

Е. ЕДІЛБАЕВ<sup>1</sup>, Б. КУРБАНБЕКОВ<sup>2</sup><sup>1</sup>Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университетінің оқытушысы  
(Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: yerzhanyedilbayev@ayu.edu.kz<sup>2</sup>PhD, Қожа Ахмет Ясауи ат. Халықаралық қазақ-түрік университетінің  
аға оқытушысы (Қазақстан, Түркістан қ.), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz

## ҚАШЫҚТЫҚТАН БІЛІМ БЕРУ ЖАҒДАЙЫНДА STEAM CLIL ТЕХНОЛОГИЯСЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

**Аңдатпа.** Бұл мақалада STEAM CLIL моделін тиімді іске асыру арқылы білім алушылардың ғылыми тұжырымдамаларды терең зерттеу, қашықтықтан оқу арқылы тілдік дағдыларын дамыту және оларды қазіргі әлемге бейімдеу мүмкіндіктері қарастырылады. STEAM CLIL технологиясының тиімділігіне әсер ететін негізгі факторларды зерттеу сапалы білім беруді қамтамасыз етуде және білім алушыларды ақпараттық қоғамның сын-көзқарарына дайындауда маңызды қадам болып табылады. Сондықтан да STEAM элементтерін (ғылым, технология, инженерия, математика) CLIL (Content and Language Integrated Learning) оқыту әдісімен біріктіретін оқыту әдістемесінің тиімділігі жан-жақты талданады. STEAM CLIL білім беру моделдерін қашықтықтан оқытуда қолданудың білім алушылардың оқу жетістіктеріне, тілдік дағдыларына, шығармашылығына және проблемалық ойлау қабілеттеріне ықпалы зерттелді. Ғылыми еңбектерге жүйелі талдау жасалып, STEAM CLIL элементтері мен цифрлық білім беру ресурстарының мүмкіндіктері сарапталды. Педагогикалық эксперимент ұйымдастырылып, алынған деректерге статистикалық-математикалық талдау жүргізілді. Зерттеу нәтижесінде цифрлық білім беру ресурстары, STEAM элементтері, CLIL-ге негізделген тапсырмалар жинағы әзірленіп, оқу үдерісіне енгізілді. Зерттеу нәтижелерін қолдану STEAM CLIL моделін бағалаудың білім алушылардың білім беру тәжірибесін байыту үшін айтарлықтай әлеуетке ие екенін көрсетті. Бұл мақалада ұсынылған әдістемелік тәсілдер қашықтықтан оқытуда STEAM CLIL моделін тиімді пайдалануға ықпал етіп, білім беру тәжірибесін жетілдіруге бағытталған ғылыми негізделген тұжырымдар ұсынады.

**Кілт сөздер:** STEAM CLIL технологиясы, қашықтықтан оқыту, цифрлық білім ресурстары, механика бөлімі, қос тілділік оқыту.

### \*Бізге дұрыс сілтеме жасаңыз:

Еділбаев Е., Курбанбеков Б. Қашықтықтан білім беру жағдайында STEAM CLIL технологиясын қолданудың тиімділігі // *Ясауи университетінің хабаршысы*. – 2025. – №1 (135). – Б. 444–458. <https://doi.org/10.47526/2025-1/2664-0686.177>

### \*Cite us correctly:

Edilbaev E., Kurbanbekov B. Qashyqytqan bilim beru jagdaiynda STEAM CLIL tehnologiasyn qoldanudyn tiimdiligi [The Effectiveness of Using STEAM-CLIL Technology in The Context of Distance Education] // *Iasau universitetinin habarshysy*. – 2025. – №1 (135). – В. 444–458. <https://doi.org/10.47526/2025-1/2664-0686.177>

**Ye. Yedilbayev<sup>1</sup>, B. Kurbanbekov<sup>2</sup>***<sup>1</sup>Lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University  
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: yerzhanyedilbayev@ayu.edu.kz**<sup>2</sup>PhD, Senior Lecturer of Khoja Akhmet Yassawi International Kazakh-Turkish University  
(Kazakhstan, Turkistan), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz***The Effectiveness of Using STEAM-CLIL Technology in The Context of Distance Education**

**Abstract.** This article examines the possibilities of in-depth study of scientific concepts, the development of language skills through distance learning, and the adaptation of students to the modern world through the effective implementation of the STEAM CLIL model. Investigating the key factors influencing the effectiveness of STEAM CLIL technology is an important step in ensuring quality education and preparing students for the challenges of the information society. Therefore, the effectiveness of a teaching methodology that combines STEAM elements (Science, Technology, Engineering, Mathematics) with the Content and Language Integrated Learning (CLIL) approach is analyzed in detail. The study explores the impact of applying STEAM CLIL educational models in distance learning on students' academic performance, language skills, creativity, and critical thinking. A systematic analysis of scientific literature was conducted, STEAM CLIL elements and the capabilities of digital educational resources were examined. A pedagogical experiment was organized, and the collected data were subjected to statistical and mathematical analysis. As a result of the research, digital educational resources, STEAM elements, and a set of CLIL-based tasks were developed and implemented in the learning process. The application of the research findings and the evaluation of the STEAM CLIL model demonstrated its significant potential for enriching students' educational experience. This article presents methodological approaches that contribute to the effective use of the STEAM CLIL model in distance learning and the improvement of the educational process based on scientifically grounded conclusions.

**Keywords:** STEAM CLIL technology, distance learning, digital education resources, mechanics chapter, bilingual training.

**Е. Едилбаев<sup>1</sup>, Б. Курбанбеков<sup>2</sup>***<sup>1</sup>преподаватель Международного казахско-турецкого университета им. Ходжи Ахмеда Ясави  
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: yerzhanyedilbayev@ayu.edu.kz**<sup>2</sup>PhD, старший преподаватель  
Международного казахско-турецкого университета им. Ходжи Ахмеда Ясави  
(Казахстан, г. Туркестан), e-mail: bakytzhan.kurbanbekov@ayu.edu.kz***Эффективность использования технологии STEAM CLIL  
в условиях дистанционного обучения**

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются возможности углубленного изучения научных концепций, развития языковых навыков через дистанционное обучение и адаптации обучающихся к современному миру посредством эффективного внедрения модели STEAM CLIL. Исследование основных факторов, влияющих на эффективность технологии STEAM CLIL, является важным шагом в обеспечении качественного образования и подготовке обучающихся к вызовам информационного общества. Поэтому детально анализируется эффективность методики обучения, которая сочетает элементы STEAM (наука, технологии, инженерия, математика) с методикой интегрированного обучения предмету и языку CLIL (Content and Language Integrated Learning). Исследуется влияние применения образовательных моделей STEAM CLIL в дистанционном обучении на академическую

успеваемость обучающихся, их языковые навыки, творческие способности и критическое мышление. Проведен систематический анализ научных трудов, изучены элементы STEAM CLIL и возможности цифровых образовательных ресурсов. Организован педагогический эксперимент, а полученные данные подвергнуты статистическому и математическому анализу. В результате исследования были разработаны и внедрены в учебный процесс цифровые образовательные ресурсы, элементы STEAM и набор заданий, основанных на методике CLIL. Использование результатов исследования и оценка модели STEAM CLIL показали ее значительный потенциал для обогащения образовательного опыта обучающихся. В данной статье предлагаются методологические подходы, способствующие эффективному использованию модели STEAM CLIL в дистанционном обучении и улучшению образовательного процесса на основе научно обоснованных выводов.

**Ключевые слова:** технология STEAM CLIL, дистанционное обучение, цифровые образовательные ресурсы, отдел механики, двуязычное обучение.

### Кіріспе

Пандемия әсерінен қазір әлемде қашықтықтан оқытудың технологиялары даму үстінде. Қарым-қатынас пен кәсіби дамудың басты құралы ретінде ағылшын тілін меңгеру қажеттілігі артып келеді. Алайда, көптеген білім алушылар үшін ағылшын тілінде ғылыми пәндерді оқу тілді жетік меңгермегендіктен қиындық тудыруы мүмкін. Сонымен қатар, физиканы ағылшын тілінде оқытудың оқу-әдістемелік құралдарын қамтамасыз етудің аздығы және қазіргі заманғы білім беру мекемелерінің негізгі мәселесіне ағылшын тілін оқытудың заманауи білім беру технологияларын қолданбауы жатады. Қашықтықтан оқыту STEAM CLIL моделін тиімді қолдану арқылы тілдік дағдыларын дамытуға және бәсекелестікке сай маман даярлауға мүмкіншілік береді.

CLIL технологиясы пәндік білімді және тілді қатар меңгеруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл білім алушылардың пәндік материалды шет тілінде игеруін қамтамасыз етіп қана қоймай, сол тілде ойлау, қарым-қатынас жасау қабілеттерін де дамытады. CLIL технологиясы көптілділік пен жаһандану жағдайында, әсіресе халықаралық білім беру стандарттарына сәйкес мамандар даярлауда маңызды рөл атқарады. Сонымен қатар, бұл әдіс білім алушылардың когнитивтік және коммуникативтік дағдыларын дамытып, олардың мәдениетаралық құзыреттілігін арттырады. Осы тұста CLIL технологиясын зерттеген ғалым М. Шенел еңбектерінде CLIL – Content and Language Integrated Learning сөзінің аббревиатурасы. Бұл пәндік мазмұн, мысалы, тарих, география, физика және т.б. басқа тілде (көбінесе ағылшын тілінде) оқытылатын оқыту әдісі. Осы жылдар ішінде шет тілі оқытушылары тілдік курстарда оқытуды қолдау үшін қажетті тіл мен әртүрлі пәндерді біріктіру мүмкіндігін түсіне бастағанын айтып өтті [1].

Р. Капоне, М.Р. Дел Сорбо және О. Фиоре еңбектерінде эксперимент орта мектеп білім алушыларының жетістігін CLIL әдістемесіндегі кванттық механика сияқты күрделі тақырыптарды зерттеу кезінде сыныпта оқытудың жаңа стратегиясын қолдану арқылы жақсартуға болатынын көрсетті. Болашақта бұл тәжірибе көп білім алушыларға таралуы мүмкін екендігін көрсетті [2].

Д.В. Коврижнук еңбегінде негізгі нәтижелерге CLIL білім алушылары арасындағы олардың пәндік және тілдік алдын ала дайындық компоненттеріне қатысты маңызды айырмашылықтарды анықтау және сипаттау кіретінін атап өтті [3].

Т. Никула еңбектерінде CLIL химия және физика сабақтарындағы практикалық тапсырмалардың әлеуетін зерттейді, олар белгілі бір пәнге тән тілді қолдану мен үйренуге арналған платформа бола алады, арнайы ұғымдар мен терминология ретінде тұжырымдалған, сондай-ақ белгілі бір пәнге тән мағынаны құру тәсілдері көрсетілген [4].

Ф. Роси білім алушылардың құзыреттілігінің екі түрлі деңгейін қарастырады: мазмұнға қатысты сұрақтарға жауап таңдау және білім алушылардың мазмұнды қалай түсінетінін, талқылайтынын бағалау үшін мазмұнға қатысты дәлелдеу дағдылары атап көрсетілді [5].

Отандық ғалымдар Б. Жетпісбаева, Л. Сырымбетова, Ю. Чижевская еңбектерінде CLIL-ді оқытуға тіларалық араласудың қосарлы сипаты туралы қорытынды жасауға және CLIL бағдарламаларын әзірлеу мен жүзеге асыруда одан әрі қолдануға болатын тіларалық араласудың теріс әсерін азайтудың тиімді әдістерін жасауға мүмкіндік беретінін айтып өткен [6].

XXI ғасырдың еңбек нарығында сұранысқа ие дағдыларды қалыптастырып, жаңа технологиялар мен инновациялар саласында бәсекеге қабілетті мамандарды даярлауға ықпал еткен тәсіл STEAM. Бұл тәсіл теориялық білімді тәжірибемен ұштастыруға мүмкіндік беріп, білім алушыларды практикалық тапсырмалар арқылы білімдерін қолдануға ынталандырады.

Физиканы оқытуда STEAM-ді енгізу білім алушыларды физиканы оқыту мен оқу процесіне белсенді қатысуға мәжбүр етуі мүмкін. Білім алушылар үздіксіз оқуға қатысады және білім алушыларға берілген мәселелердің шешімін табуға көмектеседі. Бұл шығармашылық, сыни тұрғыдан ойлау қабілеттерін арттырып, білім алушылардың ұғымдарды түсінуін жеңілдетеді [7].

Виртуалды шындық технологиясын көптеген пәндерді біріктіретін жаңа білім беру тұжырымдамасы болып табылатын STEAM тұжырымдамасына негізделген физика зертханасын құру үшін қолдандық. Осылайша, STEAM оқытуын виртуалды физикалық эксперименттермен үйлестіру білім алушыларға әртүрлі деңгейлерде және әртүрлі уақытта эксперименттік операцияларды орындауға мүмкіндік береді, осылайша білім алушылардың білімді меңгеру қабілетін және практикалық жұмыс деңгейін арттырады, сондай-ақ олардың қабілеттері мен сауаттылығын дамытады [8].

Витдия еңбектерінде STEAM негізіндегі оқытуды шығармашылық ойлауды дамыту мақсатында мектептерде физиканы оқытудағы жаңалық ретінде пайдалану ұсынылады [9].

Т.И. Анисимова, Ф.М. Сабирова, және О.В. Шатунова еңбектерінде оқытушылардың жаңа білім беру бағдарламаларын іске асыруға дайындығы мәселесі ғана емес, сонымен қатар болашақ оқытушыларды жобалық және ғылыми-зерттеу құзыреттіліктерін қалыптастыруға негізделген тәжірибеге бағытталған білім беру қызметін жүзеге асыруға дайындау мәселесі де бірінші орынға шығатынын көрсетеді [10].

STEAM тәсілдері ғылымды да, көркемдік концепцияларды да айтарлықтай пайдалану мен түсінуге, сондай-ақ құзыреттілікке дайындық сезімін арттыруға және жеке жауапкершілік пен жарнамалық өзара әрекеттесу сияқты ынтымақтастық режимдерін қабылдауға мүмкіндік беретіні анықталды [11].

Отандық ғалым И.Б. Усембаева «Электр және магнетизм» пәнін STEAM негізінде оқыту арқылы болашақ оқытушылардың теориялық білімдерін меңгеріп қана қоймай, оларды күнделікті өмірде, инженерия мен техника салаларында қолдана алу дағдыларын дамытуды мақсат еткен функционалдық-құрылымдық модельді ұсынған [12], Ш. Раманкулов, А. Чорух және С. Полатұлының зерттеулерінде STEAM негізіндегі физика курсы әзірлеу арқылы жаратылыстану және техникалық пәндерді оқытуда адами капитал сапасын жақсарту мен инновациялық технологияларды енгізу арқылы жоғары технологиялық өнімдер жасау мүмкіндіктерінің артуы анықталған [13].

О. Шатунова, Т. Анисимова, Ф. Сабирова және О. Калимуллина зерттеулерінде STEM және STEAM – білім беруді жүзеге асырудағы әр түрлі елдердің тәжірибесін талдап, техникалық пәндерді, көркемдік және шығармашылық қызметті бірыңғай интеграциялық бағдарламаға құрылымдаудың тиімді жолдары тұжырымдалады [14].

Украинада білім беру практикасында жиі кездесетін аралас оқытудың жеті моделі талданады. STEM жүйесінде аралас оқытуды енгізу құралы ретінде цифрлық зертханаларды,

бұлттық қызметтерді және BYOD технологияларын пайдалана отырып, толық ауқымды эксперименттің композициялық үйлесімі тұжырымдамалары көрсетілген. Сандық зертхананы, бұлттық қызметтерді және BYOD технологиясын пайдалана отырып, механиканы кешенді зерттеудің мысалы келтірілген. Педагогикалық эксперименттің нәтижелері бұлттық қызметтер мен BYOD құралдарын пайдалана отырып, аралас оқыту технологиялары оқытушылар жұмысындағы қуатты құрал екенін сенімді түрде дәлелденді [15].

Ф. Сулейман және әріптестері зерттеулерінің мақсаты білім алушылардың жеке қызығушылықтары, сезімдері мен күш-жігері негізінде STEM жобасына негізделген физиканы оқыту модулінің тиімділігін зерттеу болып табылады [16].

Р. Сағала, Р. Уман, А. Тахир, А. Каррегар және И. Вардани зерттеулерінің мақсаты – гендерлік айырмашылықтардан көрінетін физика ұғымдарын түсінудегі STEM тиімділігін сипаттау. Зерттеу индикаторларды өлшеуге және оқытуды тиімді басқаруға сәйкес болу үшін ESCIT бойынша STEM интеграцияланған оқытуды әзірлеуді ұсынады [17].

Ғылым, технология, инженерия және математиканың (STEM), әсіресе физика курстарында оқытудағы интеграциясы өте маңызды, өйткені ол әртүрлі дерексіз ұғымдар мен күрделі математикалық есептеулерден тұрады. Бұл зерттеу PhET Media арқылы STEM физикаға негізделген дәрістерді қолданғаннан кейін білім алушылардың HOTS профилін анықтауға бағытталған. Деректерді талдау әдісі арқылы бір топтық алдын ала тестілеуден кейінгі дизайн үлгісімен бұл квази-эксперименттік зерттеу Rasch модельдеу тұжырымдамасын пайдаланады. Бағалау нәтижелері HOTS білім алушыларының PhET медиасын пайдаланып, STEM негізіндегі физиканы қолданбалы оқытудан кейін қабілетінің жоғарылауын көрсетеді [18].

А. Асризал, В. Мардиан, Ф. Новитра және Ф. Фестиед еңбектерінде XXI ғасырдағы білім алушылардың дағдыларын жетілдіруде физиканың электронды оқу материалы интеграцияланған STEM білімінің (PETMS) тиімділігін зерттеуге бағытталған. Бұл зерттеу тек эквивалентті емес топпен, тек сынақтан кейінгі дизайнмен эксперименттік зерттеу болды. Зерттеу пәндері екі топқа бөлінген 66 білім алушыдан тұрды. Нәтижелер PETMS қолдану білім алушылардың тұжырымдамаларды меңгеруін және XXI ғасырдағы дағдылардың үш аспектісін: шығармашылық ойлауды, сыни ойлауды және коммуникацияны жетілдіруде тиімді екенін көрсетеді [19].

А.Н. Юнзал-кіші және Л.Ф. Казинилло зерттеулерінде PhET модельдеуі STEM білім алушыларының физикаға қатысты оқу үлгерімін шамалы түрде жақсарта алатынын көрсетті. PhET модельдеулерін енгізу кезінде STEM білім алушылары өз істерінен ләззат алады. Демек, физика оқытушылары білім алушылардың физиканы ыждағатпен меңгеруі үшін PhET модельдеуіндегі іс-шараларды қамтамасыз етуді қолдауы және байытуы керек екенін тұжырымдайды [20].

### **Зерттеу әдістері мен материалдар**

Бұл мақалада сапалы әрі сенімді нәтижелер алу үшін кешенді әдіснама қолданылды. Ғылыми еңбектерге жүйелі талдау (Systematic Literature Review, SLR) – STEAM және CLIL технологияларын біріктірудің теориялық негіздерін анықтау үшін ғылыми мақалалар, диссертациялар және конференция материалдары талданды. Қашықтықтан оқытудағы STEAM CLIL моделінің артықшылықтары мен шектеулерін зерттеу үшін соңғы ғылыми дереккөздер сарапталды. Зерттеу барысында STEAM CLIL моделін қолдану арқылы эксперименттік және бақылау топтарына оқу үдерісі ұйымдастырылды. Эксперименттік топ STEAM CLIL әдістемесі бойынша білім алды, ал бақылау тобы дәстүрлі оқыту әдістерін қолданды.

Білім алушылардың оқу жетістіктерін, тілдік дағдыларын және шығармашылық ойлау қабілеттерін анықтау мақсатында сауалнамалар мен құрылымдалған сұхбаттар жүргізілді. Бұл бағалау әдістері білім алушылардың физикалық заңдар мен құбылыстарды түсінуі және оларды ағылшын тілінде қолдану қабілетін анықтауға бағытталды. Оқыту барысында әрбір пәннің жаңа білімді игеруге, ақпараттық алмасуға және топтық талқылаулар мен тапсырмаларды орындауға қажетті ерекше лексикалық, терминологиялық, грамматикалық құрылымдар мен функционалдық өрнектер жүйесіне ие екені ескерілді.

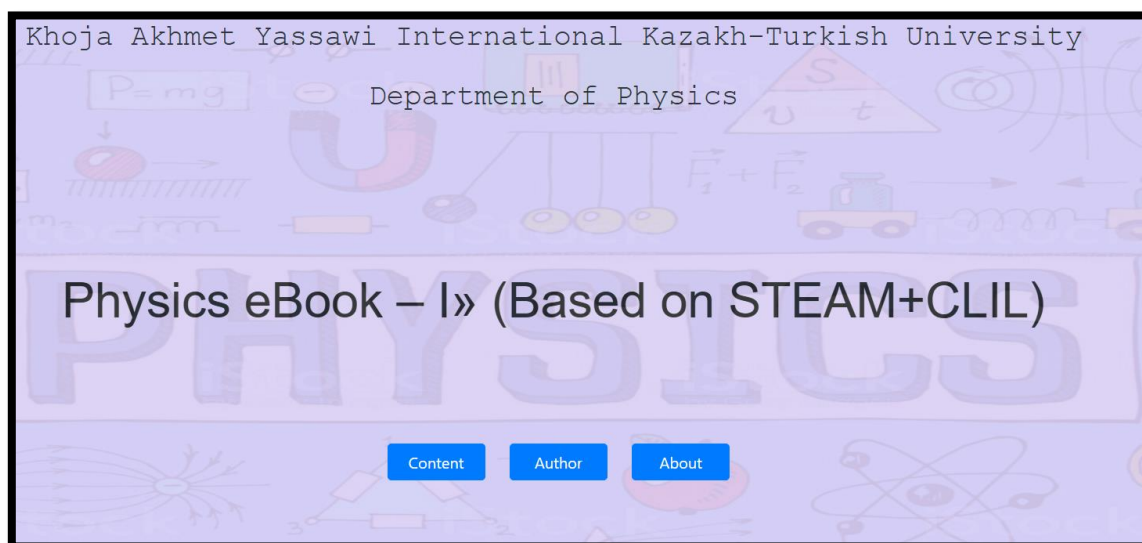
Осыған байланысты, физика сабақтарында STEAM CLIL технологиясын қолдану студенттердің коммуникациялық қабілеттерін жетілдіруге мүмкіндік береді. Мысалы, физика оқытушысы сызықтық графиктерді талқылау үшін білім алушыларға ағылшын тілінде арнайы тілдік құрылымдарды қолдануды ұсынуы мүмкін.

Қашықтықтан оқыту процесінде STEAM CLIL білім беру технологияларын тиімді қолдану үшін топтық қоңыраулар, бейнеконференциялар және оқыту платформалары пайдаланылды. Бейнеконференциялық бағдарламалар қатарында Microsoft Teams, Google Duo, Google Meet, FaceTime, Jitsi Meet, Zoom және басқа да сервистер қолданылды. Сонымен қатар, оқыту үдерісінде iSpring Learn, WebTutor, Teachbase, iSpring Market, GetCourse, Memberlux, Pias сынды онлайн оқыту платформалары пайдаланылып, білім алушылардың оқу жетістіктерін, тілдік дағдыларын, шығармашылық қабілеттерін және проблемалық ойлауын дамытуға жағдай жасалды.

### **Талдау мен нәтижелер**

Зерттеу нәтижелері STEAM CLIL моделін қолданудың білім алушылардың оқу жетістіктеріне, тілдік дағдыларына және шығармашылық ойлау қабілеттеріне оң әсерін тигізгенін көрсетті. Жүйелі әдеби шолу негізінде STEAM және CLIL технологияларының үйлесімділігі анықталып, олардың қашықтықтан оқыту жағдайында тиімділігі дәлелденді. Эксперименттік топтың студенттері бақылау тобына қарағанда физикалық құбылыстарды тереңірек меңгеріп, оларды ағылшын тілінде еркін түсіндіру қабілетін арттырғаны байқалды. Сауалнама және құрылымдалған сұхбат нәтижелері STEAM CLIL әдісінің білім алушылардың пәндік және тілдік білімдерін интеграциялау арқылы олардың коммуникациялық дағдыларын жетілдіруге ықпал ететінін растады. Сонымен қатар, қашықтықтан оқыту платформаларын пайдалану оқу үдерісінің икемділігін арттырып, білім алушылардың өзіндік жұмыс жасау дағдыларын қалыптастырды. Бейнеконференция және топтық қоңыраулар негізінде жүргізілген сабақтар студенттердің өзара ынтымақтастығын нығайтып, оқу материалдарын меңгеру деңгейін жақсартуға ықпал етті. Жалпы, алынған нәтижелер STEAM CLIL моделін қашықтықтан оқытуда тиімді қолдануға болатындығын және оның білім беру сапасын жақсартуда жоғары әлеуетке ие екенін көрсетті.

Зерттеу нәтижесінде «Physics eBook – I» (Based on STEAM+CLIL) бағдарламасы әзірленді, ол механика бөлімі бойынша 14 тараудан тұрады және STEAM+CLIL шеңберінде цифрлық ресурстарды физика пәнінде қолдану тиімділігін көрсетеді. Бағдарламада әр тарауға теориялық материалдар, қосымша тест тапсырмалары енгізілген, бұл білім алушылардың механикалық заңдарды тереңірек меңгеруіне және олардың ағылшын тіліндегі ғылыми терминдерді қолдану дағдыларын дамытуға мүмкіндік береді. Бағдарламаның мазмұны ағылшын тілінде дайындалған, бұл CLIL әдістемесінің шеңберінде пәндік және тілдік интеграцияны қамтамасыз етеді. Бағдарлама интерфейсі, атап айтқанда, тараулардың құрылымы мен теориялық бөлімнің мазмұны бағдарламалық құралдың сипаттамасын толық ашады (1-сурет).



**1-сурет – Бағдарламадағы тараулар мен теориялық бөлім терезесі**

«Physics eBook – I» (Based on STEAM+CLIL) бағдарламасындағы тест тапсырмалары әзірленген. Бұл тесттер механика бөліміндегі негізгі тақырыптарды қамтып, білім алушылардың теориялық материалды қаншалықты меңгергенін бағалауға мүмкіндік береді. Тапсырмалар ағылшын тілінде әзірленгендіктен, олар тек пәндік білімді ғана емес, сонымен қатар CLIL әдістемесіне сәйкес ғылыми терминологияны қолдану дағдыларын да дамытады. Тест сұрақтары студенттердің логикалық ойлау қабілетін, есептеу дағдыларын және проблемалық тапсырмаларды шешу қабілетін жетілдіруге бағытталған (2-сурет).

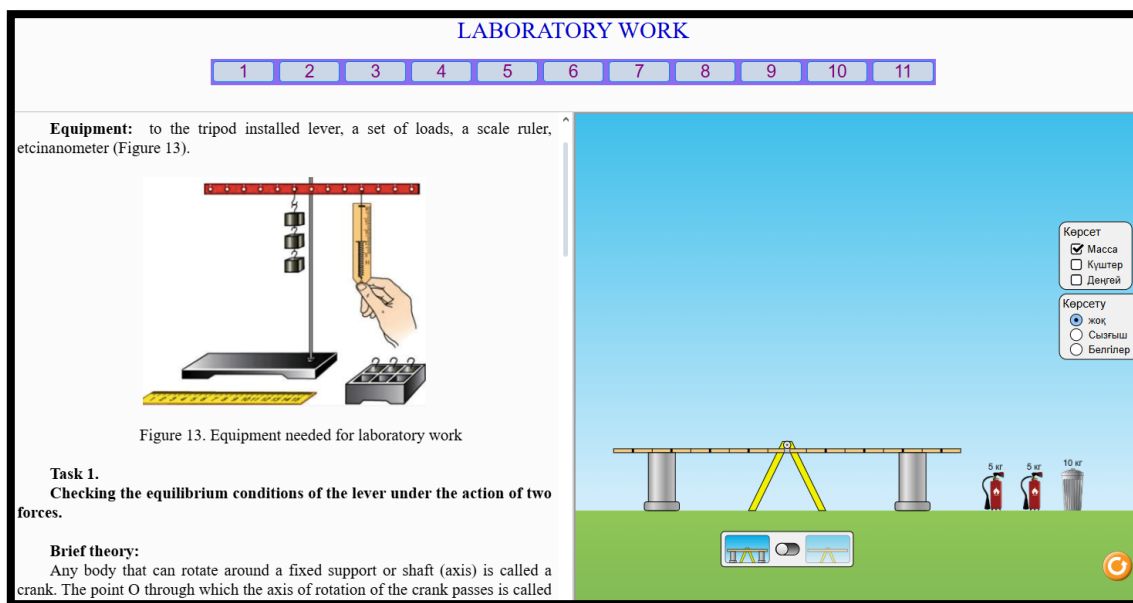


**2-сурет – Бағдарламадағы тест тапсырмалары**

Сонымен қатар, цифрлық форматтағы тестер оқыту үдерісінің икемділігін арттырып, білім алушыларға өз бетінше білімін тексеруге және кемшіліктерін анықтауға мүмкіндік береді. Бұл нәтижелер STEAM+CLIL шеңберінде цифрлық ресурстарды қолданудың тиімділігін көрсетіп, физиканы оқытудың заманауи әдістерін жетілдіруге септігін тигізеді. Алынған нәтижелер STEAM+CLIL тәсілін қолдану арқылы физиканы оқытудың инновациялық әдістерін енгізуге, цифрлық ресурстарды тиімді пайдалану арқылы студенттердің пәндік білімін жетілдіруге ықпал ететінін дәлелдейді. STEAM+CLIL тәсілін тиімді іске асыруда PhET бағдарламасының да алатын орны ерекше болды.

PhET – физика заңдарын визуалды модельдеу және интерактивті зертханалық жұмыстарды орындау үшін қолданылатын цифрлық платформа. Бұл бағдарлама STEAM+CLIL әдістемесі аясында физиканы оқытуды жандандырып, білім алушыларға

күрделі механикалық құбылыстарды виртуалды зертханалық ортада зерттеуге мүмкіндік береді. Зертханалық жұмыс терезесінде механика бөліміндегі тәжірибелер көрсетілген, бұл студенттерге объектілердің қозғалысын, күштердің өзара әрекеттесуін, энергия мен импульс сақталу заңдарын интерактивті түрде зерттеуге жағдай жасайды. Сонымен қатар, PhET платформасы ағылшын тілінде ұсынылғандықтан, CLIL әдісінің шеңберінде студенттердің ғылыми терминдерді меңгеруі мен тілдік дағдыларын дамытуды қамтамасыз етеді. Зерттеу нәтижелері PhET зертханалық симуляцияларын қолдану теориялық материалды тереңірек түсінуге, практикалық дағдыларды жетілдіруге және эксперименттік зерттеулерді тиімді ұйымдастыруға ықпал ететінін көрсетеді (3-сурет).



**3-сурет – Phet бағдарламасымен байланысты зертханалық жұмыс терезесі**

STEAM CLIL шеңберінде сабақты жоспарлау:

Алдыңғы білімді өзектендіру білім беру процесінде маңызды рөл атқарады. Сабақты зерттелетін тақырып бойынша бұрыннан бар білімді бағалаудан бастау маңызды және құнды тәсіл болып табылады. Білім алушылардың ана тілінде жеткілікті білім деңгейі болуы мүмкін (L1), бірақ олар өз білімдерін шет тілінде (L2) білдіру қиынға соғуы мүмкін. Мысалы, жаңа тақырып бойынша мәселені шешу үшін миға шабуыл жасау процесінде білім алушылар идеяларды өз тілінде талқылап, содан кейін оларды шет тіліне аудара алады.

Бұл кезең оқытушыға білім алушылардың дайындық деңгейін түсінуге және одан әрі оқытуды олардың қажеттіліктері мен тілді меңгеру деңгейіне бейімдеуге көмектеседі.

Оқытушы CLIL сабағында қандай «ақпараттар» қолданылатынын алдын ала анықтауы керек. Бұған ақпаратты ұсыну формасын таңдау кіреді - ауызша немесе жазбаша, электронды немесе қағаз түрінде, сондай-ақ осы ақпаратпен жұмыс істеу әдістерін анықтау: фронтальды, топтық немесе жұптық. Оқытушы, сонымен қатар, білім алушылардың материалды қалай жаңғыртып, талқылайтынын, шет тіліндегі лексика қандай қолданылатынын және оның ауызша, жазбаша немесе практикалық дағдыларды көрсете алатынын талқылауды қарастыруы керек. Тапсырмаларды жеке, топтарда немесе жұптарда орындауға болады, сонымен қатар бағалау критерийлерін анықтау маңызды.

«Тайм-аут» деп аталатын шет тіліндегі сұрақтан кейін үзіліс оқытушыға жауап күтуге уақыт береді. Шет тілінде оқу материалын үйрену көп уақытты қажет ететінін ескере



отырып, әсіресе оқытудың алғашқы кезеңдерінде оқытушының барлық білім алушыларға талқылауға белсенді қатысуы үшін жауап беруге жеткілікті уақыт беруі маңызды.

Жұптық немесе топтық тапсырмалар да маңызды. Олар оқу процесінде белгілі бір терминологияны және тілдік айналымдарды қолдануды қажет ететін тапсырмаларды қамтиды. Жұптық жаттығулар аясында сіз ақпараттағы олқылықтарды толтыруға, ассоциативті жаттығуларға (мысалы, сөздерді суреттермен салыстыру), диалог құруға және т.б. тапсырмаларды пайдалана аласыз. Топтық жұмыс зерттелетін тақырып бойынша презентациялар құруды қамтиды. Жаттығу мазмұны жағынан да, тілі жағынан да жаңа материалды игеруге және бекітуге ықпал етуі керек.

Когнитивті тест те маңызды. Шет тілінде (L2) танымдық қабілеттерін дамыту үшін білім алушыларға жиі қолдау қажет. Олар шет тілі сабақтарында қолданылатын ауызекі тілді (BICS) ғана емес, сонымен қатар пәндерді үйренуге қажетті академиялық тілді (CALP) дамытуы керек. CLIL әдісін қолдана отырып, оқу процесінде білім алушылар оқудың алғашқы кезеңдерінде көптеген күрделі ұғымдар мен терминдерге тап болуы мүмкін.

Білім алушылардың ойлауын дамыту.

Оқытушы ақыл-ой операцияларының дамуына ықпал ететін сұрақтар қоюы керек. «Не?», «Қайда?», «Қашан?» деген сұрақтарға жауап беру сияқты төменгі деңгейдегі операцияларды дамыту үшін, алайда, оқытушының алдында тұрған басты міндет - жоғары деңгейдегі операцияларды дамыту: бұл «Неге?», «Қалай?» және т.б. неғұрлым күрделі тілдік конструкцияларды пайдалануды талап етеді. CLIL контекстінде білім алушылар физиканы оқудың бастапқы кезеңінде жоғары деңгейлі ойлау операцияларын қолдануды қажет ететін сұрақтарға жауап іздейді.

Физика сабақтарында STEAM CLIL технологиясын қолданып, оқытуды ұйымдастырудың негізгі бағыттары мен қазіргі жағдайын айқындау үшін ғалымдардың еңбектері мен әдебиеттеріне талдау жүргізілді. ЖОО білім алушыларынан физика сабақтарында STEAM CLIL технологиясын және цифрлық ресурстарды қолданып, ағылшын тілінде қашықтықтан оқытуды ұйымдастырудың тиімділігі мен қазіргі жағдайын анықтауға арналған сауалнама жүргізілді. Сауалнамаға 38 білім алушы қатысты. Сауалнама нәтижесінде негізгі ЖОО физика сабақтарында STEAM CLIL технологиясын және цифрлық ресурстарды қолданып ағылшын тілінде қашықтықтан оқытуды ұйымдастыруды бағалауға болатын нәтижелер алынды (1-кесте).

**1-кесте – Білім алушылардың қашықтықтан оқуға деген қызығушылығын анықтау сауалнамасы (STEAM CLIL технологиясы негізінде)**

Қ/с	Сұрақтар тізімі	Балл
1	2	3
1	Сіз STEAM CLIL технологиясы дегеніміз не екенін білесіз бе?	иә / жоқ
2	Сіз сабақтарды STEAM CLIL технологиясы арқылы оқып көргенсіз бе?	иә / жоқ
3	Сізде физика сабағында ағылшын тілін қолдану қажеттілігі туындады ма?	иә / жоқ
4	Физиканы оқытуда STEAM CLIL технологиясының пайдаланылғанын қалайсыз ба?	иә / жоқ
5	STEAM CLIL технологиясын қолдану физиканы оқуға деген қызығушылығыңызға әсер ете ме?	иә / жоқ
6	Физика пәнін ағылшын тілінде оқыту тиімді деп ойлайсыз ба?	иә / жоқ
7	Сіздің ойыңызша, физика пәнін ағылшын тілінде оқыту білім алушылардың өзін-өзі жетілдіруіне түрткі бола алады ма?	иә / жоқ
8	Физика сабағында цифрлық ресурстарды пайдаланғанын қалайсыз ба?	иә / жоқ
9	Физика сабағын қашықтан оқыту арқылы ұйымдастырған тиімді деп ойлайсыз ба?	иә / жоқ

1-кестенің жалғасы

1	2	3
10	Қашықтан оқыту жағдайында физиканы ағылшын тілінде оқыту қажет деп санайсыз ба?	иә / жоқ
<p>Егер білім алушы:</p> <p>10 сұрақтың 5-не «иә» деп жауап берсе, физика пәнін ағылшын тілінде оқуға деген қызығушылығы жоғары</p> <p>10 сұрақтың 4-не «иә» деп жауап берсе, физика пәнін ағылшын тілінде оқуға деген қызығушылығы орташа</p> <p>10 сұрақтың 3-не «иә» деп жауап берсе, физика пәнін ағылшын тілінде оқуға деген қызығушылығы төмен</p>		

Біздің зерттеуімізде ғылыми болжамның дұрыстығын және құрылған әдістемелік оқыту құралдарын және цифрлық ресурстарды пайдаланудағы оқыту әдістемесінің тиімділігін бағалау үшін үш кезеңнен тұратын тәжірибелік-эксперименттік жұмыс жасалды.

Эксперименттік жұмыстың негізгі мақсаты ғылыми болжамның дұрыстығын тексеру және қашықтан оқыту жағдайында физиканы ағылшын тілінде оқыту әдістемесінің тиімділігін бағалау болды.

Тәжірибелік-эксперименттік жұмыс Қожа Ахмет Ясауи атындағы Халықаралық қазақ-түрік университетінде жүргізілді.

Эксперименттік жұмыс жүргізу кезеңі 3 кезеңнен тұрады:

1. Анықтаушы кезеңі;
2. Қалыптастырушы кезең;
3. Бақылау кезеңі.

Анықтаушы кезеңнің міндеттері мыналарды қамтыды:

- Зерттеу тақырыбын ескере отырып, физиканы ағылшын тілінде оқыту әдістемесін жетілдірумен және дамытумен айналысатын шетелдік және отандық ғалымдардың ғылыми еңбектерін зерттеу.

- Педагогикалық физика саласындағы STEAM CLIL әдістемесін қолдана отырып, оқыту мәселелері бойынша ғылыми зерттеулерді талдау.

- Эксперимент жүргізу үшін белгілі бір топты таңдау және оны зерттеу. Эксперименттік және бақылау топтарын жасақтау;

1-курс ЖФИ-311, ЖФИ-312 білім алушыларынан бақылау және эксперимент топ таңдалды:

ЖФИ-311 – бақылау тобына 19 білім алушы қатысты;

ЖФИ-312 – эксперимент тобына 19 білім алушы қатысты.

Тәжірибелік-эксперименттік зерттеу шеңберінде эксперименттік және бақылау топтарында дидактикалық құралдар жүйесінің әртүрлі түрлері қолданылды.

Бақылау кезеңінің міндеттері мыналарды қамтыды:

- CLIL технологиясын қолдана отырып, ғылыми болжамды және оқыту әдістемесінің тиімділігін қайта бағалау.

- Алынған эксперимент нәтижелерін талдау.

- Нәтижелерді статистикалық өңдеу және алынған деректерді жалпылау.

Ұсынылған әдістемелік құралдың тиімділігін растау үшін зерттеу әдістері негізінде Крамер-Уэлч Критерийі қолданылды.

Берілген критерийдің эмпирикалық мәні  $N$  және  $M$  көлеміндегі  $x$  және  $y$  үлгілерінің сипаттамаларын, сондай-ақ  $\bar{x}$  және  $\bar{y}$  таңдамалы орташа мәндері мен  $D_x$  және  $D_y$  таңдамалы дисперсияларын есептеу үшін қажетті ақпараттың негізінде анықталады. Бұл мәндер Excel

бағдарламасында сипаттамалық статистика құралының формулалары арқылы терең талдау нәтижесінде алынған (2, 3-кестелер).

x және y білім алушылардың тест нәтижелері:

$x = (x_1, x_2, \dots, x_N)$  – эксперимент тобы

$y = (y_1, y_2, \dots, y_M)$  – бақылау тобы

- N және M жалпы білім алушылар саны:

N – эксперимент тобы

M – бақылау тобы

$\bar{x}$  және  $\bar{y}$  білім алушылардың тест нәтижелерінің орташа мәндері:

$\bar{x}$  – эксперимент тобы

$\bar{y}$  – бақылау тобы

-  $D_x$  және  $D_y$  таңдамалы дисперсиялары:

$D_x$  – эксперимент тобы

$D_y$  – бақылау тобы

$\bar{x}$  және  $\bar{y}$  таңдамалы орташа мәндері және салыстырылатын үлгілердің  $D_x$  және  $D_y$  таңдамалы дисперсиялары (1) және (2) формулалары арқылы қолмен есептеуге болады.

$$x = \frac{1}{N} (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{n-1} + x_n) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (1)$$

$$D_x = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \quad (2)$$

**2-кесте – Зерттеу әдістері негізінде тәжірибеге дейінгі Крамер-Уэлч критерийімен есептелінген Excel компьютерлік бағдарламасындағы эксперимент нәтижелері**

	Жалпы қатысқан білім алушылар саны	Білім алушылардың тест нәтижелерінің орташа мәндері	$D_x$ және $D_y$ таңдамалы дисперсиялары
Эксперимент тобы	19	18,33	28,193
Бақылау тобы	19	18,08	21,79

**3-кесте – Зерттеу әдістері негізінде тәжірибеден кейінгі Крамер-Уэлч критерийімен есептелінген Excel компьютерлік бағдарламасындағы эксперимент нәтижелері**

	Жалпы қатысқан білім алушылар саны	Білім алушылардың тест нәтижелерінің орташа мәндері	$D_x$ және $D_y$ таңдамалы дисперсиялары
Эксперимент тобы	19	24,3	23,689
Бақылау тобы	19	19,3	25,267

Крамер-Уэлч критерийі екі үлгінің орташа теңдік гипотезасын тексеру үшін қолданылады. Салыстырылған үлгілер үшін осы критерийді бағалау үшін оның эмпирикалық мәнін есептеуге мүмкіндік беретін (3) формула қолданылады.

$$T_{emp} = \frac{\sqrt{M \cdot N} |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}} \quad (3)$$

Есептеулер формула бойынша Excel компьютерлік бағдарламасындағы сипаттамалық статистика құралы арқылы есептелінді (4-кесте).

**4-кесте – Зерттеу әдістері негізінде тәжірибеден кейінгі және дейінгі Крамер-Уэлч критерийімен есептелінген Excel компьютерлік бағдарламасындағы эксперимент нәтижелері**

	Тәжірибеге дейін	Тәжірибеден кейін
$T_{эмп}$	0,285	2,9854

Бұл мәнді  $T_{0,05} = 1,96$  критикалық мәнімен салыстырамыз:

- Егер  $T_{эмп} \leq 1,96$  теңдігі орын алса, онда «салыстырылатын үлгілердің сипаттамалары 0,05 деңгейінде сәйкес келеді» деген тұжырымға келуге болады;

- Керісінше, егер  $T_{эмп} > 1,96$  болса, «салыстырылатын үлгілердің сипаттамалары арасындағы айырмашылықтардың сенімділігі 95% құрайды» деп айтуға негіз бар.

Аталған нәтижелерді алу үшін, алдымен эксперимент басталмай тұрып, бақылау және эксперименттік топтағы есептеулердің санын салыстырып шықтық. Нәтижесінде  $T_{эмп} = 0,285 \leq 1,96$  мәніне қол жеткіздік. Осылайша, эксперимент басталмай тұрып бақылау және эксперименттік топтардың сипаттамаларының сәйкес келуіне қатысты гипотезамыз 0,05 деңгейінде қабылданды.

Енді эксперимент аяқталғаннан кейін бақылау және эксперименттік топтардың сипаттамаларын салыстыруды жүзеге асырамыз. Есептеу нәтижесінде  $T_{эмп} = 2,9854 > 1,96$  мәнін алдығымыз. Демек, эксперимент аяқталғанда бақылау және эксперименттік топтардың сипаттамалары арасында 95% сенімділікпен айырмашылық бар екенін қуәландыруға болады (4-сурет).



**4-сурет – Зерттеу әдістері негізінде тәжірибеге дейінгі және кейінгі Крамер-Уэлч критерийімен есептелінген бақылау және эксперимент топтарының эксперимент нәтижелері**

Осылайша, эксперименттік және бақылау топтарының бастапқы күйлері (эксперимент басталғанға дейін) бір-біріне сәйкес келсе, эксперимент аяқталғаннан кейінгі күйлері арасындағы айырмашылықтар анық байқалады. Сондықтан, алынған өзгерістердің әсері

эксперименттік оқыту әдістемесін енгізумен тікелей байланысты деп қорытындылауға болады.

### **Қорытынды**

Бұл мақаланың аясындағы зерттеуде STEAM CLIL технологиясының білім беру процесіндегі тиімділігі жан-жақты қарастырылып, оның физиканы оқытуда қолданылу ерекшеліктері талданды. Ғылыми еңбектерге жүргізілген жүйелі талдау (Systematic Literature Review, SLR) нәтижесінде STEAM CLIL әдісінің физика пәнінде білім алушылардың академиялық жетістіктері мен мотивациясын арттырудағы маңызы анықталды. Бұл тәсіл студенттердің пәндік білімін тереңдетіп қана қоймай, олардың тілдік дағдыларын дамытуға және ғылыми терминологияны меңгеруге мүмкіндік беретінін көрсетті. Зерттеу барысында STEAM CLIL элементтері жан-жақты зерделеніп, цифрлық білім беру ресурстарының мүмкіндіктері сарапталды. Қашықтықтан оқыту жағдайында STEAM CLIL технологияларын тиімді пайдалану үшін «Physics eBook – I» (Based on STEAM+CLIL) бағдарламасы әзірленіп, оның механика бөлімін оқытудағы әсері зерттелді.

Бұл бағдарлама 14 тараудан тұрып, әрбір тарауға теориялық материалдар, ағылшын тіліндегі терминологиялық түсіндірмелер және тест тапсырмалары енгізілген. Бағдарламаның оқу үдерісіне енгізілуі білім алушылардың пәнге деген қызығушылығын арттырып, материалды меңгеру деңгейін жақсартты.

Педагогикалық эксперимент шеңберінде эксперименттік және бақылау топтары арасында STEAM CLIL әдістемесінің тиімділігі салыстырылды. Эксперименттік топ STEAM CLIL тәсілі бойынша оқытылып, олардың физикалық заңдар мен құбылыстарды терең түсінуі, ғылыми ойлау қабілеттері және ағылшын тілінде оқу материалдарын меңгеру деңгейі жоғарылағаны анықталды. Бақылау тобы дәстүрлі оқыту әдістері бойынша білім алды, бірақ олардың оқу жетістіктері мен пәнаралық байланыстарды қолдану қабілеті айтарлықтай төмен болып шықты. Зерттеу барысында алынған деректер статистикалық-математикалық талдау әдістері арқылы өңделді.

STEAM CLIL моделін қолдану студенттердің креативті ойлауын, проблемалық тапсырмаларды шешу қабілетін, зерттеушілік дағдыларын дамытатыны анықталды. Сонымен қатар, бұл әдіс студенттердің өздігінен оқу белсенділігін арттыруға, ғылыми терминдерді ағылшын тілінде дұрыс қолдануға, эксперименттік зерттеулер жүргізуге деген қызығушылығын күшейтуге ықпал етті. Қашықтықтан оқытуда STEAM CLIL әдісін енгізу үшін түрлі бейнеконференциялық платформалар (Microsoft Teams, Google Meet, Zoom) және онлайн оқыту жүйелері (iSpring Learn, WebTutor, Teachbase) қолданылды. Бұл ресурстар студенттердің топтық жұмыс жасау дағдыларын дамытумен қатар, оқу материалдарын түсініп, оны ағылшын тілінде еркін талдауға мүмкіндік берді.

Жалпы, зерттеу нәтижелері STEAM CLIL моделін қолдану оқыту сапасын жақсартып, студенттердің пәндік және тілдік білімдерін интеграциялау арқылы олардың зерттеушілік қабілеттерін арттыруға ықпал ететінін көрсетті. Білім беру процесінде цифрлық ресурстарды пайдалану, пәнаралық интеграцияны күшейту және инновациялық оқыту әдістерін енгізу арқылы STEAM CLIL технологиясының әлеуетін толық жүзеге асыруға болады. Бұл тәсіл Қазақстанның білім беру жүйесін халықаралық стандарттарға сәйкестендіруге, студенттердің инженерлік және ғылыми құзыреттіліктерін дамытуға бағытталған маңызды қадам болып табылады.

Осылайша, алынған нәтижелер STEAM CLIL моделін оқыту үдерісіне енгізу білім алушылардың білім беру тәжірибесін байытуға, олардың танымдық белсенділігін арттыруға және болашақ кәсіби қызметіне қажетті дағдыларды қалыптастыруға елеулі үлес қосатынын дәлелдеді. Бұл әдістемені одан әрі жетілдіру үшін цифрлық платформалардың

мүмкіндіктерін кеңейту, оқытушылардың біліктілігін арттыру және зертханалық эксперименттерді оқыту процесіне тереңірек енгізу маңызды болып табылады.

*Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылды (Грант №AP22787500).*

## REFERENCES

1. Şenel M. CLIL and digital natives // International Journal of Languages' Education. – 2015. – Vol. 1 (UDES 2015). <https://doi.org/10.18298/ijlet.461>
2. Capone R., Del Sorbo M.R., Fiore O. A flipped experience in physics education using CLIL methodology // Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. – 2017. – Vol. 13, №10. – P. 6579–6582. <https://doi.org/10.12973/ejmste/77044>
3. Kovrizhnykh D.V. Analysis of Teaching Physics Through Interim Language as Preconditions for Humanitarian Training of Science Teachers for Differentiated Approach in CLIL // Journal of Higher Education Theory and Practice. – 2022. – Vol. 22, №8. – P. 19–32. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v22i8.5312>
4. Nikula T. Hands-on tasks in CLIL science classrooms as sites for subject-specific language use and learning // System. – 2015. – Vol. 54. – P. 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.system.2015.04.003>
5. Rosi F. Content-Specific Learning in CLIL: The case of physics teaching in Italy // EL.LE. – 2018. – №1. – P. 27–49. <https://doi.org/10.30687/elle/2280-6792/2018/01/002>
6. Zhetpisbayeva B., Syrymbetova L., Chizhevskaya Y. Interlingual Interference in CLIL Learning // World Journal of English Language. – 2023. – Vol. 13, №8. – P. 100–107. <https://doi.org/10.5430/wjel.v13n8p100>
7. Bin Amiruddin M.Z., Magfiroh D.R., Savitri I., Binti Rahman S.M.I. Analysis of The Application of The STEAM Approach to Learning In Indonesia: Contributions to Physics Education // International Journal of Current Educational Research. – 2022. – Vol. 1, №1. – P. 1–17. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v1i1.139>
8. Bai Y., Peng D., Yang J. Design of virtual physics laboratory based on STEAM education // International Conference on Education, Economics and Information Management (ICEEIM 2019). – Atlantis Press, 2020. – P. 18–21. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200401.006>
9. Witdiya T., Supriadi G., Supriatin A., Annovasho J. The Effect of STEAM Learning on Improving Each Indicator of Students' Creative Thinking in Physics Learning // Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika. – 2023. – Vol. 7, №1. – P. 42. <https://doi.org/10.20527/jipf.v7i1.7158>
10. Anisimova T.I., Sabirova F.M., Shatunova O.V. Formation of design and research competencies in future teachers in the framework of STEAM education // International Journal of Emerging Technologies in Learning. – 2020. – Vol. 15, №2. – P. 204–217. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>
11. Bassachs M., Cañabate D., Nogué L., Serra T., Bubnys R., Colomer J. Fostering critical reflection in primary education through STEAM approaches // Education Sciences. – 2020. – Vol. 10, №12. – P. 1–14. <https://doi.org/10.3390/educsci10120384>
12. Usembayeva I.B., Ramankulov Sh.Zh., Bitibaeva J.M., Moldabekova M.S., Polatuky S. The use of STEAM technology for the development of applied physics teaching // Bulletin of Abai KazNPU. Series Physical and Mathematical Sciences. – 2023. – №4(80). – Б. 277–284. <https://doi.org/10.51889/6602.2022.72.66.032> [in Kazakh]
13. Ramankulov Sh., Choruh A., Polatuly C. STEAM technology as a tool for developing creativity of students: on the example of a school physics course // Iasaui Universitetinin habarshysy. – 2022. – №4(126). – P. 200–211. <https://doi.org/10.47526/2022-4/2664-0686.17>
14. Shatunova O., Anisimova T., Sabirova F., Kalimullina O. STEAM as an innovative educational technology // Journal of Social Studies Education Research. – 2019. – Vol. 10, № 2. – P. 131–144.
15. Martyniuk O.O., Martyniuk O.S., Pankevych S., Muzyka I. Educational direction of STEM in the system of realization of blended teaching of physics // Educational Technology Quarterly. – 2021. – № 3. – P. 347–359. <https://doi.org/10.55056/etq.39>

16. Sulaiman F., Rosales J.J., Kyung L.J. The effectiveness of the integrated STEM-PBL physics module on students' interest, sensemaking and effort // *Journal of Baltic Science Education*. – 2023. – Vol. 22, №1. – P. 113–129. <https://doi.org/10.33225/jbse/23.22.113>
17. Sagala R., Umam R., Thahir A., Saregar A., Wardani I. The effectiveness of STEM-based on gender differences: the impact of physics concept understanding // *European Journal of Educational Research*. – 2019. – Vol. 8, №3. – P. 753–761. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.3.753>
18. Yusuf I., Widyaningsih S. W. HOTS profile of physics education students in STEM-based classes using PhET media // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2019. – Vol. 1157. – №3. – C. 032021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032021>
19. Asrizal A., Mardian V., Novitra F., Festiyed F. Physics electronic teaching material-integrated STEM education to promote 21st-century skills // *Cypriot Journal of Educational Sciences*. – 2022. – Vol. 17, №8. – P. 2899–2914. <https://doi.org/10.18844/cjes.v17i8.7357>
20. Yunzal A.N. Jr., Casinillo L.F. Effect of Physics Education Technology (PhET) Simulations: Evidence from STEM Students' Performance // *Journal of Education Research and Evaluation*. – 2020. – Vol. 4, №3. – P. 221–226. <https://doi.org/10.23887/jere.v4i3.27450>