Foliant [in Kazakh].
- 10 Kravchenko, I.T. (2022). *Teoriia volnovykh protsessov* [Theory of wave processes]. Moscow: IMGU [in Russian].
- 11 Taimuratova, L.U., Almagambetova, A.A., & Zhubanyshov, A. (2022). Metodika prepodavaniia glavy «Mekhanicheskie kolebaniia» [Methodology of teaching the chapter “Mechanical oscillations”]. *Yessenov science journal*, 2 (43), 35–42 [in Russian].

12 Kaziev, Sh.M., Useinov, B.M., & Shaimerdenova, M.A. (2025). Analiz rezultatov pedagogicheskogo eksperimenta po razdelu fiziki «Mekhanicheskie kolebaniia i volny» v ramkakh 2024-2025 uchebnogo goda [Analysis of the results of a pedagogical experiment on the physics section “Mechanical oscillations and waves” within the 2024-2025 academic year]. *Vestnik Severo-Kazakhstanskogo universiteta im. M. Kozybaeva* — *Bulletin of North Kazakhstan University named after M. Kozybayev*, 2 (66), 106–113. DOI: 10.54596/2958-0048-2025-2-106-113 [in Russian].

13 Kanyesigye, S.T., Uwamahoro, J., & Kemeza, I. (2022). Difficulties in understanding mechanical waves: Remediated by problem-based instruction. *Physical Review Physics Education Research*, 18, 010140. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.18.010140

Information about the authors

Aliyeva M.E. — Master of Sciences, Senior Lecturer, Department of Physics, Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: moldir-2008@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0440-6211>

Koshtybayev T.B. (contact person) — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of Physics, Kazakh National Women’s Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: koshtybayev70@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7344-6801>

Zhavliyeva A.T. — Master of Pedagogical Sciences, Lecturer, Department of Physics, Kazakh National Women’s Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: zhavliyeva.11@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4554-7604>

Aidarbekova A.A. — Master of Physics, Senior Lecturer, Department of Physics, Kazakh National Women’s Teacher Training University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: aydarbekova.a@qyzpu.edu.kz; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9224-8542>