

Ж.Р. Шаланова<sup>1</sup>, С.Н. Нуркасымова<sup>2</sup>, Ж.Т. Камбарова<sup>3\*</sup>

<sup>1,2</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан;

<sup>3</sup>Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан  
(\*Хат-хабарға арналған автор. E-mail: kambarovazht@gmail.com)

<sup>1</sup>ORCID 0009-0001-1375-7921

<sup>2</sup>ORCID 0000-0001-9835-6862

<sup>3</sup>ORCID 0000-0001-9808-5484

## Физика пәнін оқытуда STEM-технологияларын қолдану: жобалық-зертханалық жұмыс үлгісі

Қазіргі уақытта физиканы оқыту үдерісі заманауи білім беру технологияларын кеңінен енгізу арқылы қарқынды түрде жетілдірілуде. Заман талабына сай, білім алушылардың теориялық білімдерін тәжірибелік жұмыстармен ұштастыра отырып, олардың зерттеушілік және ғылыми ойлау қабілеттерін дамыту аса маңызды. Мақалада физиканы оқыту үдерісінде заманауи технологияларды, соның ішінде STEM-технологияларын тиімді пайдалану жолдары қарастырылған. Жұмыстың негізгі мақсаты — білім алушылардың теориялық білімін тәжірибе арқылы бекіту, ғылым, технология, инженерия және математика арасындағы байланысты түсіндіру. Сабақ барысында білім алушылардың зерттеушілік, шығармашылық, сыни ойлау және топта тиімді жұмыс істеу дағдылары жан-жақты дамытылады. Жүргізілген педагогикалық зерттеу нәтижесінде STEM-тәсілінің физика пәнін оқытуда білім алушылардың қызығушылығын арттыруға және білім сапасын көтеруге ықпал ететіні дәлелденді.

*Кілт сөздер:* физика пәні, жаңа технологиялар, кіріктірілген STEM-оқыту, оқыту тәжірибелері, зерттеушілік дағдылар.

### *Kipicne*

Ғылыми-педагогикалық зерттеулерді талдау нәтижесінде қазіргі уақытта білім беру мекемелерінде оқу-тәрбие үдерісінде 50-ден астам педагогикалық технологияларды қолданады. Бұл технологиялардың барлығын бір сыныпта, бір уақытта оқу үдерісінде қолдану мүмкін емес. Сондықтан жалпы білім беретін ортада жиі қолданылатын жаңа педагогикалық технологияларға: ынтымақтастық педагогикасы, білім беруді ізгілендіру технологиясы, проблемалық оқыту технологиясы, тірек сигналдары арқылы оқыту технологиясы, түсіндіру, басқарып оқыту технологиясы, деңгейлік саралап оқыту технологиясы, міндетті нәтижеге негізделген деңгейлеп саралап оқыту технологиясы, модельдік оқыту технологиясы, STEM-технологиясы, жобалап оқыту технологиясы, SMART оқыту технологиялары [1].

Технологиялардың ішінен физика пәнінен білім беру барысында тиімді қолдануға болатын STEM-технологиясы қарастырылды. STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) — жаратылыстану, технология, инженерия және математика пәндерін өзара кіріктіре отырып оқытуды көздейтін білім беру тәсілі және ол қазіргі заманның негізгі талаптарының бірі. Еліміздің цифрлық технологиялар туралы сауаттылық деңгейі қазіргі таңда елдің жаһандық аренадағы орны мен ішкі әлеуетінің көрсеткіші ретінде бағаланады. Бұл бағыттарды дамыту — заманауи қоғамның негізгі қажеттіліктерінің бірі.

STEM-технологияларының қазіргі білім беру жүйесіндегі рөлі мен маңыздылығы туралы отандық және шетелдік ғалымдардың ғылыми еңбектерін жан-жақты қарастыра отырып STEM білім беруді басқа елдер қалай жүзеге асырып жатқандығына талдау жасалынды. Бірқатар зерттеушілер И. Усембаева, Б. Курбанбеков, Ш. Ракманкуловтың жұмыстарында STEM білім беру талаптарына сай болашақ физика мұғалімі құрал-жабдықтардың жұмыс принципін меңгеріп, оларды сабақта тиімді қолдана білуі тиіс. Эксперимент барысында қондырғыны түсінбеген жағдайда білім алушылар физикалық құбылысты да толық меңгере алмайды. Құралдардың жетіспеушілігі немесе ескірген жағдайда мұғалім 3D принтермен басып шығару сияқты заманауи шешімдерді қолдануы қажет. Зерттеулер бұл әдістің сабақ сапасын арттырып, студенттердің пәнге қызығушылығы мен түсіну деңгейін көтереді [2-3].

Ү. Li және т.б. еңбектерінде қазіргі STEM білім беруде білім алушыларға тәжірибе жасауға, күрделі процестерді визуализациялауға және өз жобаларын жасауға мүмкіндік беретін цифрлық технологиялар мен модельдеу құралдары маңызды орын алады. Зерттеулерге сәйкес, цифрлық платформалар мен модельдеулерді пайдалану білім алушылардың ынтасын айтарлықтай арттырады және олардың ғылыми тұжырымдамаларды түсінуін жақсартады деп тұжырымдайды [4].

Tang Minh Dung зерттеулерінде Вьетнам мектептеріндегі басты қиындық дәстүрлі оқыту, яғни тек бірпәндік оқыту, ал STEM білім беруді енгізу арқылы білім беру орталарында пәнаралық байланысты орната алғандықтарын көрсеткен. Мысалы, серіппелі таразыны зерттеу тапсырмасы аясында физика мен математика пәндерінің интеграциясы білім алушылардың зерттеушілік дағдыларын дамытуға мүмкіндік бергені анықталған [5].

А.А. Изтлеуова зерттеулеріне сәйкес, STEM білім берудің басты мақсаты — еңбек нарығында сұранысқа ие, заманауи технологияларды меңгерген білікті мамандарды даярлау [6].

М.А. Honey-дің зерттеу нәтижесінде соңғы жылдары STEM білім берудің белсенді дамуы білім беру үдерісінде маңызды өзгерістерге әкелуде. STEM бағытындағы оқыту білім алушылардың сыни ойлауын, шығармашылық қабілеттерін және зерттеу дағдыларын жүйелі түрде қалыптастыруға ықпал ететінін көрсетіп отыр [7].

W.E. Dugger және басқа авторлардың зерттеуінде STEM пәндерін оқу орындарында оқытудың бірнеше тәсілдері қарастырылады: пәндерді жеке оқыту, бір-екі пәнді тереңдетіп меңгеру, бір пәнді басқаларға біріктіру немесе барлық пәндерді интеграциялауға мән береді [8].

STEM-тәсілінің тиімділігі мен артықшылықтары ғылыми әдебиеттерде кеңінен көрсетілгенімен, Margot & Kettler деген зерттеушілер STEM-сабақтарын сапалы жоспарлап, жүзеге асыру үшін арнайы дайындалған оқытушылардың тапшылығына ерекше назар аударады. Себебі, дәстүрлі оқыту әдістері инновациялық ойлау дағдыларының қалыптасуына ықпал ете алмайды, ал STEM бағыты мұндай дағдыларды мақсатты түрде жетілдіруде маңызды рөл атқарады [9].

Ғ.И. Исаев және басқа авторлардың көзқарастары бойынша цифрландыру жағдайындағы STEM-технологияларын енгізу мәселелері ғылыми әдебиеттерде кеңінен қарастырылып, ғылыми-техникалық білім беруде, әсіресе биологияны оқытуда STEM-технологиясының маңыздылығы ерекше атап өтіледі. Сондай-ақ пәнді кіріктіре оқытуда STEM-технологияларын қолдануды ұсынады [10].

STEM-технологияларын білім беруде Г.К. Жусупкалиева және басқа авторлар қазіргі білім беру жүйесінде STEM-тәсілі аясында жаратылыстану ғылымдарын интеграциялау, пәнаралық және жобалық оқыту ерекше маңыздылығын көрсетеді. Білім беру орталарында STEM-технологияларын тиімді жүзеге асыру үшін оқытушылар арасында зерттеу жүргізу, сала мамандарымен ынтымақтастық орнату және әдістемелік қолдауды күшейту қажеттігіне ерекше назар аударған [11].

Жоғарыда қарастырылған ғылыми-педагогикалық зерттеулерде STEM-тәсілінің білім алушылардың сыни ойлауын, практикалық әрекетін және шығармашылық қабілетін дамытатыны дәлелденген. Дегенмен физика сабақтарында STEM-технологияларын тиімді жүзеге асыру әдістемесі әлі де толық пысықтауды қажет етеді. Бұл зерттеу жұмысының мақсаты — физика сабағында STEM жобаны енгізу арқылы білім алушылардың тәжірибелік және зерттеушілік дағдыларын дамыту жолдарын көрсету.

#### *Әдістер мен материалдар*

Физика пәнінен білім беру саласында STEM-технологиясын қолдану эксперимент бойынша қарастырамыз. Muhammad Abd Hadi Buniyamin және т.б. ғалымдар өз зерттеулерінде STEM-технологияларының басым бөлігі физика пәнімен тығыз байланысты болғандықтан, оның ішінде ракеталық жобалар мен робототехника сынды инженерлік тапсырмаларда физикалық заңдылықтардың қолданылуы жиі кездеседі [12-13].

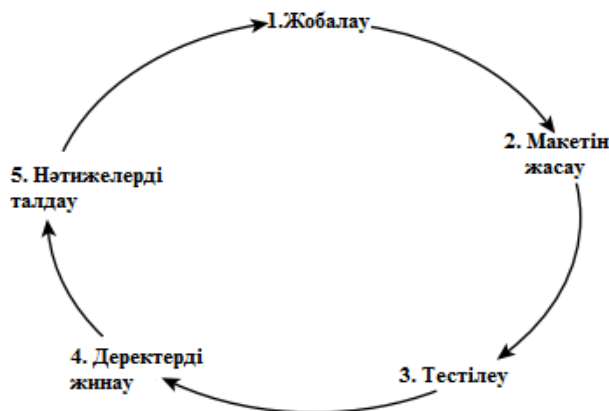
Бұл жобалық жұмыстың басты мақсаты — білім алушылардың физика сабағында STEM-технологияларын қолдану арқылы алған білімдерін практикада тиімді пайдалануын қамтамасыз ету.

*Тапсырма:* орбитаға (яғни, шамамен 1 метр биіктікке) кемінде үш рет көтерілетін, барынша жеңіл және берік қозғалтқышы бар зымыранның конструкциясын жасау. Бұл 1 литрлік су бөтелкесін жоғары итере алатын тартқыш құрылымды жобалау арқылы жүзеге асады.

*Қажетті материалдар:* ағаш таяқшалар, дюбельдер, ыстық ерітілген желім, гофрленген картон, 35 мм пленкалы банклар, 1 және 2 литрлік пластикалық бөтелкелер, құм салынған қап, кішкентай қағаз шыныаяқ.

*Жобалау процесі.*

Жобалау процесінің негізгі формасы 1-суретте көрсетілген.



1-сурет. Жобалау процестерінің негізгі формасы

1. Ең алдымен білім алушылар зымыранды жердің төменгі орбитасына сәйкес келетін 1 метр биіктікке ұшыру үшін қажетті күшті есептейді. Кейін олар өз идеяларын сызба арқылы көрсетіп, құрылымды жасайды және сынақтан өткізеді. Жобалау барысында білім алушылар құрылымның салмағын азайтуға тырысып, беріктігін сақтауға немесе арттыруға бағытталған бірнеше қайта жобалау кезеңдерінен өтеді.

2. Сабақ барысында білім алушылар бастапқы прототипті құрастырады, оны іске қосып, нәтижелерді тіркейді.

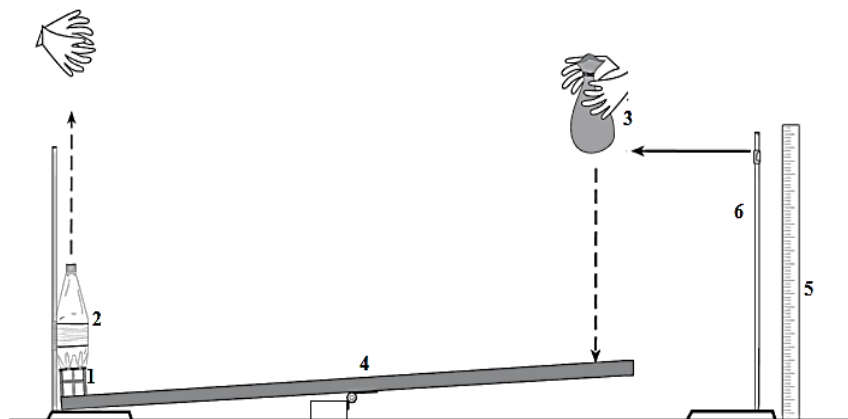
3. Келесі кезең білім алушылар прототипті сынақтан өткізіп әр сынақтан кейін олар конструкцияны жеңіл әрі мықты етіп жетілдіруге тырысады және бірнеше қайта жобалау мүмкіндігіне ие болады.

4. Бүкіл жұмыс барысында диаграммалар, зерттеу нәтижелері, сұрақтар мен жазбаларды арнайы журналда жүргізіп отырады. Бұл журналдар кейін жобалық таныстырылым материалдарын әзірлеуде маңызды ресурс қызметін атқарады.

5. Жобаның соңғы кезеңінде әр команда өздерінің тартқыш құрылымының қалай дамығанын көрсететін көрнекі есеп материалдарын дайындайды. Онда бастапқы, аралық және соңғы дизайн үлгілері бейнеленіп, конструкцияның қалай және неге өзгергені түсіндіріледі. Көрнекі материал кемінде үш түрлі үлгіні қамтып, дизайн процесінің логикасын айқын сипаттауы тиіс. Әр топ өз жұмысын сынып алдында таныстырып, «біз не үйрендік?» деген қорытынды жасайды.

*Ұсынылатын прототипті құрастырудағы ескерілетін физика заңдарымен байланыстыру.*

Осы кезеңде білім алушылар ұшыру қондырғысының жұмысына әсер ететін негізгі физикалық заңдылықтарды талдайды. Прототипті сынау барысында қозғалыс бағыты, күштердің әсері және энергияның түрленуі байқалып, әр сынақтан кейін конструкцияны жетілдіру шешімдері қабылданады (2-сурет).



2-сурет. Ұшыру қондырғысын сынақтан өткізу

Бұл кезеңде білім алушыларға зымыранды ұшыруға арналған механикалық ұшыру қондырғысын жобалау тапсырмасы беріледі.

1. Ұшыру күштеріне кемінде үш рет төтеп бере алатын ең жеңіл ұшыру қондырғысын жасаңыз. Орбиталық ұшыру = 1 литрлік су бөтелкесін шамамен 1 метр ауаға итеру.

Қажетті материалдар: 1 және 2 литр пластик бөтелкелер, бөтелкені штативке бекітуге арналған гофрленген картон, құм салынған қапшық, иінтірек, сызғыш, штатив.

1. *Қозғалтқыштың тарту күшін анықтау.* Бірінші тапсырмада білім алушылар бөтелке-зымыранды «орбитаға шығару» үшін қажетті тарту күшін анықтауы тиіс. Ол үшін олар құм салынған қаптың қандай биіктіктен түсуі зымыранды сақиналы тіреуден сәл ғана көтеруге жеткілікті болатынын тәжірибелік жолмен анықтайды. Бұл кезеңде зымыранның тым жоғары ұшып кетпеуінің маңызды екенін түсіндіру қажет, себебі шамадан тыс күш беру құрылымға артық жүктеме түсіріп, оны «орбита шегінен» шығарады.

Экспериментті жүргізу үшін бір білім алушы құм қапшығын түсіруші, ал екінші білім алушы зымыран моделін ұстап тұрушы ретінде таңдалады. Қаптың құлау биіктігі сызғыш немесе рулетка көмегімен өлшенеді. Сонымен қатар құлау биіктігін белгілеу үшін қатты қағаздан немесе қалташа папкадан жасалған маркерді сақиналы тіреуге бекітуге болады.

Эксперимент төмен биіктіктен басталып, зымыран сақиналы тіреуден сәл ғана көтерілгенге дейін биіктік біртіндеп арттырылады. Осы әрекет бірнеше рет қайталанып, зымыран кезекпен үш ұшыру барысында бірдей биіктікке көтеріле алатын деңгей анықталғанға дейін жалғасады. Оптималды құлау биіктігі табылған соң, ол жазып алынады және тіреуде белгіленеді (мысалы, жапсырма таспа арқылы белгі қою). Алынған нәтижелерді білім алушылар әртүрлі құм массаларын қолдана отырып, төмендегі 1-кесте түрінде тіркей алады.

1 - кесте

#### Ұшыру қондырғысының жұмыс параметрлерін тіркеу

| № | Зымыран моделінің массасы (кг) | Құм жүктемесінің массасы (кг) | Құлау биіктігі (см) | Зымыран моделінің ұшу биіктігі (см) | Орбитаға жету шартының орындалуы (ия/жоқ) |
|---|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------------|---|
| 1 |                                |                               |                     |                                     |   |
| 2 |                                |                               |                     |                                     |   |
| 3 |                                |                               |                     |                                     |   |

2. *Зымыранды ұшыру кезіндегі энергияның берілуін түсіну.* Бөтелке-зымыранын ұшыру процесін түсіндірудің тиімді тәсілдерінің бірі — ұшыру сәтіндегі энергияның берілу ретін талдау. Білім алушылар прототипті құрастырып, алғашқы сынақтан өткізгеннен кейін, энергияның қайдан келетінін және оның түрленуін талқылауға уақыт бөлінеді. Бұл кезеңде білім алушылардың потенциалдық энергия және кинетикалық энергия туралы алдын ала білімі пайдалы болады.

Ұшыру кезінде болатын құбылыстарды еске түсірейік: құм салынған қап жоғары нүктеден төмен қозғалады → иінтірек қозғалысқа келеді → иінтірек энергияны ұшыру қондырғысына береді → қондырғы зымыран моделін итереді → зымыран көтеріледі → белгілі бір биіктікке жетіп, қозғалысын тоқтатады. Білім алушыларға сұрақтар қойылады: зымыранды ұшыру үшін энергия қажет пе? (Иә.) Энергия қайдан келеді? Көп жағдайда білім алушылар: «Құм қапшықтан» деп жауап береді. Бұл жауапты нақтылау үшін жетекші сұрақтар қолданылады: қапшықтың энергиясы неден пайда болады? (оның биіктікте орналасуынан), ол энергияны не тудырады? (ауырлық күші). Егер қапшықтың массасы артса, энергия да арта ма? (Иә). Егер қапшық жоғарырақ биіктікте болса, энергия көбірек бола ма? (Иә). Осы тұста Ай бетінде осындай эксперимент жүргізілсе, энергия мөлшері аз болатыны түсіндіріледі, себебі Айдағы ауырлық өрісі Жерге қарағанда әлсіз.

Зымыран ең жоғары нүктеге жеткен сәтте кинетикалық энергиясы нөлге тең, ал гравитациялық потенциалдық энергиясы ең үлкен мәнге ие болады. Білім алушылар гравитациялық потенциалдық энергияны есептеу үшін қарапайым формуланы қолдана алады.

$$E_p = mgh,$$

мұндағы  $m$  — объектінің массасы,  $g$  — еркін түсу үдеуі,  $h$  — объектінің Жер бетінен биіктігі. Мысалы, құм қапшығының массасы 10 кг, ол Жерден шамамен 0,5 м биіктікте орналасқан деп алсақ,  $g \approx 10$  м/с<sup>2</sup> болса, онда  $E_p = 10 \times 0,5 \times 10 = 50$  Дж болады. Бұл формуланы қолдана отырып, білім алушылар ең жоғарғы нүктедегі бөтелкенің  $E_p$  мәнін есептей алады. Бұл есептеуді жүргізген соң, салыстыру нәтижесінде білім алушылар ұшыруға дейінгі құм қапшығының  $E_p$  мәні мен зымыранның ұшу нүктесіндегі  $E_p$  мәнінің бірдей еместігін көреді. Содан кейін олар: «Жоғалған энергия қайда кетті?» деген сұраққа жауап іздейді. Бұл айырмашылық энергияның бір бөлігі жылуға айналуына, материалдардың деформациясына және ауа кедергісіне қарсы жұмыс атқаруға жұмсалатынын көрсетеді. Бұл — жүйенің энергияның шығыны.

Эксперимент мәліметтерін талдай отырып, білім алушылар жүйенің тиімділігін анықтай алады, яғни пайдалы энергияның бастапқы энергияға қатынасын есептейді. Бұл жоба жағдайында тиімділік шамамен 20 % деңгейінде болады.

Содан кейін білім алушылар құм қапшығының иіңтірекке соғылған сәттегі кинетикалық энергиясы мен жылдамдығын, сондай-ақ ұшу кезінде бөтелке-зымыранның кинетикалық энергиясы мен жылдамдығын есептей алады. Кинетикалық энергия — бұл объектінің қозғалысы нәтижесінде иеленетін энергиясы. Қозғалыстағы объектілер басқа объектілерге әсер етіп, жұмыс атқара алатыны анық. Мысал ретінде оқтың немесе жүріп келе жатқан пойыздың қозғалысын алуға болады. Екеуі де қозғалыста болғандықтан кинетикалық энергияға ие, бірақ олардың энергиясы бірдей емес. Объектінің кинетикалық энергиясы ( $E_k$ ) дененің  $m$  массасына және оның  $v$  жылдамдығына тәуелді:

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Бұл формуладан көрінетіні, жылдамдық екі есе артса, кинетикалық энергия  $E_k$  төрт есе артады, ал масса екі есе артса, энергия  $E_k$  тек екі есе ғана артады. Сондықтан қозғалтқыштарда жоғары жылдамдық тудыру негізгі рөл атқарады: жылдамдық неғұрлым жоғары болса, берілген отын массасынан алынатын энергия соғұрлым көп болады. Білім алушылар құм салынған қап иіңтірекке соғылған сәттегі кинетикалық энергиясы мен жылдамдығын оңай есептей алады. Құм қапшығы иіңтірекке соғылған сәтте оның потенциалдық энергиясы  $E_p$  шамамен нөлге тең болады, ал оның кинетикалық энергиясы  $E_k$  — ол босатылғанға дейінгі  $E_p$ -ге тең болады, яғни шамамен 50 Джоуль. Олай болса,

$$\begin{aligned} E_k &= \frac{m\vartheta^2}{2} = 50 \text{ Джоуль} \\ \frac{10 \text{ кг} \times \vartheta^2}{2} &= 50 \frac{\text{кг} \times \text{м}^2}{\text{с}^2} \\ 5 \text{ кг} \times \vartheta^2 &= 50 \frac{\text{кг} \times \text{м}^2}{\text{с}^2} \\ \vartheta^2 &= 10 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \\ \vartheta &= \sqrt{10 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} \approx 3,2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

Демек, құм салынған қап иіңтірекке соғылғанда шамамен 3 м/с жылдамдықпен қозғалып келеді. Ұшыру сәтінде зымыранға берілетін кинетикалық энергия оның ең жоғарғы нүктедегі (апогей) гравитациялық потенциалдық энергиясына тең деп есептей аламыз. Біз зымыранның апогейдегі потенциалдық энергиясы  $E_p = 10$  Джоуль екенін білеміз. Бұл шамамен оның «ұшып шыққан» кездегі кинетикалық энергиясына  $E_k$  тең болуы керек.

$$E_k = \frac{m\vartheta^2}{2} = 10 \text{ Джоуль}$$

$$\frac{1\text{кг} \times \vartheta^2}{2} = 10 \frac{\text{кг} \times \text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$0,5 \text{ кг} \times \vartheta^2 = 10 \frac{\text{кг} \times \text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$\vartheta^2 = 20 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

$$\vartheta = \sqrt{20 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} \approx 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Осылайша, бөтелке-зымыранның ұшу сәтіндегі жылдамдығы шамамен 4 м/с болады. Логикалық тұрғыдан алғанда, ұшыру иінірегі — ортасынан шарнир арқылы бекітілген тұтас ағаш өзегі болғандықтан, иініректің екі ұшы бірдей бұрыштық жылдамдықпен қозғалады Сондықтан иініректің ұштарына орналасқан денелердің сызықтық жылдамдықтары да шамамен бірдей болады, тек қозғалыс бағыттары қарама-қарсы болады. Бұл мысалда олар дәл бірдей емес (3,2 м/с және 4,5 м/с ), себебі біз биіктіктің және апогейдің жуық мәндерін қолдандық, сонымен қатар иініректің қозғалыс ауқымын ескермедік. Алынған нәтижелер идеалдандырылған теориялық модельден белгілі бір дәрежеде ауытқиды, бұл — нақты эксперимент жағдайлары үшін қалыпты құбылыс.

3. *Бөтелке-зымыранының моделі мен шынайы зымыранның ұқсастығы мен айырмашылығын салыстыру.* 2-кестеде бөтелке-зымыран моделі мен шынайы зымыранның жұмыс қағидалары салыстырылып көрсетілген. Мұндай салыстыру білім алушыларға зымыран қозғалысы принципінің нақты түсінуге және модельдің қай бөліктері шынайы құрылымға ұқсайтынын анықтауға көмектеседі.

2 - кесте

**Модельдік және шынайы зымыранның негізгі параметрлерінің салыстырмасы**

| Параметрлер                            | Бөтелке-зымыран   | Шынайы зымыран  |
|--|---|---|
| Қозғалысты тудыратын күш көзі          | Иінірек   | 2 қатты зымыран күшейткіштері және 5 сұйық отын қозғалтқыштары                          |
| Итеруші қозғалыстың энергия көзі       | Құм қапшығының ауырлық күші                               | Отынның жануы тудырады  |
| Итеру күштің әсер ету ұзақтығы         | Секундтың бөлігі  | Минуттар  |
| Итеру күштің мәні                      | Кішкентай   | 47,4 МН   |
| Зымыранның массасы                     | 1 килограмм   | 3356 тонна  |
| Тарту күші тәуелді болатын параметрлер | Құм қапшығының массасы<br>Түсіру биіктігі<br>Ауырлық күші | Отынның энергетикалық тығыздығы<br>Отынның 1сек жанған массасы<br>Қозғалтқыштың дизайны |

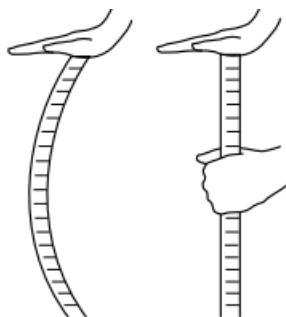
4. *Сынақ нәтижелерін талқылаңыз.* Сынақтан кейінгі талқылау кезеңі — білім алушылардың білімін тек жобалау және құрастырумен әдістерінен тыс кеңейтіп, олардың жобалық жұмысын осы жұмысқа негіз болған ғылыми ұғымдармен байланыстыру үшін өте маңызды. Бұл кезеңде білім алушылар прототип құрылымының қалай жұмыс істейтінін, қандай элементтердің беріктігі немесе әлсіздігі байқалғанын және конструкцияны қалай жақсартуға болатынын талдайды.

Талқылау барысында білім алушыларға өз модельдерін қолдарына ұстап, олардың құрылымдық ерекшеліктерін түсіндіру ұсынылады. Мұғалім сұрақтарды бағыттап, ойды дәлелдеуге жетелейді. Мысалы: сынақ кезінде ұшыру қондырғысының әр бөлігімен не болды? Қондырғының қандай да бір бөліктері басқаларға қарағанда тезірек істен шыққандай көрінді ме? Неліктен? Қондырғы қай элементтері ең тиімді болды? Бұл құрылымдарды тиімді еткен не? Егер құрылымдағы тірек

бағаналардың бірі майысқан болса, білім алушыларға оларды, мысалы, тіреуіштер арқылы қалай күшейтуге болатынын ойлануға көмектесіңіз.

Майысу құбылысын түсіндіру үшін қарапайым демонстрациялық тәжірибені қолдануға болады. Ол үшін икемді сызғышты немесе метрлік таяқшаны үстелге тік қойып, жоғарғы жағынан аздап басып көріңіз — сызғыш майыса бастайды (3-сурет). Осы тәжірибені ұзындығы әртүрлі, бірақ қалыңдығы бірдей сызғыштармен қайталау арқылы ұзын тіректер қысым әсерінен тез майысатынын, қысқа тіректер әлдеқайда берік болатынын көрсетіп түсіндіруге болады.

Егер сызғыштың ортасына қосымша қолдау (тіреу) қойылса, ол енді бір ұзын элемент емес, екі қысқа тірек сияқты жұмыс істейді және конструкция әлдеқайда берік болады. Бұл принцип зымыран моделінің тірек бөліктерін күшейту кезінде де сол күйінде қолданылады.



3-сурет. Конструкцияның беріктігін арттыру үшін орталық тіреуіш енгізу

#### 5. Білім алушылардың презентациялары және бағалау критерийлері

Жобалық жұмыстар аяқталғаннан кейін әр топ дайындаған жобалық таныстырылым материалдарын сынып ішінде іліп қойыңыз. Білім алушыларға өзара жұмыстарды қарап шығуға, салыстыруға және пікір алмасуға уақыт беріңіз. Бұл кезең идеялар алмасуды, конструкциялық шешімдерді талдауды және топтар арасындағы рефлексияны ынталандырады.

Одан кейін әр топ өз жобасын қысқа таныстырады. Таныстырылым барысында білім алушылар модельдің қалай жасалғанын, қандай қиындықтар кездескенін, қандай жетілдірулер енгізілгенін және қандай ғылыми принциптер қолданылғанын түсіндіреді.

Таныстырылымдар төмендегі бағалау критерийлері бойынша бағаланады:

- 1) Жобалау үдерісінің логикалық және дәйекті түрде сипатталуы (Идея → бастапқы модель → сынақ → жетілдіру → соңғы нұсқа)
- 2) Кемінде үш конструкциялық нұсқаның көрсетілуі және олардың айырмашылықтарының түсіндірмесі;
- 3) Негізгі элементтері дәл және түсінікті көрсетілген техникалық сызбалардың болуы;
- 4) Сынақ нәтижелерінің талдауы және модельдің әр кезеңде қалай өзгергені туралы түсіндіру;
- 5) Ең тиімді құрылымның негізделген таңдауы (неге бұл нұсқа тиімді екені дәлелмен көрсетіледі);
- 6) Ғылыми терминологияны дұрыс және орынды қолдану;
- 7) Жобалық таныстырылым материалының эстетикалық және мазмұндық тұрғыдан сауатты безендірілуі;
- 8) Мәтіндік мазмұнның грамматикалық сауаттылығы мен тілдік бірізділігі.

Білім алушылар жобалау, модель жасау және сынақтан өткізу кезеңдерінен өткеннен кейін олардың осы үдерісті формалды түрде сипаттай алуы маңызды. Бұл — инженерлік ойлауды қалыптастырудағы негізгі қадамдардың бірі. Білім алушылар тек өз жобасының нәтижелерін ғана талдамай, сонымен қатар басқа топтардың шешімдерін салыстырып, олардың конструкция ерекшеліктері мен жетілдіру жолдарын бағалауы тиіс.

#### *Нәтижелер мен оларды талдау*

Педагогикалық зерттеу академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті физика-техникалық факультетінде жаратылыстану және инженерлік білім беру бағдарламалары бойынша оқитын 1-курс студенттер арасында жүргізілді. Педагогикалық зерттеу 2024–2025 оқу жылының күзгі семестр бойы жалпы физика курсының «Механика» пәні бойынша жүргізілді. Зерттеу

жұмысы физика пәнін оқытуда STEM-технологиясын қолданудың тиімділігін анықтауға және студенттердің теориялық білімдерін тәжірибе арқылы бекітуге бағытталды.

Педагогикалық эксперименттің негізгі бөлігі жалпы физика курсының «Механика» пәні бойынша жобалар аясында өткізілді. Студенттер топтық форматта жұмыс істеп, әр қатысушыға нақты рөлдер бөлінді: жоба жетекшісі (1 студент), құрастырушы (1–2 студент) және мәліметтерді талдаушы (1–2 студент). Мұндай ұйымдастыру олардың зерттеушілік, инженерлік және аналитикалық дағдыларын дамытты.

Зерттеу барысында физика пәнін оқытуда STEM-технологиясын қолданудың тиімділігін анықтау мақсатында бірнеше жобалық тапсырмалар орындалды. Бұл жобалар студенттердің ғылыми-зерттеу, инженерлік және шығармашылық қабілеттерін дамытуға ықпал етті, сонымен қатар физикалық құбылыстарды нақты өмірмен байланысты түсінуге мүмкіндік берді. Бұл зерттеу нәтижелері физика пәнін оқытуда дәстүрлі тәсіл мен STEM-технологиясын қолдану арасындағы айырмашылықты көрсетеді. 3-кестеде бақылау тобының (дәстүрлі оқыту) және эксперименттік топтың (STEM-тәсілімен оқыту) студенттерінің оқу жетістіктері берілген.

Статистикалық талдау нәтижелері бақылау және эксперименттік топтардың оқу жетістіктері арасында мәнді айырмашылық бар екенін көрсетті ( $p = 0,0011$  және  $p = 0,0009$ ). Бақылау тобының орташа оқу нәтижесі зерттеу басында 3,18 ( $CA = 0,94$ ) болса, зерттеу соңында 4,12 ( $CA = 1,26$ )-ке дейін артты. Эксперименттік топта бұл көрсеткіштер зерттеу басында 2,86 ( $CA = 1,03$ ) болса, ал зерттеу соңында 4,38 ( $CA = 1,21$ )-ке дейін өсті.

3 - к е с т е

#### Бақылау және эксперименттік топ студенттерінің оқу нәтижелерін салыстыру

| Топтар                           | Оқу нәтижесінің бастапқы орташа мәні ( $OM \pm CA$ ) | Оқу нәтижесінің соңғы орташа мәні ( $OM \pm CA$ ) | p-мәні | Козннің d коэффициенті |
|----------------------------------|--|---|--------|------------------------|
| Бақылау тобы (дәстүрлі әдіс)     | 3,18±0,94  | 4,12±1,26   | 0,0011 | 0,62                   |
| Эксперименттік топ (STEM тәсілі) | 2,86±1,03  | 4,38±1,21   | 0,0009 | 0,75                   |

Мұндағы  $OM$  — топтағы барлық нәтижелердің (бағалардың) арифметикалық орташа шамасы, яғни, студенттердің орташа оқу нәтижесі;  $CA$  — стандартты ауытқу, яғни студенттердің нәтижелерінің орташа мәннен қаншалықты айырмашылығы бар екенін көрсететін статистикалық көрсеткіш,  $p$ -мәні — статистикалық ықтималдық көрсеткіші, яғни алынған нәтижелердің кездейсоқ түрде пайда болу ықтималдығын сипаттайды; Козннің  $d$  коэффициенті — екі топ арасындағы айырмашылықтың әсер ету деңгейін сипаттайтын статистикалық көрсеткіш. Ол енгізілген әдістің оқыту нәтижесіне қаншалықты күшті әсер еткенін көрсетеді.

Козннің  $d$  коэффициентін талдау нәтижесінде бақылау және эксперименттік топтардың оқу жетістіктері арасындағы айқын айырмашылықтың орташа әсер мәнінен жоғары екенін көрсетеді ( $0,6 < |d| < 0,8$ ). Яғни, STEM-технологиясын қолдану физика пәнін оқыту сапасына және студенттердің нәтижелерінің өсуіне айтарлықтай оң әсер еткенін дәлелдейді. Бұл нәтижелер STEM-технологиясын қолдану студенттердің физика пәнін терең түсінуіне, зерттеушілік және тәжірибелік дағдыларын дамытуға ықпал ететінін дәлелдейді.

Зерттеу аясында эксперименттік топ студенттердің физика пәнін оқытудағы дәстүрлі әдіс пен STEM-технологиясын қолданудың қабылдану деңгейін салыстыру мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнама студенттердің сабаққа деген эмоционалды қатынасын, пәнге қызығушылығын және ұсынылған оқыту форматына қанағаттану деңгейін анықтауға бағытталды. Нәтижелер көрсеткендей (4-кесте), эксперименттік топтағы студенттердің басым бөлігі (шамамен 85 %) STEM-тәсілімен өткен сабақтар дәстүрлі оқытуға қарағанда анағұрлым қызықты және пайдалы болғанын атап өтті. Олар жобалық жұмыстардың материалды жақсы түсінуге көмектескенін, сабақтарда белсенді қатысуға мүмкіндік бергенін және командалық жұмыс дағдыларын дамытқанын айтты. Жалпы алғанда, сауалнама нәтижелері STEM-технологиясын қолдану студенттердің пәнге деген қызығушылығын арттырып, оқу үдерісін жандандыратынын көрсетті. Бұл тәсіл физика сабағында білім алушылардың

белсенділігін, зерттеушілік қабілетін және шығармашылық ойлауын дамытуға ықпал ететіні анықталды.

4 - кесте

**Эксперименттік топтағы студенттердің дәстүрлі және STEM-сабақтарына қанағаттану деңгейін салыстыру**

| <b>Көрсеткіштер</b>                         | <b>Дәстүрлі сабақтар (%)</b> | <b>STEM сабақтары (%)</b> |
|---|------------------------------|---------------------------|
| Сабақ мазмұны түсінікті болды               | 56                           | 85                        |
| Тәжірибелік тапсырмалар пайдалы деп санайды | 62                           | 82                        |
| Сабаққа белсенді қатысуға ынта артты        | 59                           | 84                        |
| Командалық жұмыс дағдылары қалыптасты       | 53                           | 79                        |
| Теория мен тәжірибенің байланысын сезінді   | 51                           | 83                        |
| Жалпы қанағаттану деңгейі                   | 68                           | 87                        |

4-кесте мәліметтері көрсеткендей, эксперименттік топтағы студенттердің басым бөлігі STEM-тәсілімен өткізілген сабақтардың дәстүрлі сабақтарға қарағанда әлдеқайда қызықты, мазмұны бай және тәжірибеге бағытталған екенін атап өтті.

Бұл зерттеу жұмысы шектеулі қатысушылар тобымен жүргізілгендіктен, алынған нәтижелерді кең ауқымда жалпылау белгілі бір дәрежеде шектеулі. Сондықтан болашақ зерттеулерде зерттеу үлгісін кеңейтіп, оған әртүрлі білім беру ұйымдарындағы оқытушылар мен білім алушыларды көбірек қосу ұсынылады.

Сонымен бірге зерттеу тек физика пәнімен шектелмей, STEM құрамына кіретін математика, инженерия және технология пәндері мұғалімдерінің тәжірибесін талдауды да қамтуы тиіс. Бұл STEM-тәсілінің пәнаралық әлеуетін тереңірек түсінуге және оқу үдерісінде пәндер арасындағы өзара байланыстарды тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Алдағы зерттеулерде нақты сабақ жоспарлары, практикалық тапсырмалар және қолданылған әдістемелерді салыстырмалы талдау арқылы STEM-технологияларын оқу барысында тиімді іске асырудың әдістемелік модельдерін анықтау маңызды. Бұл физика және басқа жаратылыстану пәндерін оқытудың ғылыми-тәжірибелік негізін күшейтуге және оқу үдерісінің сапасын арттыруға бағытталған.

*Қорытынды*

Қорыта айтқанда, қазіргі Қазақстандағы білім беру жүйесінде жаңа технологияларды енгізу тек білім сапасын арттыруды ғана емес, сонымен бірге жеке тұлғаның қазіргі және болашақ еңбек нарығы талаптарына сай жан-жақты дамуын көздейді. Физика пәнін оқытуда заманауи технологияларды, әсіресе STEM-тәсілдерін қолдану білім алушылардың теориялық білімдерін тәжірибемен ұштастыруға, ғылыми-зерттеушілік, шығармашылық және инженерлік ойлау қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді.

Жүргізілген педагогикалық зерттеу нәтижелері көрсеткендей, физика пәнін оқытуда STEM-технологиясын қолдану студенттердің оқу жетістіктерін арттыруда және пәнге деген қызығушылығын қалыптастыруда тиімді әдіс.

Зерттеу нәтижелері STEM-технологиясының физика пәнін оқытуда білім сапасын арттыруға ықпал ететінін көрсетті. Сонымен қатар бұл тәсілдің әлеуеті математика, инженерия және технология секілді басқа пәндерде де жоғары екені байқалды. Алайда зерттеу шектеулі қатысушылармен жүргізілгендіктен, нәтижелерді кең көлемде қолдану үшін қосымша тәжірибелер мен бақылаулар қажет.

Болашақта STEM-технологиясының пәнаралық интеграция мүмкіндіктерін тереңірек зерттеу, жаратылыстану пәндеріне арналған қысқа мерзімді жоспарларды талдау, сондай-ақ мұғалімдерге арналған әдістемелік құрал әзірлеу бұл бағыттағы жұмыстың келесі кезеңі.

## Әдебиеттер тізімі

- 1 Бөрібекова Ф.Б. Қазіргі заманғы педагогикалық технологиялар / Ф.Б. Бөрібекова, Н.Ж. Жанатбекова — Алматы, 2014. — 360 б.
- 2 Ы. Алтынсарин атындағы Ұлттық білім академиясы. Білім беру үдерісінде SMART-технологияларды қолдану бойынша әдістемелік ұсынымдар. — [Электрондық ресурс]. — Нұр-Сұлтан, 2022. — 120 б. — Қолжетімділігі: <https://uba.edu.kz/>
- 3 Usembayeva I. 3D Modeling and Printing in Physics Education: The Importance of STEM Technology for Interpreting Physics Concepts / I. Usembayeva, B. Kurbanbekov, Sh. Ramankulov, A. Batyrbekova, K. Kelesbayev, A. Akhanova // Qubahan Academic Journal. — 2024. — Vol. 4, No. 3. — P. 45–58. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n3a727>
- 4 Li Y. A systematic review of high-impact empirical studies in STEM education / Y. Li, Y. Xiao, K. Wang, N. Zhang, Y. Pang, R. Wang, Ch. Qi, Zh. Yuan, J. Xu, S.B. Nite, J.R. Star // International Journal of STEM Education. — 2022. — Vol. 9, No. 72. — P. 18. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00389-1>
- 5 Dung T.M. Teachers and STEM Education: Collaboration across Disciplines and Implementation of Lessons in Two Subject Areas / T.M. Dung, V.N.T. Huong, N.T. Nga // Universal Journal of Educational Research. — 2020. — Vol. 8, No. 9. — P. 4122–4128. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080938>
- 6 Изтлеуова А.А. Оқушылардың функционалдық сауаттылығын қалыптастырудағы STEM-технологиясы [Электрондық ресурс] / А.А. Изтлеуова. — Ақтөбе: «Өрлеу» БАҰО» АҚ филиалының баспа бөлімі, 2021. — 41 б. — Қолжетімділігі: <https://library.orleu-edu.kz/product/оқушылардың-функционалдық-сауаттыл-2/>
- 7 Honey M.A. STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research / M.A. Honey, G. Pearson, H. Schweingruber. — National Academies Press, 2014. <https://doi.org/10.17226/18612>
- 8 Dugger W.E. Evolution of STEM in the United States [Electronic resource] / W.E. Dugger // Knowledge in Technology Education: Proceedings of the 6th Biennial International Conference on Technology Education: Volume One (TERC 2010). Griffith Institute for Educational Research, 2010. — Access mode: <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.73182291107720>
- 9 Margot M. Teachers' Perception of STEM Integration and Education: A Systematic Literature Review / M. Margot, J. Kettler // International Journal of STEM Education. — 2019. — Vol. 6, No. 2. — P. 16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- 10 Исаев Ғ.И. Биология пәнінде STEM-технологияларын жүзеге асыру арқылы оқушылардың ізденушілік дағдысын қалыптастыру [Электрондық ресурс] / Ғ.И. Исаев, Д.Ж. Юсупова, А.И. Исаев // «Қазақстан Республикасы Ұлттық Ғылым академиясы» РҚБ Хабаршысы. — 2023. — 6 (406). — Б. 154–168. — Қолжетімділігі: <https://journals.nauka-nanrk.kz/bulletin-science/article/download/6041/4199/15058>
- 11 Жусупкалиева Г.К. STEM-технологиясын жүзеге асыру және дамытуда физика мұғалімдерінің дайындығын зерттеу мәселелері / Г.К. Жусупкалиева, Б.У. Куанбаева, М.Е. Рахметов // Х. Досмұхамедов атындағы Атырау университетінің хабаршысы. — 2024. — № 3(74). — Б. 170–178. <https://doi.org/10.47649/vau.24.v74.i3.15>
- 12 Bunyamin M.A. Current Teaching Practice of Physics Teachers and Implications for Integrated STEM Education / M.A. Bunyamin, C.A. Talib, N.J. Ahmad, N.H. Ibrahim, J. Surif // Universal Journal of Educational Research. — 2020. — Vol. 8, No. 5A. — P. 18–28. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081903>
- 13 Haddad N. NASA Engineering Design Challenges: Spacecraft Structures [Electronic resource] / N. Haddad, H. McWilliams, P. Wagoner. — NASA, 2015. — P. 78. — Access mode: [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/engineering\\_challenge\\_spacecraft\\_structures\\_2021.pdf](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/engineering_challenge_spacecraft_structures_2021.pdf)

Ж.Р. Шаланова, С.Н. Нуркасымова, Ж.Т. Камбарова

### Использование stem технологий в преподавании физики: пример проектно-лабораторной работы

В настоящее время процесс преподавания физики активно совершенствуется за счёт широкого внедрения современных образовательных технологий. В соответствии с требованиями времени особенно важно развивать у обучающихся исследовательские и научно-аналитические способности, сочетая их теоретические знания с практической деятельностью. В статье рассматриваются пути эффективного использования современных технологий, включая STEM-технологии, в процессе преподавания физики. Основная цель работы — закрепление теоретических знаний обучающихся посредством практической деятельности и объяснение взаимосвязи между наукой, технологией, инженерией и математикой. В ходе занятий у обучающихся развиваются исследовательские, творческие способности, а также навыки командной работы и критического мышления. Проведённое педагогическое исследование показало, что использование STEM-подхода способствует повышению интереса обучающихся к физике и улучшению качества образования.

*Ключевые слова:* физика, новые технологии, интегрированное обучение по технологии STEM, учебные эксперименты, исследовательские навыки.

Zh.R. Shalanova, S.N. Nurkasymova, Zh.T. Kambarova

## Using stem technologies in physics education: an example of a project-laboratory activity

At present, the process of teaching physics is actively improving through the widespread implementation of modern educational technologies. In accordance with current requirements, it is especially important to develop students' research and analytical abilities by combining their theoretical knowledge with practical activities. The article explores effective ways of using modern technologies, including STEM technologies, in the teaching of physics. The main goal of the work is to reinforce students' theoretical knowledge through practical activities and to explain the interconnection between science, technology, engineering, and mathematics. During the lessons, students develop research, creative, teamwork, and critical thinking skills. The conducted pedagogical study has shown that the use of the STEM approach contributes to increasing students' interest in physics and improving the quality of education.

**Keywords:** physics, new technologies, integrated STEM education, experimental learning, research skills.

### References

- 1 Boribekova, F.B., & Zhanatbekova, N.Zh. (2014). *Qazirgi zamangy pedagogikalyk tekhnologiyalar: oqulyq* [Modern pedagogical technologies: Textbook]. Almaty [in Kazakh].
- 2 (2022). Y. Altynsarin atyndagy Ultyq bilim akademiiasy. Bilim beru uderisinde SMART-tekhnologiialardy qoldanu boiynsha adistemelik usynymdar [Y. Altynsarin National Academy of Education. Methodological recommendations on the use of SMART technologies in education]. *uba.edu.kz*. Nur-Sultan. Retrieved from <https://uba.edu.kz> [in Kazakh].
- 3 Usembayeva, I., Kurbanbekov, B., Ramankulov, Sh., Batyrbekova, A., Kelesbayev, K., & Akhanova, A. (2024). 3D modeling and printing in physics education: The importance of STEM technology for interpreting physics concepts. *Qubahan Academic Journal*, 4(3), 45–58. <https://doi.org/10.48161/qaj.v4n3a727>
- 4 Li, Y., Xiao, Y., Wang, K., Zhang, N., Pang, Y., Wang, R., Qi, Ch., Yuan, Zh., Xu, J., Nite, S.B., & Star, J.R. (2022). A systematic review of high-impact empirical studies in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 9(72), 18. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00389-1>
- 5 Dung, T.M., Huong, V.N.T., & Nga, N.T. (2020). Teachers and STEM education: Collaboration across disciplines and implementation of lessons in two subject areas. *Universal Journal of Educational Research*, 8(9), 4122–4128. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080938>
- 6 Iztleuova, A.A. (2021). *Oqushylardyn funktsionaldyq sauattylygyn qalyptastyrudagy STEM tekhnologiyasy* [STEM technology in the development of students' functional literacy]. Aktobe: "Orleu" BAUO AQ filialynyn baspa bolimi. *library.orleu-edu.kz*. Retrieved from <https://library.orleu-edu.kz/product/оқушылардың-функционалдық-сауаттыл-2/> [in Kazakh].
- 7 Honey, M.A., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- 8 Dugger, W.E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *Knowledge in Technology Education: Proceedings of the 6th Biennial International Conference on Technology Education: Volume One (TERC 2010)*. Griffith Institute for Educational Research. Retrieved from <https://search.informit.org/doi/10.3316/informit.731822911107720>
- 9 Margot, M., & Kettler, J. (2019). Teachers' perception of STEM integration and education: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>
- 10 Isaev, G.I., Yusupova, D.Zh., & Isaev, A.I. (2023). Biologiia paninde STEM-tekhnologiialaryn zhuzege asyru arqyly oqushylardyn izdenushilik dagdysyn qalyptastyru [Forming students' research skills by implementing stem technologies in the subject of biology]. «Qazaqstan Respublikasy Ultyq Gylm akademiiasy» *RQB Khabarshysy — The Bulletin of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan*, 6 (406), 154–168. Retrieved from <https://journals.nauka-nanrk.kz/bulletin-science/article/download/6041/4199/15058> [in Kazakh].
- 11 Zhusupkalieva, G., Kuanbayeva, B., & Rakhmetov, M. (2024). STEM-tekhnologiiasyn zhuzege asyru zhane damytuda fizika mugalimderinin daiyndygyn zertteu maseleleri Problems of studying the training of physics teachers in the implementation and development of STEM technology. *Kh. Dosmukhambetov atyndagy Atyrau universitetinin khabarshysy — Bulletin of the Khalel Dosmukhamedov Atyrau University*, 3(74), 170–178. <https://doi.org/10.47649/vau.24.v74.i3.15> [in Kazakh].
- 12 Bunyamin, M.A., Talib, C.A., Ahmad, N.J., Ibrahim, N.H., & Surif, J. (2020). Current teaching practice of physics teachers and implications for integrated STEM education. *Universal Journal of Educational Research*, 8, 5A, 18–28. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081903>
- 13 Haddad, N., McWilliams, H., & Wagoner, P. (2015). NASA Engineering Design Challenges: Spacecraft Structures, 78. *nasa.gov*. Retrieved from [https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/engineering\\_challenge\\_spacecraft\\_structures\\_2021.pdf](https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2015/04/engineering_challenge_spacecraft_structures_2021.pdf)

---

**Information about the authors**

**Shalanova, Zh.R.** — Master, PhD student, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; e-mail: sholanka@mail.ru, ORCID ID: 0009-0001-1375-7921

**Nurkasymova, S.N.** — Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of General and Theoretical Physics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; e-mail: SauleNurkasim@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-9835-6862

**Kambarova, Zh.T. (contact person)** — PhD, Professor, Buketov Karaganda National Research University; Karaganda, Kazakhstan; e-mail: kambarovazht@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9808-5484