

ӘОЖ 37.1174; МҒТАР 29.01.45

<https://doi.org/10.47526/2025-1/2664-0686.176>Е. ДОСЫМОВ¹, А. УАЛИХАН², А. БӘКІРЖАНҚЫЗЫ³¹PhD, Ферғана политехникалық институтының доценті м.а.,Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университетінің аға оқытушысы
(Өзбекстан, Ферғана қ.), (Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: dosymovymurat@gmail.com²Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университетінің PhD докторанты
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: almagul.ualikhan@ayu.edu.kz³М. Әуезов ат. Оңтүстік Қазақстан университетінің аға оқытушысы
(Қазақстан, Шымкент қ.), e-mail: Bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com**«АТОМ ФИЗИКАСЫ» КУРСЫН STEM БІЛІМ БЕРУ НЕГІЗІНДЕ ОҚИТУ
ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ**

Аңдатпа. Білім беру жүйесінде «Атом физикасы» курсы дәстүрлі түрде оқыту теориялық түрде терең оқытылса да, тәжірибе жүзінде қолданылуы жеткіліксіз болуы мүмкін. Білім алушылардың «Атом физикасы» курсы оқытуда STEM (ғылым, технология, инженерия және математика) әдістемесін қолдану арқылы курсы менгеру тиімділігі артып, теорияларды тәжірибе жүзінде қолданып, нақты өмірде пайдалануды үйренеді. STEM негізінде оқыту өте өзекті, себебі бұл әдістеме арқылы білім алушылар атомдық және субатомдық процестерді тереңірек түсіне алады. Бұл зерттеу жұмысының мақсаты – «Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқыту әдістерін талдау және білім алушылардың зерттеушілік қабілеттерін дамытудағы тиімділігін анықтау. Сонымен қатар, атом физикасын STEM білім беру негізінде оқыту білімінің сапасын арттырудағы әсерін анықтау. Әдеби шолуға PRISMA әдісі және әдебиеттердің нәтижелерінің тиімділігі мен сенімділігін анықтау үшін метаталдау әдісі қолданылды. Білім алушылардың «Атом физикасы» курсы бойынша STEM білім беру негізінде оқыту туралы көзқарасын анықтау үшін, жоғары оқу орнындағы білім алушыларынан сауалнама алынды. Сауалнама нәтижесіне математикалық-статистикалық талдау әдісі қолданылды. Гипотезаны тексеру G*Power бағдарламалық құралы арқылы жүзеге асырылды. STEM білім беру негізінде «Атом физикасы» курсы оқыту білім алушылардың осы курсқа деген қызығушылығы артты. Білім алушылардың креативті ойлау қабілеті және зерттеушілік қабілеттері тиімді түрде дамығаны байқалды.

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

***Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:**

Досымов Е., Уалихан А., Бәкіржанқызы А. «Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқыту тиімділігін зерттеу // Ясауи университетінің хабаршысы. – 2025. – №1 (135). – Б. 432–443. <https://doi.org/10.47526/2025-1/2664-0686.176>

***Cite us correctly:**

Dosymov Y., Ualihan A., Bakirjankyzy A. «Atom fizikasy» kursyn STEM bilim беру negizinde oqytu tiimdiligin zertteu [Research on the Effectiveness of Teaching the Course «Atomic Physics» Based on STEM Education] // Iasau universitetinin habarshysy. – 2025. – №1 (135). – B. 432–443. <https://doi.org/10.47526/2025-1/2664-0686.176>

Мақаланың редакцияға түскен күні 06.10.2024 / қабылданған күні 30.03.2025

Ү. Dosymov¹, А. Ualikhan², А. Bakirzhankyzy³

¹PhD, Acting Associate Professor of the Ferghana Polytechnic Institute,
Senior Lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Uzbekistan, Ferghana), (Kazakhstan, Turkistan), e-mail: dosymovyelmurat@gmail.com
²PhD Doctoral Student of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: almagul.ualikhan@ayu.edu.kz
³Senior Lecturer of M. Auezov South Kazakhstan University
(Kazakhstan, Shymkent), e-mail: Bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com

Research on the Effectiveness of Teaching the Course «Atomic Physics» Based on STEM Education

Abstract. Although the traditional teaching of the course “Atomic Physics” in the educational system is theoretically taught in depth, practical application may be insufficient. By applying the STEM methodology (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) when teaching the course “Atomic Physics”, students become more effective in mastering the subject, learn to apply theories in practice and real-life situations. STEM-based learning is very relevant because this methodology, students can gain a deeper understanding of atomic and subatomic processes. The purpose of this research is to analyze the methods of teaching the course “Atomic Physics” based on STEM education and to determine its effectiveness in developing the research abilities of students. In addition, it aims to identify the impact of atomic physics on improving the quality of STEM-based education. The literature review used the PRISMA method and the meta-analysis method to determine the effectiveness and reliability of the reviewed literature. To determine the students’ attitudes toward STEM-based learning education in the course “Atomic Physics”, a survey of university students was conducted. The mathematical and statistical analysis method was used to analyze the survey results. Hypothesis testing was carried out using G*Power software. Teaching the course “Atomic Physics” based on STEM education has enhanced the students’ interest in this course. It was noted that students effectively developed creative thinking and research abilities.

Keywords: Atomic physics, STEM education, creativity, experience, learning effectiveness, students.

Е. Досымов¹, А. Уалихан², А. Бакиржанкызы³

¹PhD, и.о. доцента Ферганского политехнического института, старший преподаватель
Международного казахско-турецкого университета им. Ходжи Ахмеда Ясави
(Узбекистан, г. Фергана), (Казахстан, г. Туркестан), e-mail: dosymovyelmurat@gmail.com
²PhD докторант Международного казахско-турецкого университета им. Ходжи Ахмеда Ясави
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: almagul.ualikhan@ayu.edu.kz
³старший преподаватель Южно-Казахстанского университета им. М. Ауезова
(Казахстан, г. Шымкент), e-mail: Bakirzhankyzy.aigerim@gmail.com

Исследование эффективности преподавания курса «Атомная физика» на основе STEM-образования

Аннотация. Хотя традиционное преподавание курса «атомная физика» в системе образования теоретически преподается глубоко, практического применения может быть недостаточно. Применяя методологию STEM (наука, технология, инженерия и математика) при преподавании курса «Атомная физика», обучающиеся становятся более эффективными в освоении курса, учатся применять теорию на практике и в реальной жизни. Обучение на основе STEM очень актуально, потому что с помощью этой методологии учащиеся могут глубже понять атомные и субатомные процессы. Целью данной исследовательской работы

является анализ методов обучения курсу «Атомная физика» на основе STEM-образования и определение эффективности в развитии исследовательских способностей обучающихся. Также определение влияния обучения атомной физики на основе STEM на повышение качества преподавания. В литературном обзоре для определения эффективности и достоверности результатов источников использовались метод PRISMA и метод метаанализа. Для выявления отношения обучающихся к обучению на основе STEM-образования по курсу «Атомная физика» было проведено анкетирование среди обучающихся вузов. Применен метод математико-статистического анализа результатов опроса. Проверка гипотез проводилась с помощью программного обеспечения G*Power. Обучение курсу «Атомная физика» на базе STEM-образования повысило интерес обучающихся к данному курсу. Наблюдалось эффективное развитие творческого мышления и исследовательских способностей у обучающихся.

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

Кіріспе

STEM білім беру білім алушылардың сыни ойлау, шығармашылық ойлау қабілеттерімен дайындауға бағытталған жаратылыстану, технология, инженерия және математиканы оқытуға негізделген оқу жоспарын білдіреді [1]. STEM білім беру мұғалімдерді жаңа технологияларды қолдануға, ғылыми жобаларға және эксперименттерге бағыттай отырып оқу процесін байытады [2]. Соңғы онжылдықта STEM білім берудің кең таралуы және оның бүкіл әлемде белсенді түрде зерттелуі техникалық білім беру сапасын арттыру қажеттілігімен және технологиялық прогрестің үнемі өсіп келе жатқан қарқынымен түсіндіріледі [3].

STEM білім берудің қарқынды дамуы қазіргі уақытта STEM білім берудің өзектілігін арттыра түсуде. STEM білім беру заманауи оқыту тәсілдерін қолданып, білім алушыларды пәнаралық байланыстың көмегімен ғылыми зерттеу дағдылары және басқа да дағдыларды дамыту арқылы ерекшеленеді.

Физиканы оқытуда STEM-PjBL әдісін қолдану білім алушылардың академиялық жетістіктерін арттыра алады. Сондай-ақ STEM салаларының байланысын күшейте отырып, білім деңгейін арттыруда маңызды рөл атқарады [4].

В. Онсим және К. Чанпраст өз зерттеулерінде STEM тәсілін физика пәнін оқытуда қолдану арқылы білім алушылардың сыни ойлау қабілеттерін дамыту және оларды күрделі ғылыми проблемаларды шешуге бағыттау жолдарын зерттейді. Бұл мақала STEM білім берудің физикадағы күрделі тақырыптарды, соның ішінде электростатиканы оқытуда сыни ойлау дағдыларын дамытудағы маңызын көрсетеді. STEM тәсілі арқылы білім алушылардың білімдерін практикада қолдану және сыни тұрғыдан ойлау қабілеттерін жетілдіру мүмкіндіктері арта түседі [5].

Видаянти, А. Абдурахман, А. Суятна STEM әдістемесі арқылы физика пәнін оқытуды жетілдіру мақсатында мұғалімдер мен білім алушылардың пікірлерін талдау және оқу материалдарын әзірлеу процесін оңтайландыруға бағытталған зерттеу жүргізді. Бұл мақала STEM білім беру тәсіліне негізделген болашақ физика пәнінің оқу материалдарын әзірлеу барысында мұғалімдер мен білім алушылардың қабылдауын талдай отырып, STEM тәсілінің білім беру сапасын жақсарту үшін қаншалықты маңызды екенін көрсетеді [6].

Г. Касианова STEM білім беру арқылы болашақ физика мұғалімдерінің техникалық ойлауын қалыптастыру мәселесін қарастырады. Сондай-ақ STEM білім берудің болашақ мұғалімдердің кәсіби дайындықтарында техникалық ойлау қабілеттерін дамытудағы рөлін және бұл қабілетті дамыту үшін қандай әдістемелік тәсілдер қолданылуы қажет екенін

зерттейді. Бұл зерттеуде STEM білім беру болашақ мұғалімдерге техникалық ойлау қабілеттерін дамытуға үлкен мүмкіндік беретіні көрсетіледі [7].

Демек, физиканың бөлімдері бойынша STEM білім беруді қолдану білім алушылардың ғылым мен технология, инженерия және математика салаларындағы байланыстарды түсінуін тереңдетуге мүмкіндік береді. Бұл әдіс арқылы білім алушылар физиканың заңдарын тек теориялық тұрғыдан ғана емес, сонымен қатар практикалық тапсырмалар мен жобалар арқылы меңгереді, нәтижесінде олардың шығармашылық және зерттеушілік дағдылары дамиды.

Атом, ядро және кванттық физика курсы оқытуда да STEM білім беруді қолдану тек теориялық біліммен шектелмей, физикалық құбылыстарды тәжірибелік жолмен зерттей отырып, қазіргі заманғы технологияларды қолдана алады.

Лаура Маркус STEM әдісін пайдаланып, орта мектепте кванттық физиканы оқыту үшін оқу модулін әзірлеу қажеттілігін зерттейді. Зерттеу нәтижелері кванттық физика пәнін STEM әдісімен оқыту қажеттілігін көрсетеді және бұл әдістің білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын, білім сапасын арттыруға көмектесетінін растайды. Оқу модулін әзірлеу барысында STEM интеграциясы білім алушылардың дағдыларын дамытуға және ғылыми түсініктерін жақсартуға мүмкіндік беретіндігін айқындады [8].

Бұл зерттеу STEM әдісін атом физикасында қолдануға бағытталған заманауи әдістердің бірі Articulate Storyline 3 бағдарламалық қамтамасыз етуді пайдаланып, атом құрылымы мен периодтық жүйе бойынша цифрлық оқыту материалдарын әзірлеуді қарастырды. Articulate Storyline 3 негізінде жасалған цифрлық материалдар білім алушылардың атом құрылымы және периодтық жүйе туралы түсініктерін жақсартуға мүмкіндік берді. Білім алушылардың теориялық білімдерін қолданбалы түрде зерттеу қабілеттері артқанын зерттеу нәтижелері көрсетті [9].

Физиканың атомдық зерттеулерін STEM білім беру жүйесіне енгізудің маңызды екендігін көрсетеді. Бұл зерттеуде STEM білім беруде қолданылатын әдіс-тәсілдер және оларды атом физикасын түсіндіруде қалай пайдалану керектігі сипатталады. Атап айтқанда, PhET симуляциялары сияқты интерактивті құралдар арқылы білім алушылар күрделі ұғымдарды жақсы меңгеретіндігін көрсетті [10].

Дәл осы себептен де «Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқыту өз кезегінде маңызды қадам болып табылады. Өйткені бұл әдіс білім алушылардың теориялық білімді практикамен байланыстырып, ғылым, технология, инженерия және математика салаларындағы дағдыларын қалыптастыруға көмектеседі. Атом физикасы күрделі және абстрактілі пән болғандықтан, STEM әдістерін қолдану білім алушыларға нақты мысалдар мен тәжірибелер арқылы күрделі ұғымдарды меңгеруді жеңілдетеді.

Зерттеу әдістері мен материалдар

Зерттеу жұмысы барысында ғылыми еңбектерге және ғылыми жұмыстарға талдау жасалынды. «Атом физикасы», «STEM білім беру», «зерттеушілік қабілет», «тәжірибе» деген кілт сөздер пайдаланып, ғылыми еңбектер белгілі критерийлермен таңдап алынды. Алынған зерттеу жұмыстарының нәтижелерінің тиімділігін арттыру үшін метаталдау жүргізілді.

Ғылыми зерттеулердің әдістемелік айқындығын және нәтижелердің дәлдігін жақсарту үшін PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) декларациясы бар екенін ескере отырып, әдебиеттерге талдау үдерісі декларацияға сай етіліп жасалынды. Тек сапалы және талаптарға сай келетін зерттеулер таңдалды. Талдау кезінде таңдалынған ғылыми жұмыстар халықаралық журналдардан алынды.

Әдебиет көздерінен алынған мәліметтердің жиынтығын бағалау үшін мета-талдау әдісі қолданылды, бұл тәсіл әртүрлі зерттеулердің нәтижелерін біріктіріп, ортақ қорытындылар

жасауға мүмкіндік берді. Ең алдымен стандартталған орташа айырмашылық әсер мөлшерін анықтап алдық, ол (1) өрнекте көрсетілген.

$$\text{Standardized difference} = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S} \tag{1}$$

мұндағы, S – орташа мәнді анықтаудағы ең қажетті параметр ортақ стандартты ауытқу. Ол екі нәтиженің стандартты ауытқуынан шығады, (2) өрнекте көрсетілген.

$$S = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \tag{2}$$

Comprehensive Meta-Analysis 4.0 бағдарламасына қажетті деректерді еңгізіп, метаталдау нәтижесін аламыз. Деректердің болжау аралығын есептеуге Microsoft Office Excel (Ms-Excel) 2010 пайдаландық.

Зерттеу процесінің келесі кезеңінде «Атом физикасы» курсының STEM негізінде оқытуға байланысты білім алушылардың көзқарастарын анықтау мақсатында сауалнама жүргізілді. Сауалнама сұрақтары оқыту әдістемесінің тиімділігін, білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын және STEM арқылы оқытудың практикалық маңыздылығын анықтауға бағытталды. Жиналған сауалнама мәліметтері математикалық-статистикалық талдау әдістері арқылы өңделді. Бұл талдау әдістері сауалнамадан алынған деректерді жүйелеп, олардың мәнін сандық түрде бағалауға мүмкіндік берді. Осы талдау нәтижесінде студенттердің STEM негізіндегі оқытуға қатысты пікірлері мен олардың оқыту тиімділігі туралы қорытындылар шығарылды. Сауалнама сұрақтары 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте – Сандық зерттеу әдістеріне байланысты сауалнама сұрақтары

№	Сауалнама сұрақтарының тізімі	Бағалау				
		1	2	3	4	5
1	«Атом физикасы» курсының STEM негізінде оқыту тақырыпты түсінуді жеңілдетеді деп ойлайсыз ба?	1	2	3	4	5
2	STEM әдістерін қолдану атом физикасын оқытуды қызықты етеді деп санайсыз ба?	1	2	3	4	5
3	Атом физикасын STEM негізінде оқыту сіздің шығармашылық және инновациялық ойлау қабілеттеріңізді арттырады деп ойлайсыз ба?	1	2	3	4	5
4	Практикалық зертханалық жұмыстарды STEM тәсілімен орындау физиканы түсінуге көмектеседі деп есептейсіз бе?	1	2	3	4	5
5	STEM білім беру атом физикасын күнделікті өмірмен байланыстыруды жеңілдетеді деп ойлайсыз ба?	1	2	3	4	5
6	«Атом физикасы» курсының STEM негізінде оқу барысында физикадан алған білімдеріңізді басқа ғылым салаларында қолдану мүмкіндігі артады деп ойлайсыз ба?	1	2	3	4	5
7	STEM білім беру әдістері атом физикасын оқытудағы күрделі ұғымдарды түсінуді жеңілдетеді деп санайсыз ба?	1	2	3	4	5
8	«Атом физикасын» STEM негізінде оқу болашақ кәсіби қызметіңізде пайдалы болады деп ойлайсыз ба?	1	2	3	4	5
9	STEM элементтерін қолдану топтық жұмыс дағдыларын дамытуға септігін тигізеді деп есептейсіз бе?	1	2	3	4	5
10	«Атом физикасын» STEM білім беру негізінде оқыту оқуға деген ынтаңызды арттырады деп санайсыз ба?	1	2	3	4	5
11	STEM тәсілімен атом физикасын оқыту нәтижесінде сіздің логикалық ойлау қабілеттеріңіз жақсарады деп ойлайсыз ба?	1	2	3	4	5
12	«Атом физикасын» STEM элементтерімен оқыту физикадағы эксперименттерді орындау дағдыларын дамытады деп санайсыз ба?	1	2	3	4	5
13	STEM білім беру атом физикасының нақты өмірдегі қолданбалы аспектілерін тереңірек түсінуге ықпал етеді деп есептейсіз бе?	1	2	3	4	5

Білім алушылар сұрақтарға 1-ден 5-ке дейінгі шкала бойынша жауап берді.

Зерттеу барысында гипотезаны тексеру үшін G*Power бағдарламалық құралы қолданылды. Бұл құрал гипотезаны дәлелдеу немесе жоққа шығару үшін қажетті статистикалық мағлұматтарды анықтайды. Бағдарлама зерттеу нәтижелерінің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етуге көмектесіп, алынған мәліметтерге сәйкес гипотезаның шынайылығын бағалауға мүмкіндік берді.

H_{01} —: «Атом физикасы» курсы STEM білім беру әдістемесі негізінде оқыту білім алушылардың оқу жетістіктеріне, физикалық құбылыстарды түсіну деңгейіне және пәнге деген қызығушылығына айтарлықтай әсер етпейді.

H_{02} —: «Атом физикасы» курсы STEM білім беру әдістемесіне негізделіп оқытылса, онда білім алушылардың пәнді меңгеру деңгейі, ғылыми зерттеу дағдылары және физикаға деген қызығушылығы едәуір артады.

Талдау мен нәтижелер

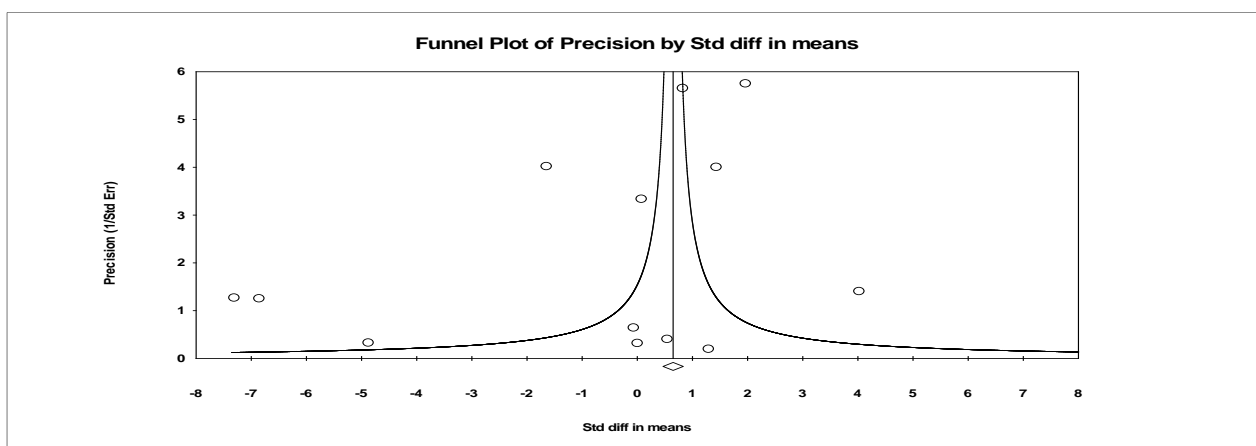
Мета-талдау – барлық тиісті әдебиеттерді жүйелі түрде анықтау және зерттеу сұрақтарына жауап беру үшін қол жетімді деректерді біріктірілген түрде статистикалық талдау арқылы осы кедергіні еңсеруге бағытталған әдіс болып табылады [11]. Ғылыми әдебиеттерден алынған деректер кесте түрінде жинақталды (2-кесте).

2-кесте – Ғылыми әдебиеттерден алынған деректер бойынша мета-талдау нәтижелері

№	Study name	Std diff means	Sstandard error
1	Ademola et.al. (2023)	4,03	0,714
2	Wisudawati (2018)	1,3	5,156
3	Sasikumar et.al. (2022) 1	-6,85	0,8
4	Sasikumar et.al. (2022) 2	-7,303	0,79
5	Ayu et.al. (2021)	-4,87	3,089
6	Ubben et.al. (2022) 1	0,83	0,177
7	Ubben et.al. (2022) 2	1,97	0,174
8	Tuyizere et.al. (2023)	-1,64	0,249
9	Erlina et.al. (2022) 1	-0,06	1,565
10	Erlina et.al. (2022) 2	0,01	3,172
11	Fayanto et.al. (2019)	0,55	2,5
12	Veith et.al. (2023) 1	0,082	0,3
13	Veith et.al. (2023) 2	1,44	0,25

Алынған нәтижелерді Comprehensive Meta-Analysis 4.0. бағдарламалық құралына енгізу арқылы қорытынды ала аламыз. Ең бірінші қорытынды шұңқыр сызбасы (Funnel plot) арқылы анықталды. Шұңқыр сызбалары мета-талдаулардағы жарияланымның ықтимал ауытқуларын зерттеу үшін қажетті параметр [12]. Біздің ғылыми әдебиеттердің деректерінің нәтижесіндегі шұңқыр сызбасы 1-суретте көрсетілген.

Ғылыми еңбектердің нәтижелеріне мета-талдаудың қорытындысын Forest plot (орман учаскесі) құралы арқылы ала аламыз. Орман учаскелері жеке зерттеулер мен жинақталған талдаулардың нәтижелерін көрсету үшін қолданылатын мета-талдаулардағы маңызды графикалық әдіс болып табылады [13]. Орман учаскесінің нәтижесінде гипотезаларды тексерумен қатар тағыда басқа нәтижелерге қол жеткізе аламыз (2-сурет). Ол нәтижелер бізге зерттеуіміздің мақсатына бір табан жақындауға мүмкіндік береді.



1-сурет – Жарияланымның ықтимал ауытқуларының нәтижесі (шұжыр сызбасы)

Model	Study name	Statistics for each study							Std diff in means and 95% CI				
		Std diff in means	Standard error	Variance	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value	-1,00	-0,50	0,00	0,50	1,00
	Ademola	4,030	0,714	0,510	2,631	5,429	5,644	0,000					
	Wisudawati	1,300	5,156	26,584	-8,806	11,406	0,252	0,801					
	Sasikumar	-6,850	0,800	0,640	-8,418	-5,282	-8,563	0,000					
	Sasikumar	-7,303	0,790	0,624	-8,851	-5,755	-9,244	0,000					
	Ayu et.al.	-4,870	3,089	9,542	-10,924	1,184	-1,577	0,115					
	Ubben et.al.	0,830	0,177	0,031	0,483	1,177	4,689	0,000					
	Ubben et.al.	1,970	0,174	0,030	1,629	2,311	11,322	0,000					
	Tuyizere	-1,640	0,249	0,062	-2,128	-1,152	-6,586	0,000					
	Erlina et.al.	-0,060	1,565	2,449	-3,127	3,007	-0,038	0,969					
	Erlina et.al.	0,010	3,172	10,062	-6,207	6,227	0,003	0,997					
	Fayanto	0,550	2,500	6,250	-4,350	5,450	0,220	0,826					
	Veith et.al.	0,082	0,300	0,090	-0,506	0,670	0,273	0,785					
	Veith et.al.	1,440	0,250	0,063	0,950	1,930	5,760	0,000					
Fixed		0,650	0,094	0,009	0,466	0,833	6,942	0,000					

2-сурет – Деректер нәтижесінде мета талдаудың график түріндегі көрінісі

Талдау он үш зерттеуге негізделген. Әсер мөлшерінің индексі – стандартталған орташа айырмашылық (d).

Ортақ әсер мөлшері қандай?

Бұл зерттеулер үшін ортақ әсер мөлшері 0,650, 95% сенім интервалы 0,466-дан 0,833-ке дейін. Осы популяциядағы әсер мөлшері осы интервалдың кез келген жерінде болуы мүмкін.

Z-мәні нөлге тең ортақ әсер мөлшері туралы нөлдік гипотезаны тексереді. Z-мәні 6,942, $p < 0,001$. Альфа критерийі 0,050 болғанда, біз нөлдік гипотезаны қабылдамаймыз және осы популяцияда әсер мөлшері нөлге дәл сәйкес келмейтінін қорытындылаймыз.

Гетерогенділікке арналған Q-тесті

Q-статистика талдаудағы барлық зерттеулер ортақ әсер мөлшерімен бөліседі деген нөлдік гипотезаны тексеруді қамтамасыз етеді. Егер барлық зерттеулер шынайы әсер мөлшерін бөліссе, Q мәні еркіндік дәрежелеріне (зерттеулер саны минус 1) тең болар еді. Q мәні 371,840, еркіндік дәрежесі 12, $p < 0,001$. Альфа критерийі 0,100 болғанда, біз барлық зерттеулерде шынайы әсер мөлшері бірдей деген нөлдік гипотезаны қабылдамаймыз.

Comprehensive Meta-Analysis 4.0 бағдарламасы берген нәтижелерден мынадай қорытындыға келе аламыз. Мета-талдау нәтижелері STEM білім беру бағдарламаларының «Атом физикасы» курсының оқытудағы әсерінің жоғары тиімділігі көрсетеді. Бұл білім алушылардың теориялық білімдерін, практикалық дағдылармен ұштастыра отырып,

зерттеушілік, шығармашылық, проблемаларды шешу дағдыларын дамытуға ықпал етеді. Сондықтан, STEM білім беру бағдарламаларын кеңінен енгізу және қолдану ұсынылады.

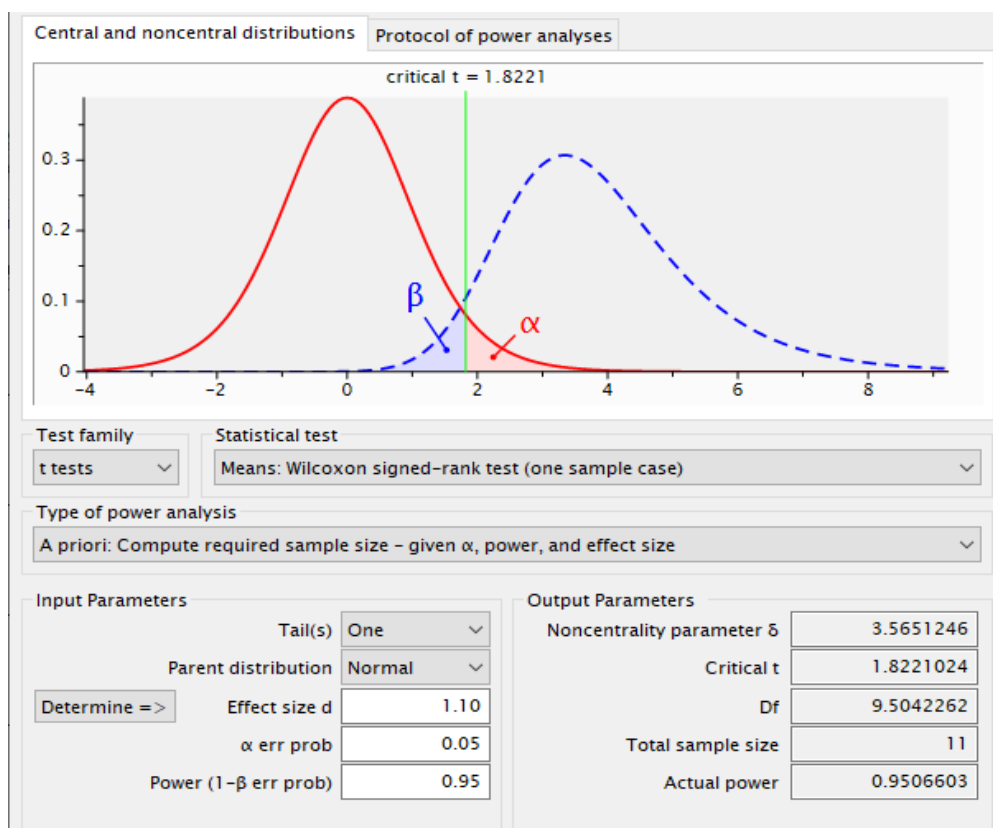
«Атом физикасы» курсының STEM білім беру негізінде оқытудың білім алушыларға әсері

Бұл зерттеу Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінде жүргізілді. Жалпы 80 білім алушы қатысты. 80 білім алушы «Жаратылыстану ғылымдары» факультетінде білім алатын білім алушылар екені белгілі болды. 6B01510-Физика бағдарламасы бойынша 30, 6B05348-Физика бағдарламасы бойынша 30, 7M05325-Физика бағыты бойынша 14, 8D01510-Физика бағыты бойынша 4, басқа бағдарлама бойынша 2 білім алушы өз пікірлерін білдірді. Курсты STEM білім беру негізінде оқытудың әсерін бағалауда сауалнама әдісі қолданылды. Сауалнама нәтижесі математикалық-статистикалық талдау жасауға мүмкіншілік берді. Сауалнама нәтижесіне математикалық-статистикалық талдау бір сауалнама үшін t тесті (one sample case) арқылы анықталды. Сауалнама нәтижесі 3-кестеде көрсетілген.

3-кесте – Деректер нәтижесі

Санат	n	M	SD	SEM	df	t	p
	80	4,134	0,122	0.017	79	7,84	0.0001

*M – арифметикалық орта; SD – стандартты ауытқу; SEM – стандартты қателік; df – еркіндік дәрежесі; Орташа айырмашылық $p \leq 0,05$ кезінде маңызды.



3-сурет – G*Power бағдарламасы арқылы гипотезалардың қорытындысы

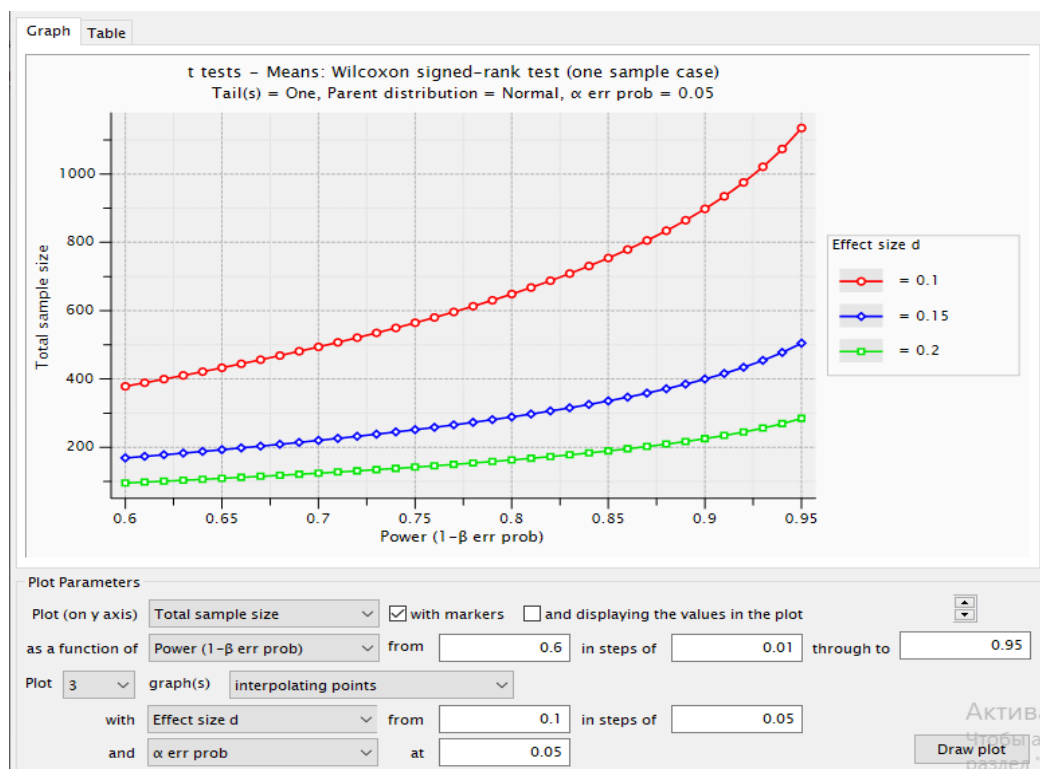
Білім алушылардың көзқарасы бойынша сауалнама нәтижесінің статистикалық маңыздылығы болды: $t(79)=7,84$. $p < 0,05$ яғни, нөлдік гипотезаны қабылдау үшін жеткілікті дәлелдер бар екенін көрсетеді.

Нөлдік гипотезаны сенімді түрде қабылдамау үшін G*Power бағдарламалық құралы арқылы тексерілді.

G*Power бағдарламалық құралын қолдану барысында бір реттік сауалнама үшін t тесті (one sample case) таңдап алынып, A priori: Compute required sample size – given α , power, and effect size бағыты қолданылды. Сауалнама нәтижесінің деректерін пайдалану арқылы әсер мөлшерін есептеп алдық, әсер мөлшерінің нәтижесі 1,10 мәніне тең болды. Әсер мөлшерін бағдарламаға енгізу арқылы t тестінің сыни мәні анықталды (3-сурет).

Гипотезаларды тексеру мақсатында сыни мән мен статистикалық мәннің нәтижелерін салыстырамыз. t критикалық мәні 1,821 мәніне тең. Сауалнама нәтижесінде t статистикалық мәні 7,84 мәніне тең. Бұл дегеніміз $t_{cr}(1,821) < t_s(7,84)$. Нөлдік гипотезаны қабылдау үшін жеткілікті дәлелді көрсете аламыз.

Сондай-ақ, G*Power бағдарламасы STEM білім беруден кейінгі қуат мөлшері мен әсер мөлшерінің (үш деңгейі бойынша) байланысы арасындағы график қорытындысын көрсетеді. График 4-суретте көрсетілген.



4-сурет – Зерттеуден кейінгі қуат деңгейі мен әсер мөлшерінің байланысы арасындағы график

G*Power бағдарламалық құралын қолдану арқылы сенімді түрде «Атом физикасы» курсы оқытуда STEM білім берудің әсерінің ықпалы мол екендігін айта аламыз.

«Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқытудың әдістемелік ерекшеліктері

«Атом физикасы» курсы оқытуда STEM білім беруді енгізу арқылы білім алушыларға жаңа тәсілдер енгізуге болады. STEM тәсілдерін енгізу арқылы жаңа технологиялар мен заманауи әдістерді қолдана отырып, физиканы тиімді оқытуына мүмкіндік береді. Атом физикасын STEM негізінде оқытудың негізгі әдістемелік ерекшеліктерін төмендегідей бөліп көрсетуге болады:

- Пәндік интеграция: атом физикасын оқытуда физикамен қатар математика, химия, инженерия байланыстырыла оқытылады;
- Практикалық тәжірибелер: жаңа білім беру технологиялары арқылы атом және атом спекторы секілді радиоактивті заттардың қасиеттерін бақылау;
- Жобалық оқыту әдістемесі: бұл әдіс білім алушыларды ғылыми зерттеуге және сыни ойлау қабілеттерін дамытады;
- Зерттеушілік дағдыларын дамыту: ғылыми зерттеу жүргізі және нәтижелерді түсіндіріп, қорытынды шығаруға бейімдейді;

«Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқытудың бағдарламалық мақсаты:

- Білім алушыларға атомдық құрылым, ядролық реакциялар, радиация және кванттық құбылыстар сияқты негізгі ұғымдарды STEM тәсілдері арқылы тереңдетіп түсіндіру;
- Бағдарлама білім алушыларға зерттеу әдістерін игеруге, тәжірибелерді жоспарлап, оларды жүргізуге және нәтижелерді талдау дағдыларын қалыптастыруға, зерттеушілік және жобалық жұмыстарға бағыттау;
- STEM білім беруі мен атом физикасы ұғымдарын түсіндіруде математикалық модельдеу мен есептеулерді қолдану дағдыларын дамыту;
- Бағдарлама STEM тәсіліндегі мультимедиалық ресурстар, виртуалды зертханалар және 3D модельдеу сияқты технологияларды тиімді қолдануды мақсат етеді, бұл оқушыларға абстрактілі ұғымдарды нақтылай қолдануға мүмкіндік береді;
- Инженерлік ойлау және мәселе шешу, олардың креативтілік пен инновациялық шешімдер табу дағдыларын қалыптастыру;
- STEM тәсілі негізінде оқушыларды топтық және коллаборативті жұмысқа баулу, топтық және бірлескен жұмыс;
- Атом физикасымен байланысты экологиялық мәселелерді және ядролық технологияның қауіпсіздік аспектілерін түсіндіру;
- STEM саласындағы болашақ мүмкіндіктерді зерттеу, STEM бағытындағы инновациялар мен жобалар арқылы оқушылардың өз болашағын осы саламен байланыстыруына жағдай жасалады.

«Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқытуда жоғарыда көрсетілген педагогикалық технологияларды пайдалану арқылы білім алушылардың оқу үдерісін тиімді әрі жан-жақты ұйымдастыруға мүмкіндік береді. Бұл педагогикалық технологияларды қолдану арқылы осы курсты меңгеріп шыққан білім алушылардан күтілетін нәтижелер:

- Ғылыми ұғымдарды терең меңгереді;
- Зерттеушілік дағдыларды қалыптастырады;
- Креативті, сыни ойлау, мәселелерді шешу қабілеттері қалыптасады;
- STEM саласындағы кәсіби қызығушылығы артады.

Қорытындылай келе, болашақ физика мұғалімдеріне «Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқытудың әдістемелік ерекшеліктері пәнаралық интеграцияға және тәжірибеге бағытталған оқытуға негізделген деген тұжырым жасауға болады. STEM әдіснамасының көмегімен болашақ мұғалімдер теориялық білімдерін тәжірибе арқылы бекітіп, аналитикалық және ғылыми-зерттеу дағдыларын дамытады. Зерттеу және жобалық оқыту әдістері, сондай-ақ цифрлық технологиялар, болашақ мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін арттыруға және физика пәнін тиімді оқытуға ықпал етеді.

«Атом физикасы» курсы STEM білім беру негізінде оқыту болашақ физика мұғалімдері үшін маңызды қадам болып табылады, себебі бұл тәсіл арқылы білім алушылардың пәнаралық байланыстарды түсінуі мен ғылыми сауаттылығы артады. Атом физикасын оқытуда STEM әдісін қолдану болашақ мұғалімдерге пәннің күрделі тұжырымдамаларын түсінуді жеңілдетіп, оларды заманауи технологиялармен

байланыстыруға мүмкіндік береді. Осы нәтижелерді ғылыми әдебиеттерде жарияланылған басқа да ғалымдардың еңбегімен салыстыруға болады.

Мурниати, София, Судирман және Д.П.Аджи өз зерттеулерінде атомдық және ядролық физика курстары үшін компьютерлік бағалау құралдарын жасаудың маңыздылығын талдайды. Бұл зерттеу STEM білім беру шеңберінде компьютерлік бағалау құралдарын енгізу арқылы физика пәнін оқытуды жақсартуға бағытталған маңызды қадам болып табылады [14]. Бұл зерттеу STEM білім беру шеңберінде күрделі физикалық тақырыптарды білім алушыларға қолжетімді әрі түсінікті ету үшін маңызды құралдар жасауды көздейді [15]. Кванттық физика курсына оқытуда STEM компоненттерін (ғылым, технология, инженерия, математика) интеграциялап, білім алушылардың пәнді терең түсінуі мен практикалық қолдану дағдыларын қалыптастыруға баса назар аударған [16]. STEM тәсілі оқушылардың сыни ойлау, креативтілік және ғылыми мәселелерді шешу қабілеттерін дамытуға бағытталған [17]. «Атом физикасы» курсына STEM білім беру негізінде оқыту тиімділігін анықтай отырып, білім алушылардың оқу жетістіктеріне оң әсері бар екендігін анықтадық.

Қорытынды

Зерттеу барысында «Атом физикасы» курсына STEM білім беру негізінде оқытудың тиімділігі жан-жақты талданып, оның білім алушылардың білім сапасын арттырудағы маңыздылығы дәлелденді. STEM тәсілдемесінің арқасында білім алушылардың теориялық білімдерін тәжірибемен байланыстырып, зерттеушілік және сыни ойлау дағдыларын дамытуға мүмкіндік берілді.

Жүргізілген сауалнамалар мен метаталдау нәтижелері көрсеткендей, STEM әдістемесі арқылы оқыту білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып, олардың ғылыми-техникалық бағыттағы тапсырмаларды орындау қабілеттерін жетілдірді. Білім алушылар атомдық процестерді түсіну барысында зертханалық жұмыстар мен жобалық қызметтер арқылы алған білімдерін нақты өмірде қолдануды үйренді. Зерттеу барысында STEM білім беру әдісінің білім алушылардың өзіндік зерттеу жұмыстарын жүргізуіне оң ықпал ететіні анықталды. Сонымен қатар, STEM тәсілін қолдану білім алушылардың креативті ойлау және инновациялық жобалармен жұмыс істеу дағдыларын дамытты.

Қорыта айтқанда, «Атом физикасы» курсына STEM негізінде оқыту білім алушылардың білім сапасын арттыруда, олардың пәнге деген қызығушылығын оятуда, және зерттеушілік қабілеттерін дамытуда тиімді әдіс екенін көрсетті. STEM тәсілі физиканы оқытудың дәстүрлі әдістерін толықтырып, оқушылардың жан-жақты дамуына ықпал етеді.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылды (грант №AP19579398).

REFERENCES

15. Sulaeman N., Efwinda S., Putra P.D.A. Teacher readiness in STEM education: voices of Indonesian physics teachers // *Journal of Technology and Science Education*. – 2022. – Vol. 12, №1. – P. 68–82. <https://doi.org/10.3926/jotse.1191>
16. Liu Z.Y., Chubarkova E., Kharakhordina M. Online technologies in STEM education // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. – 2020. – Vol. 15, №15. – P. 20–32. – <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i15.14677>
17. Fan I.Y.H., Shum W.K.F. Knowledge Management: The Missing Bonding Discipline of STEM Education // *International Journal of Knowledge and Systems Science*. – 2023. – Vol. 14, №1. – P. 1–8. <https://doi.org/10.4018/IJKSS.323420>
18. Roslina R., Samsudin A., Liliawati W. Effectiveness of Project Based Learning Integrated STEM in Physics Education (STEM-PJBL): Systematic Literature Review (SLR) // *Phenomenon: Jurnal*

- Pendidikan MIPA. – 2022. – Vol. 12, №1. – P. 120–139. <https://doi.org/10.21580/phen.2022.12.1.11722>
19. Oonsim W., Chanprasert K. Developing critical thinking skills of Grade 11 students by STEM education: a focus on electrostatic in physics // *Rangsit Journal of Educational Studies*. – 2017. – Vol. 4, №1. – P. 54–59.
 20. Widayanti, Abdurrahman A., Suyatna A. Future physics learning materials based on STEM education: analysis of teachers and students perceptions // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1155. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012021>
 21. Kasianova G. Forming of technical thinking by STEM education of the future teacher of physics // *Collection of Scientific Papers Kamianets-Podilsky Ivan Ohienko National University Pedagogical Series*. – 2023. – №29. – P. 64–67. <https://doi.org/10.32626/2307-4507.2023-29.64-67>
 22. Markus L. A needs analysis study in developing quantum physics instructional module for secondary school with an integrated STEM education approach // *Borneo International Journal of Education (BIJE)*. – 2021. – Vol. 2. – P. 69–84. <https://doi.org/10.51200/bije.v3i.4113>
 23. Lestarani D., Lalang A. C., Manggi I. Development of Articulate Storyline 3-based digital teaching materials on the subject of atomic structure and periodic elements system for SMA/MA students in Class X // *Orbital*. – 2023. – Vol. 15, №2. – P. 127–132. <https://doi.org/10.17807/orbital.v15i2.17959>
 24. David H. A role for physicists in STEM education reform // *American Journal of Physics*. – 2015. – Vol. 83, №2. – P. 101–103. <https://doi.org/10.1119/1.4904763>
 25. Jan K., Hevesi M., Krivicich L. M., Nho S. J. Meta-analysis // *Translational Sports Medicine*. – 2023. – P. 201–205. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91259-4.00041-2>
 26. Simmonds M. Quantifying the risk of error when interpreting funnel plots // *Systematic Reviews*. – 2015. – Vol. 4, №1. <https://doi.org/10.1186/s13643-015-0004-8>
 27. Li G., Zeng J., Tian J., Levine M.A.H., Thabane L. Multiple uses of forest plots in presenting analysis results in health research // *Journal of Clinical Epidemiology*. – 2020. – Vol. 117. – P. 89–98. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2019.09.021>
 28. Murniati, Sofia, Sudirman, Aji D.P. Development of computer-based assessment instruments nuclear physics introduction course as an effort to grade authentically // *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. – 2023. – Vol. 9, №7. – P. 5103–5110. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i7.4416>
 29. Bitzenbauer P. Development of a test instrument to investigate secondary school students' declarative knowledge of quantum optics // *European Journal of Science and Mathematics Education*. – 2021. – Vol. 9, №3. – P. 57–79. <https://doi.org/10.30935/scimath/10946>
 30. Nurhayati N., Boisandi B. Penggunaan modul berbasis konstruktivis pada mata kuliah fisika kuantum untuk meningkatkan penguasaan konsep ditinjau dari kemampuan matematik mahasiswa // *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. – 2015. – Vol. 1, №2. – P. 33–38. <https://doi.org/10.21009/1.01206>
 31. Shi W. Z. The effect of peer interactions on quantum physics: a study from China // *Journal of Baltic Science Education*. – 2013. – Vol. 12, №2. – P. 152–158. <https://doi.org/10.33225/jbse/13.12.152>