

https://doi.org/10.51885/3134-8025_IICS_2026_2_4

XFTAP 14.35.09

БІЛІМ БЕРУДІҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ОҚЫТУШЫЛАРДЫҢ БІЛІКТІЛІГІН АРТТЫРУ ЖҮЙЕСІНДЕ STEM-ӘДІСТЕРДІ ОНТОЛОГИЯЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР НЕГІЗІНДЕ ИНТЕГРАЦИЯЛАУ

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИНТЕГРАЦИЯ STEM-МЕТОДОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

ONTOLOGICAL MODELING AND INTEGRATION OF STEM METHODS BASED ON INFORMATION TECHNOLOGIES IN TEACHER PROFESSIONAL DEVELOPMENT SYSTEMS UNDER THE CONDITIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION OF EDUCATION

М.Ж. Базарова ^{1*}, Қ. Алибекқызы ¹, С. Адиканова ², Р. Komada ³

¹Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

²Сәрсен Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен қ., Қазақстан

³Люблин технологиялық университеті, Люблин қ., Польша

*Жауапты автор: Базарова Мадина Жомартовна, e-mail: madina_vkgtu@mail.ru

Түйінді сөздер:

STEM-білім беру,
оқытушылардың
біліктілігін арттыру,
кәсіби құзыреттілік, білім
берудің цифрлық
трансформациясы, STEM-
әдістер, әдіснамалық
модель, құзыреттілікті
бағалау.

ТҮЙІНДЕМЕ

Мақала білім берудің цифрлық трансформациясы жағдайында оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіне STEM-әдістерді интеграциялау мәселелерін зерттеуге арналған. Жұмыстың өзектілігі мұғалімдердің заманауи білім беру ортасы мен цифрлық экономиканың талаптарына сәйкес келетін кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыру қажеттілігіне байланысты. Зерттеудің мақсаты оқытушылардың цифрлық, сыни, зерттеу және жобалау-инженерлік құзыреттерін тиімді дамытуды қамтамасыз ететін негізгі STEM-әдістерді талдау және іріктеу болып табылады. Зерттеу әдістері ретінде ғылыми дереккөздерді талдау, педагогикалық тәжірибелерді жүйелеу, STEM әдістерінің, құзыреттерінің, индикаторлары мен бақылау формаларының сәйкестік матрицасын модельдеу және әзірлеу қолданылды. Нәтижесінде STEM-әдістер кешені қалыптастырылды және оқыту нәтижелерінің өлшемділігі мен қайталануын қамтамасыз ететін оқытушылардың біліктілігін арттыру процесіне оларды интеграциялау моделі әзірленді. Зерттеудің ғылыми жаңалығы құзыреттілік және онтологиялық тәсілдер негізінде STEM әдістерін жүйелеуде жатыр. Жұмыстың практикалық маңыздылығы педагогикалық кадрлардың біліктілігін арттыру бағдарламаларын әзірлеу кезінде алынған нәтижелерді қолдану мүмкіндігінен тұрады.



Ключевые слова:

STEM-образование,
повышение
квалификации
преподавателей,
профессиональные
компетенции, цифровая
трансформация
образования, STEM-
методы,
методологическая
модель, оценка
компетенций.

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена исследованию вопросов интеграции STEM-методов в систему повышения квалификации преподавателей в условиях цифровой трансформации образования. Актуальность работы обусловлена необходимостью формирования у педагогов профессиональных компетенций, соответствующих требованиям современной образовательной среды и цифровой экономики. Целью исследования является анализ и отбор ключевых STEM-методов, обеспечивающих эффективное развитие цифровых, критических, исследовательских и проектно-инженерных компетенций преподавателей. В качестве методов исследования использованы анализ научных источников, систематизация педагогических практик, моделирование и разработка матрицы соответствия STEM-методов, компетенций, индикаторов и форм контроля. В результате сформирован комплекс STEM-методов и разработана модель их интеграции в процесс повышения квалификации преподавателей, обеспечивающая измеримость и воспроизводимость результатов обучения. Научная новизна исследования заключается в систематизации STEM-методов на основе компетентностного и онтологического подходов. Практическая значимость работы состоит в возможности применения полученных результатов при разработке программ повышения квалификации педагогических кадров.

keywords:

STEM education, teacher
training, professional
competencies, digital
transformation of
education, STEM methods,
methodological model,
competence assessment.

ABSTRACT

The article is devoted to the study of the integration of STEM methods into the teacher training system in the context of the digital transformation of education. The relevance of the work is due to the need for teachers to develop professional competencies that meet the requirements of the modern educational environment and the digital economy. The purpose of the study is to analyze and select key STEM methods that ensure the effective development of digital, critical, research, and design engineering competencies of teachers. The research methods used are analysis of scientific sources, systematization of pedagogical practices, modeling and development of a matrix of compliance with STEM methods, competencies, indicators and forms of control. As a result, a set of STEM methods was formed and a model for their integration into the teacher training process was developed, ensuring the measurability and reproducibility of learning outcomes. The scientific novelty of the research lies in the systematization of STEM methods based on competence-based and ontological approaches. The practical significance of the work lies in the possibility of applying the results obtained in the development of professional development programs for teaching staff.

КІРІСПЕ

Жаһандық цифрлық трансформация және білім экономикасына көшу жағдайында білім беру жүйесін жаңғырту стратегиялық маңызға ие болады. Қазақстан Республикасында бұл процестер мемлекеттік саясаттың басым бағыты ретінде қарастырылады, бұл білім беру процесін белсенді цифрландыруда, инновациялық педагогикалық технологияларды енгізуде және білім беру ортасын ұйымдастыру нысандарын жаңартуда көрінеді. Бұл тұрғыда мұғалімдердің цифрлық және пәнаралық білім беру ортасында жұмыс істеуге дайындығын қамтамасыз ететін кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыру мәселесі ерекше өзекті болып отыр.

Заманауи зерттеулер білім берудегі цифрлық түрлендірулердің тиімділігі негізінен оқытушылардың кәсіби дайындық деңгейімен, олардың оқытудың инновациялық әдістерін қолдану және цифрлық құралдарды білім беру практикасына біріктіру қабілетімен анықталатынын атап көрсетеді. Ғылыми әдебиеттерде педагогтардың біліктілігін арттырудың құзыреттілік, жүйелік және цифрлық-бағдарланған тәсілдері, сондай - ақ STEM-және STEAM-білім беруді енгізуге арналған зерттеулер кеңінен ұсынылған. Сонымен қатар, STEM-әдістерді жүйелеу және оларды оқыту нәтижелерінің өлшемділігі мен қайталануын ескере отырып, оқытушылардың біліктілігін арттыру бағдарламаларына мақсатты интеграциялау мәселелерінің жеткіліксіз әзірленуі сақталуда (Bybee, R. W. (2013), Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006), OECD. (2019)).

Оқытушылардың кәсіби қызметіне қойылатын талаптардың артуы жағдайында қолданылатын STEM әдістерін қалыптасқан құзыреттермен және оларды бағалау құралдарымен байланыстыруға мүмкіндік беретін әдіснамалық модельдерді әзірлеу ерекше маңызға ие. Осы процеске бірыңғай ресімделген тәсілдердің болмауы педагог кадрлардың біліктілігін арттырудың құрылымдық және бейімделу модельдерін әзірлеуге бағытталған әрі қарайғы зерттеулердің қажеттілігін негіздейді (OECD. (2021), European Commission. (2022), Li, Y., Schoenfeld, A. H., et al. (2020), Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014)).

Осы зерттеудің мақсаты негізгі STEM-әдістерді талдау және іріктеу, сондай-ақ оларды ХХІ ғасырдың кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыруға бағытталған оқытушылардың біліктілігін арттыру процесіне интеграциялау моделін әзірлеу болып табылады. Жұмыста қойылған мақсатқа қол жеткізу үшін мынадай міндеттер шешіледі: құзыреттілік тәсіл тұрғысынан STEM-әдістерді жүйелеу; нысаналы кәсіби құзыреттер тізбесін және олардың қалыптасу индикаторларын айқындау; "STEM-әдіс – құзыреттілік – индикаторлар – құралдар – Бақылау нысандары"сәйкестік матрицасын әзірлеу; оқытушылардың біліктілігін арттырудың тиімділігін бағалаудың әдіснамалық негіздерін негіздеу (Сарсенбаева, Г. Ж. (2021)).

Зерттеу нысаны білім берудің цифрлық трансформациясы жағдайында оқытушылардың біліктілігін арттыру процесі болып табылады. Зерттеу пәні мұғалімдердің кәсіби құзыреттілігін қалыптастырудың STEM-әдістерін және оларды біліктілікті арттыру жүйесіне интеграциялау тетіктерін құрайды. Зерттеудің негізгі әдістері ретінде ғылыми дереккөздерді талдау, модельдеу, педагогикалық тәжірибелерді жүйелеу, сондай-ақ онтологиялық және құзыреттілік тәсілдердің элементтері қолданылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы оқытушылардың кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыру тұрғысынан STEM әдістерін жүйелі жіктеуде және біліктілікті арттыру процестерін ресімдеу үшін онтологиялық модельдеуді қолдануда жатыр. Кіріспеде ұсынылған тәсіл зерттеудің ғылыми векторын белгілейді және мақаланың негізгі бөлігінде ұсынылған нәтижелерді одан әрі ұсынудың логикалық негізі болып табылады.

Мұғалімнің кәсіби дамуы әр түрлі іс-шара ретінде емес, дәйекті және өзара байланысты кезеңдерді қамтитын біртұтас және үздіксіз процесс ретінде қарастырылуы керек. Тұжырымдамалық модель шеңберінде мұғалімнің кәсіби құзыреттілігін дамыту циклдік жүйе түрінде ұсынылады, онда әр кезең алдыңғы кезеңнің нәтижелеріне сүйенеді және одан әрі кәсіби өсу үшін негіз қалыптастырады (Ибрагимова, Л. А. (2019)).

Тұжырымдамалық құрылым диагностикалық, жобалық, білім беру және аналитикалық процестерді біртұтас интеллектуалды жүйеге біріктіреді. Бұл біліктілікті арттыру тиімділігін арттырып қана қоймай, білім беруді цифрлық трансформациялау контекстінде оқытушылардың дербестендірілген кәсіби дамуы үшін тұрақты негіз құруға мүмкіндік береді.

ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

Зерттеу объектісі ретінде STEM-бағдарланған білім беру тәсілдерін енгізу жағдайында оқытушылардың біліктілігін арттыру процесі қарастырылады. Зерттеу пәні оқытушылардың кәсіби құзыреттілігін қалыптастырудың STEM әдістері, сондай-ақ оларды біліктілікті арттыру жүйесіне интеграциялау тетіктері болып табылады.

Зерттеу материалдары отандық және шетелдік авторлардың STEM-білім беру, білім беруді цифрлық трансформациялау және құзыреттілік тәсіл мәселелері бойынша ғылыми жарияланымдары, білім беру саласындағы нормативтік-құқықтық құжаттар, сондай-ақ оқытушылардың біліктілігін арттырудың білім беру бағдарламалары болды. Зерттеу барысында цифрлық білім беру платформалары мен бағдарламалық құралдар, соның ішінде оқытуды басқару жүйелері, бірлескен жобалық қызмет құралдары, цифрлық модельдеу және деректерді талдау құралдары пайдаланылды, олардың сипаттамалары заманауи білім беру тәжірибелерінің талаптарына сәйкес келеді.

Зерттеудің әдіснамалық негізін оқытушылардың кәсіби даму үдерісін тұтас қарауды қамтамасыз ететін жүйелі, құзыреттілік және онтологиялық тәсілдер құрайды (Ташкенбаева, А.Б., Ахметова, Д. К. (2023)). Зерттеу әдістері ретінде ғылыми дереккөздерді талдау және жалпылау, педагогикалық тәжірибелерді салыстырмалы талдау, кәсіби құзыреттерді модельдеу және құрылымдау, сондай-ақ "STEM – әдіс – құзыреттілік – индикаторлар – құралдар-Бақылау нысандары" сәйкестік матрицасын әзірлеу қолданылды.

Кәсіби құзыреттердің қалыптасуын бағалау үшін сараптамалық бағалау әдісі және құзыреттердің даму деңгейін (төмен, орташа, жоғары) сандық анықтауға мүмкіндік беретін индикаторлардың балдық шкаласы пайдаланылды. Нәтижелерді өңдеу математикалық статистика әдістерін және алынған деректердің объективтілігі мен қайталануын қамтамасыз ететін көрсеткіштерді нормалау әдістерін қолдану арқылы жүзеге асырылды.

Зерттеудің дәйектілігі аналитикалық кезеңді (теориялық және нормативтік дереккөздерді зерттеу), жобалау кезеңін (STEM әдістерін интеграциялаудың тұжырымдамалық және онтологиялық модельдерін әзірлеу) және ұсынылған модельдің тиімділігін талдауға бағытталған бағалау кезеңін қамтыды. Қолданылған әдістер мен процедуралар зерттеуді ұқсас жағдайларда қайталауға және алынған нәтижелерді оқытушылардың біліктілігін арттыру тәжірибесінде қолдануға мүмкіндік береді.

Оқытушылардың біліктілігін арттырудағы STEM-тәсіл қолданбалы есептерді шешуге, нақты процестерді модельдеуге және зерттеушілік ойлауды дамытуға бағытталған оқытудың белсенді және интерактивті әдістерін пайдалануды көздейді (Габдуллин, Р.Р., Сулейменова, А.Т. (2022), Кузьмин, Н.В., Сергеева, М.В. (2020)). STEM-дің негізгі әдістеріне жобалау-зерттеу қызметі, проблемалық-бағдарланған оқыту, кейстерге негізделген оқыту (case-based learning), инженерлік жобалау, сондай-ақ цифрлық симуляторларды, виртуалды зертханаларды және аналитикалық платформаларды пайдалану жатады.

Педагогтарға ғылым, технология, инженерия және математика элементтерін біріктіретін пәнаралық білім беру жобаларын әзірлеуге және сынақтан өткізуге мүмкіндік беретін жобалық оқыту әдісі ерекше маңызға ие. Біліктілікті арттыру процесінде мұндай жобаларды іске асыру топтық жұмыс, сыни талдау, жүйелік ойлау және деректер негізінде шешім қабылдау дағдыларын дамытуға ықпал етеді.

Проблемалық-бағдарланған және зерттеушілік оқыту әдістері оқытушылардың білім беру проблемаларын өз бетінше анықтау, гипотезаларды тұжырымдау, зерттеудің барабар құралдарын таңдау және алынған нәтижелерді түсіндіру қабілетін қалыптастыруды қамтамасыз етеді. Бұл өз кезегінде мұғалімдердің STEM және STEAM тәсілдерін нақты білім беру практикасына енгізуге дайындығын арттырады.

Виртуалды зертханаларды, деректерді талдау платформаларын, бағдарламалау орталарын және цифрлық модельдеуді қоса алғанда, цифрлық STEM құралдарын біріктіру оқытуды жекелеңдіру мүмкіндіктерін кеңейтеді және біліктілікті арттыру бағдарламаларын оқытушылардың жеке кәсіби қажеттіліктеріне бейімдеуге мүмкіндік береді. Осы құралдарды пайдалану цифрлық сауаттылықты және заманауи білім беру технологияларымен жұмыс істеудің тұрақты дағдыларын қалыптастыруға ықпал етеді.

Осылайша, оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіне негізгі STEM-әдістерді анықтау және енгізу оқытудың практикалық бағыттылығын, оның тиімділігін арттыруды және білім берудің цифрлық трансформациясының қазіргі заманғы талаптарына сәйкестігін қамтамасыз ететін кәсіби дамудың тұжырымдамалық моделінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады (Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006), Абдрахманова, Г. И. (2021), Беспалова, О. В. (2020)).

Оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіндегі STEM-әдістер, оқытушының қалыптастырылатын құзыреттері және оларды іске асыру құралдары 1-кестеде келтірілген.

1-кесте. Оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіндегі
STEM-әдістер

STEM-әдіс	Қалыптастырылатын құзыреттер оқытушының	Аспаптар және қаражат іске асыру
Жобалық-зерттеушілік оқыту (Project-Based Learning)	Жобалық құзыреттілік, сыни тұрғыдан ойлау, пәнаралық интеграция, топтық жұмыс	Trello, Miro, Google Workspace, GitHub, LMS-платформалар
Проблемалық- бағдарлы оқыту (Problem-Based Learning)	Аналитикалық ойлау, кешенді есептерді шешу, педагогикалық дизайн	Кейс-платформалар, Padlet, цифрлық кейстер, интерактивті сценарийлер
Инженерлік жобалау (Engineering Design Process)	Инженерлік ойлау, жүйелік талдау, технологиялық сауаттылық	АЖЖ- жүйелері, Tinkercad, Arduino IDE, тренажерлар
Зерттеушілік оқыту (Inquiry-Based Learning)	Зерттеушілік құзыреттілік, мәліметтермен жұмыс, ғылыми ойлау	SPSS, Python, Jupyter Notebook, Excel, цифрлық зертханалар
Үлгілеу және модельдеу	Цифрлық құзыреттілік, абстрактілі ойлау, процестерді визуализациялау	PhET, AnyLogic, MATLAB, виртуалды зертханалар
Пәнаралық STEM/STEAM- модульдер	Креативтілік, интегративті ойлау, педагогикалық икемділік	LMS, VR/AR орталары, мультимедиялық платформалар
<i>Ескерту – автор Беспалов О.В. (2020) деректері негізінде жасаған</i>		

Құзыреттіліктің интегралды көрсеткішін есептеу әдістемесі.

Оқытушылардың кәсіби құзыреттіліктерінің қалыптасу деңгейін сандық тұрғыдан бағалау үшін интегралды көрсеткішті есептеу әдістемесі қолданылды. Бұл әдістеме STEM-әдістерді меңгеру нәтижелерін, цифрлық құралдарды пайдалану қабілетін, зерттеушілік және интегративтік дағдыларды кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді.

Бағалау бірнеше кезең бойынша жүргізілді. Бірінші кезеңде әрбір құзыреттілікке сәйкес келетін индикаторлар анықталды. Әр индикатор оқытушының белгілі бір әрекетті орындау деңгейін немесе нақты нәтижеге қол жеткізуін сипаттайды. Мысалы, цифрлық құзыреттілік үшін цифрлық платформаларды қолдану, білім беру ресурстарын әзірлеу, онлайн өзара әрекеттесуді ұйымдастыру сияқты индикаторлар алынды.

Екінші кезеңде әр индикатор балдық шкала бойынша бағаланды. Зерттеуде 0-ден 4 балға дейінгі шкала қолданылды: 0 балл – индикатор көрінбейді немесе қалыптаспаған; 1 балл – төмен деңгей; 2 балл – ортадан төмен деңгей; 3 балл – жеткілікті деңгей; 4 балл – жоғары деңгей. Мұндай шкала құзыреттіліктің көріну дәрежесін біріздендірілген түрде тіркеуге мүмкіндік береді.

Үшінші кезеңде әрбір жеке құзыреттілік бойынша жинақталған көрсеткіш есептелді. Ол (1) формуламен анықталды:

$$C_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} w_i * x_i}{\sum_{i=1}^{n_j} w_i} \quad (1)$$

мұндағы

C_j – j-құзыреттілік бойынша жинақталған көрсеткіш;

x_i – i-индикатор бойынша алынған балл;

w_i – i-индикатордың салмақ коэффициенті;

n_j – j-құзыреттілікке кіретін индикаторлар саны.

Осы зерттеуде индикаторлардың маңыздылығы тең деп қабылданғандықтан, олардың салмақ коэффициенттері бірдей алынды, яғни $w_i = 1$. Бұл жағдайда формула қарапайым арифметикалық ортаға келтіріледі.

Төртінші кезеңде барлық құзыреттіліктер бойынша жалпы интегралды көрсеткіш есептелді. Ол оқытушының кәсіби дайындық деңгейін кешенді сипаттайды және (2) формула бойынша анықталады:

$$I = \frac{\sum_{j=1}^{m_j} v_j * C_j}{\sum_{j=1}^{m_j} v_j} \quad (2)$$

мұндағы

I – құзыреттіліктің интегралды көрсеткіші;

C_j – j-құзыреттілік бойынша жинақталған мән;

v_j – j-құзыреттіліктің салмақ коэффициенті;

m_j – бағаланатын құзыреттіліктер саны.

Егер барлық құзыреттіліктер тең мағыналы деп қарастырылса, онда интегралды көрсеткіш (3) формула түрде есептеледі:

$$I = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m C_j \quad (3)$$

Есептеу нәтижелерін түсіндіру үшін интегралды көрсеткіш мәндері деңгейлерге бөлінді: 0,00–0,39 – төмен деңгей; 0,40–0,69 – орта деңгей; 0,70–1,00 – жоғары деңгей. Мұндай интерпретация оқытушылардың кәсіби құзыреттіліктерінің қалыптасу деңгейін салыстырмалы түрде талдауға мүмкіндік береді.

Ұсынылған әдістеме бағалау үдерісін формалдандыруға, нәтижелерді сандық түрде салыстыруға және STEM-әдістерді оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіне енгізу тиімділігін анықтауға жағдай жасайды. Сонымен қатар бұл тәсіл онтологиялық модель құрамындағы «құзыреттілік – индикатор – бағалау құралы – бақылау нысаны» арасындағы семантикалық байланыстарды практикалық бағалау рәсімімен ұштастыруға мүмкіндік береді.

НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

«Оқытушылардың біліктілігін арттыру процесінің онтологиясы» сыныптары мен қасиеттерінің тұжырымдамалық диаграммасы көрсеткі қасиеттерімен байланысқан тоғыз нөмірленген тіктөртбұрыштан (сыныптардан) тұрады. Әр блок онтологияның мәнін білдіреді (2-кесте).

2-кесте. Онтология сабақтарының сипаттамасы

№	Сыныптың атауы
1. Оқытушы	Орталық орталық. Біліктілікті арттыру үдерісіне қатысушының мүддесін білдіреді. Бастап оның шығады негізгі байланыстар басқаларға сыныптарға
2. Құзыреттілік	Оқытушының жеке кәсіби немесе цифрлық дағдыларын көрсетеді
3. Индикатор	Оқыту нәтижесіне қол жеткізудің нақты өлшенетін көрсеткіші
4. Бағалау	Құзыреттіліктерді тексеру немесе тестілеу нәтижелері
5. Білім беру модуль	Біліктілікті арттыру бағдарламасының элементі – белгілі бір құзыреттерді қамтитын курс немесе тақырып
6. Нәтиже оқытудың	Нұсқаушы меңгеруі тиіс нақты дағды немесе білім
7. Жеке дара траектория	Оқытушының кәсіби дамуының дербес бағыты
8. Тапшылық құзыреттер	Дамуды қажет ететін білімдегі немесе дағдылардағы анықталған кемшіліктер
9. Ұсыным	Тапшылықты жоюға арналған автоматтандырылған немесе сараптамалық курс/модуль ұсынысы
<i>Ескерту – автор Беспалов О.В. (2020) деректері негізінде жасаған</i>	

Әр көрсеткі екі сынып арасындағы семантикалық қатынасты (Объектілік қасиеттерді) көрсетеді. Көрсеткілер көзден нысанаға бағытталған. 3-кестеде онтологияның Объектілік қасиеттеріне сәйкес келетін барлық байланыстар келтірілген.

3-кесте. Онтология сыныптарының семантикалық қатынастары

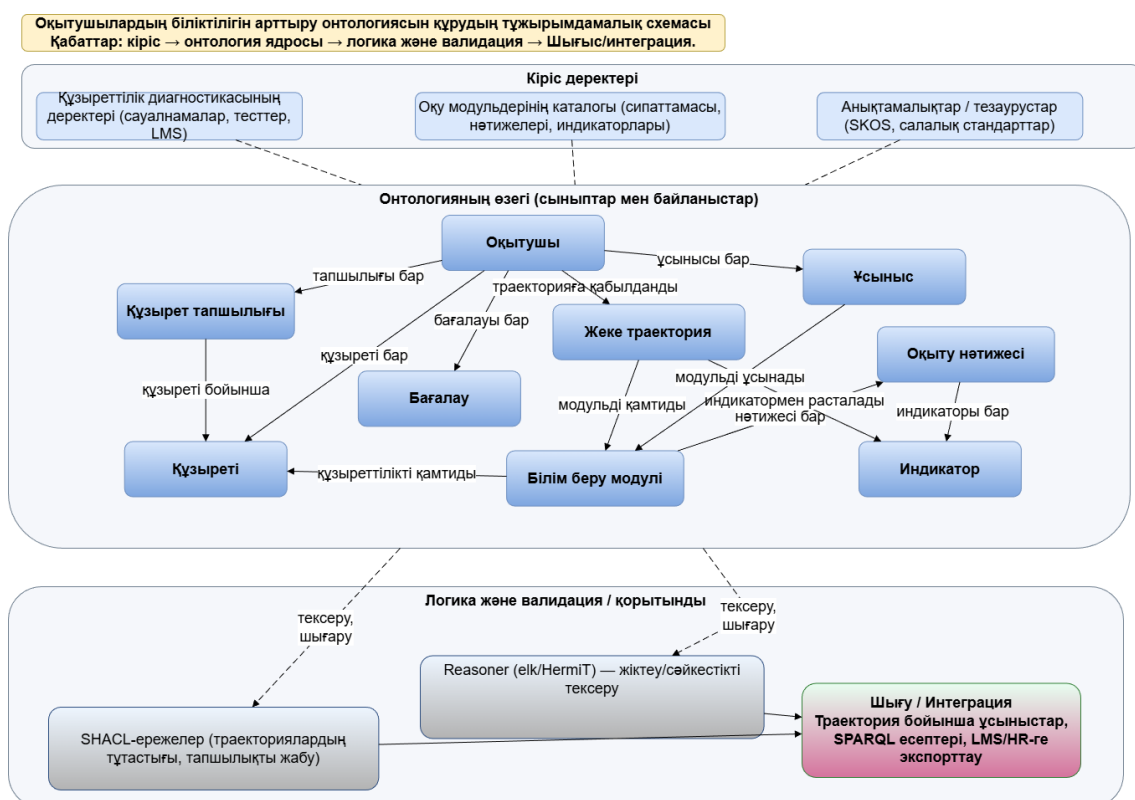
Байланыс бағыты	Объектілік қасиет атауы	Семантикалық түсіндірме
1	2	3
Оқытушы → Құзыреттілік	«ие болады құзыретімен»	оқытушының қазіргі мықты жақтарын көрсетеді
Оқытушы → Тапшылық құзыреттер	«бар тапшылық»	бекітеді облыстың, талап ететіндер дамытудың
Тапшылық құзыреттер → Құзыреттілік	«бойынша құзыреттер»	тапшылықтың қандай құзыретке жататынын нақтылайды
Жеке дара траектория → Білім беру модуль	«қамтиды модуль»	дербес жолды нақты курстармен байланыстырады
Білім беру модуль → Құзыреттілік	«жабады құзыретіне»	модульде қандай дағдылар дамитынын көрсетеді
Білім беру модуль → Нәтиже оқытудың	«бар нәтиже»	анықтайды күтілетін нәтижелер білім беру әсерлері

3-кестенің соңы

1	2	3
Нәтиже оқытудың → Индикатор	«бар индикатор»	нәтижені нақты өлшенетін көрсеткіштермен байланыстырады
Оқытушы → Индикатор	«расталады индикатормен»	бекітеді дерек жетістіктер құзыреттер
Оқытушы → Бағалау	«бар бағалау»	диагностика немесе тест нәтижелерін көрсетеді
Оқытушы → Жеке дара траектория	«есепке алынды арналған траекториясын»	мұғалімді өзінің жеке бағдарла- масымен байланыстырады
Оқытушы → Ұсыным	«бар ұсынымды»	жүйенің оқыту кеңесін құрғанын көрсетеді
Ұсыным → Білім беру модуль	«ұсынады модуль»	қандай курс тапшылықты жоюға көмектесетінін нақтылайды
Ескерту – авторлар Ташкенбаева, А.Б., Ахметова, Д.К. (2023) деректер негізінде құрастырған		

Оқытушылардың біліктілігін арттыру процестерінің бұл тұжырымдамалық моделі (1-сурет.) Protégé / WebProtégé құралдарында нақты онтологияны құруға негіз береді.

Әрбір тіктөртбұрыш (класс) owl: Class болады, әрбір көрсеткі owl:ObjectProperty болады және кіріс және шығыс блоктары интеграцияның семантикалық қабатының шекараларын анықтайды (Import/export RDF/CSV/LMS API).



1-сурет. Оқытушылардың біліктілігін арттыру процестерінің тұжырымдамалық моделі

Ескерту – авторлар Ташкенбаева, А.Б., Ахметова, Д.К. (2023) негізінде құрастырған

Мұғалімдердің кәсіби дамуының тұжырымдамалық моделі шеңберіндегі келесі кезең-оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіне интеграциялау үшін ең үлкен әлеуетке ие негізгі STEM әдістерін анықтау. Бұл кезең педагогтерде қазіргі білім беру ортасының талаптарына сәйкес келетін тәжірибеге бағытталған, пәнаралық және цифрлық құзыреттіліктерді қалыптастыруды қамтамасыз ететін педагогикалық әдістер мен технологияларды іріктеуге және жүйелеуге бағытталған.

Тұжырымдамалық модельдегі әрбір STEM әдісі тиісті құзыреттілік сыныптарымен (DigitalCompetence, ResearchCompetence, CriticalThinking, CommunicationSkill және т.б.) және педагогикалық іс-әрекеттермен (LearningActivity, AssessmentMethod, EducationalTool) байланысты онтологиялық сынып ретінде әрекет етеді. Бұл құрылым мұғалімнің кәсіби даму процесін өзара байланысты білім беру субъектілері мен олардың арасындағы қатынастардың жиынтығы ретінде ресімдеуге мүмкіндік береді.

Онтологиялық тәсілді қолдану мыналарды қамтамасыз етеді:

- кәсіби құзыреттілік контекстінде STEM әдістерін жүйелеу;
- оқыту әдістері, қалыптасқан Дағдылар мен цифрлық құралдар арасындағы логикалық байланыстарды анықтау;
- оқытушылардың біліктілігін арттырудың жеке траекторияларын бейімдеп жобалау мүмкіндігі.

Әдістемелік аспектіде бұл STEM-бағытталған біліктілікті арттыруды білім берудің цифрлық трансформациясының заманауи талаптарына сәйкес келетін ресми білім үлгілеріне негізделген басқарылатын және қайталанатын процесс ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Әдістемелік тұрғыдан алғанда, оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіндегі STEM әдістерін анықтау және жіктеу тұжырымдамалық модельдің аспаптық деңгейінің функциясын орындайды. Олар құзыреттердің теориялық сипаттамасынан оларды қалыптастыру тетіктерін практикалық іске асыруға көшуді қамтамасыз етеді.

STEM әдістерін құзыреттіліктің онтологиялық моделіне біріктіру мүмкіндік береді:

- педагогикалық тәжірибені рәсімдеу;
- оқытушылардың кәсіби өсуін бағалаудың ашықтығын арттыру;
- сандық платформалар мен біліктілікті арттыруды қолдаудың интеллектуалды жүйелерін дамыту үшін негіз құру.

Осылайша, STEM әдістері педагогикалық технологиялар ретінде ғана емес, сонымен қатар педагогикалық кадрларды кәсіби дамытудың әдіснамалық моделінің құрылымдық элементтері ретінде де әрекет етеді.

Зерттеудің әдіснамалық моделі шеңберінде оқытушылардың кәсіби құзыреттіліктерін қалыптастыру STEM-әдістерді игеру деңгейін және педагогтердің оларды практикалық қолдануға дайындық дәрежесін көрсететін бағалау индикаторлары жүйесін әзірлеуді талап ететін өлшенетін процесс ретінде қарастырылады. Бұл жұмыста индикаторлар біліктілікті арттыру нәтижелерін сандық және сапалық бағалауға мүмкіндік беретін операциялық көрсеткіштер болып табылады.

Зерттеуде STEM/STEAM-білім беру логикасына және цифрлық трансформация талаптарына сәйкес келетін 6 негізгі оқытушы құзыреті көрсетілген. Әрбір құзырет операцияларды 3-суретте көрсетілген бақылау мен бағалауға болатын 4-6 индикатор арқылы орындайды.



2-сурет. STEM/STEAM-білім беру логикасына және цифрлық трансформация талаптарына сәйкес келетін оқытушының негізгі құзыреттері
Ескерту – авторлар Беспалов, О.В. (2020) негізінде құрастырған



4-кестеде келтірілген "STEM - әдіс - құзырет - индикаторлар - құрал-Бақылау нысаны" сәйкестік матрицасы оқытушылардың кәсіби құзыреттерімен қалыптастырылатын, олардың қалыптасу индикаторларымен өлшенетін, цифрлық және білім беру құралдарымен өлшенетін, сондай-ақ біліктілікті арттыру нәтижелерін бақылау және бағалау нысандары арасындағы пайдаланылатын педагогикалық әдістер арасындағы өзара байланыстардың логикалық құрылған жүйесін көрсетеді.

4-кесте. STEM әдістерінің сәйкестік матрицасы және құзыреттілікті бағалау

STEM-әдіс	Құзыреттілік	Түйінді индикаторлар	Аспаптар	Бақылау нысаны
Жобалау-зерттеушілік оқыту	Жобалау-инженерлік, коммуникативтік	Шешімдерді жобалау; топтық жұмыс; жобаны қорғау	Trello, Miro, LMS	Жобаны сараптамалық бағалау, рубрика
Проблемалық-бағдарланған оқыту	Сыни	Мәселелерді талдау; шешімдерді дәлелдеу	Case-платформалар, Padlet	Кейісті талдау, ашық жауаптары бар тест
Зерттеушілік оқыту	Зерттеушілік	Болжам; талдау деректердің; қорытындылар	SPSS, Excel, Python	Зерттеу есебі
Инженерлік жобалау	Жобалау-инженерлік	Прототиптеу; тестілеу	CAD, Tinkercad, Arduino	Прототипті демонстрациялау
Үлгілеу және модельдеу	Цифрлық	Модельдерді құру; модельдеудің дұрыстығы	PhET, MATLAB	Тәжірибелік тапсырма
Пәнаралық STEM/STEAM-модульдер	Интегративті	Интеграция пәндердің тізбесі; креативтілік	LMS, VR/AR	Портфолио, сараптамалық бағалау

Ескертү – автор Беспалов, О.В. (2020) деректер негізінде құрастырған

Әзірленген кәсіби құзыреттер тізбесі және индикаторлар жүйесі STEM-бағдарланған білім беру жағдайында оқытушылардың біліктілігін арттыру үдерісін жедел іске асыруды қамтамасыз етеді. Сәйкестік матрицасы "STEM-әдіс – құзыреттілік – индикаторлар – құралдар – Бақылау формалары" мұғалімдердің кәсіби дамуын дәлелді педагогика мен педагогикалық зерттеулер әдіснамасының талаптарына сәйкес келетін басқарылатын, өлшенетін және қайталанатын процесс ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Онтологиялық модель контекстіндегі құзыреттерді бағалау әдістемесі. Құзыреттердің онтологиялық моделінде бағалау индикаторлары құзыреттілік сыныптарының және оқытушы қызметінің нәтижелерінің қасиеттері (data properties) ретінде ұсынылады. Мысалы, researchcompetence сыныбы isformedby және isevaluatedby типті қатынастар арқылы белгілі бір STEM әдістерімен байланысты "гипотезаны тұжырымдау", "деректерді талдау", "қорытындылардың дұрыстығы" индикаторларына сәйкес келеді.

Мұндай рәсімдеу мүмкіндік береді:

– оқытушылардың кәсіби дамуы туралы мәліметтерді жинау мен талдауды автоматтандыру;

– біліктілікті арттырудың әртүрлі кезеңдеріндегі бағалау нәтижелерінің салыстырмалылығын қамтамасыз ету;

– құзыреттіліктің қалыптасуының жеке көрсеткіштері негізінде оқытудың бейімделу траекторияларын жүзеге асыру.

Әдістемелік тұрғыдан алғанда, дамыған индикаторлар жүйесі тұжырымдамалық модельдің бағалау деңгейінің функциясын орындайды, олардың арасындағы байланысты қамтамасыз етеді:

- қолданылатын STEM әдістерімен;
- қалыптасқан Кәсіби құзыреттіліктер;
- біліктілікті арттыру нәтижелерімен өлшенеді.

Ұсынылған онтология оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесінде STEM-әдістерді қолдану үдерісін формализациялауға арналған. Модельдің негізгі мақсаты — оқытушының кәсіби дамуы, құзыреттері, оқу модульдері, бағалау құралдары, индикаторлар және дәлелдемелік артефактілер арасындағы семантикалық байланыстарды біртұтас құрылымға келтіру. Онтология білім беру үдерісінің негізгі компоненттерін өзара байланыстыра отырып, кәсіби даму нәтижелерін цифрлық ортада жүйелі түрде сипаттауға мүмкіндік береді.

Онтологияның орталық класы Teacher болып табылады, өйткені модельдегі көптеген ұғымдар оқытушының кәсіби қызметімен және оның даму траекториясымен байланысты. Осы класпен Teacher Profile, Competence, Competence level, Learning Trajectory, Module/course, Assessment, Recommendation және Monitoring Event сияқты кластар тікелей байланысады. Бұл байланыстар оқытушының бастапқы жағдайын сипаттаудан бастап, оқу модульдерін таңдауға, бағалау нәтижелерін тіркеуге және кейінгі ұсынымдарды қалыптастыруға дейінгі толық циклді көрсетуге мүмкіндік береді.

Онтологиядағы маңызды ұғымдардың бірі — Competence класы. Бұл класс оқытушының кәсіби, цифрлық, зерттеушілік және STEM-бағытталған құзыреттерін сипаттайды. Құзыреттердің қалыптасу деңгейі Competence level класы арқылы нақтыланады, ал нақты бағалау өлшемдері Indicator класы арқылы беріледі. Осылайша, онтологияда «құзыреттілік – деңгей – индикатор» логикалық тізбегі құрылады. Бұл тізбек оқытушының кәсіби даярлығын формалданған түрде бағалауға негіз болады.

Оқу мазмұнын ұйымдастыру бөлігі Training program, Module/course, Learning activity және STEM method кластары арқылы ұсынылған. Training program класы жалпы біліктілікті арттыру бағдарламасын сипаттайды, ал Module/course жекелеген оқу модульдерін көрсетеді. Әрбір модуль белгілі бір STEM method әдістерімен және нақты Learning activity түрлерімен байланысады. Мұндай құрылым STEM-тәсілдерді оқу мазмұнына жүйелі енгізуге және оларды оқытушының құзыреттерін дамыту мақсаттарымен сәйкестендіруге мүмкіндік береді.

Бағалау компоненті онтологияда ерекше орын алады. Бұл бөлік Assessment, Assessment tool, Control form, Indicator және Evidence/artifact кластары арқылы іске асырылады. Assessment класы бағалау рәсімін немесе бағалау үдерісін сипаттайды. Бағалау барысында қолданылатын нақты құралдар Assessment tool класында көрсетіледі, ал бақылаудың ұйымдастырушылық түрлері Control form класымен беріледі. Бағалаудың нәтижесі мен оны дәлелдейтін материалдар Evidence/artifact класы арқылы тіркеледі. Бұл шешім бағалау нәтижелерінің тек сандық емес, дәлелдемелік негізін де сақтауға жағдай жасайды.

Онтологияның басқарушылық және бейімделушілік бөлігі Recommendation, Adaptation Rule, Monitoring Event, Management Action, Evaluation model және Key Performance Indicator кластары арқылы сипатталады. Recommendation класы бағалау нәтижелеріне сүйене отырып, оқытушыға немесе білім беру бағдарламасына қатысты ұсынымдарды қалыптастыруға мүмкіндік береді. Adaptation Rule класы оқу траекториясын немесе модуль мазмұнын бейімдеу ережелерін сипаттайды. Monitoring Event класы аралық немесе қорытынды мониторинг рәсімдерін көрсетеді. Management

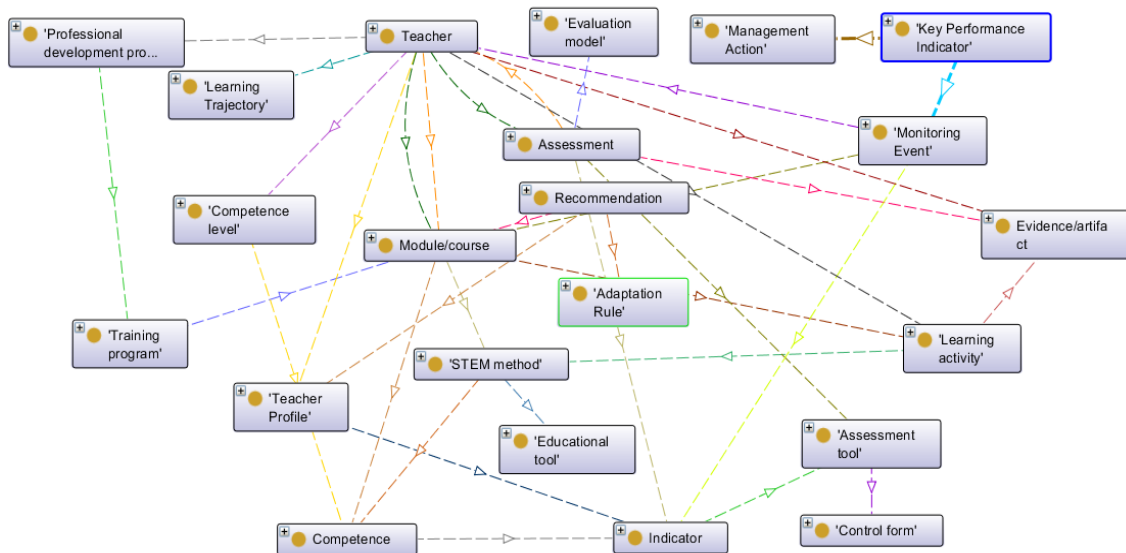
Action және Key Performance Indicator кластары онтологияны тек оқу-әдістемелік емес, сонымен қатар басқарушылық талдау деңгейінде де қолдануға мүмкіндік береді. Яғни модель арқылы кәсіби даму нәтижелерін бағалап қана қоймай, тиімділіктің негізгі көрсеткіштерін бақылауға және басқарушылық шешімдер қабылдауға болады.

Сонымен қатар, онтологияда Educational tool класы қарастырылған, ол цифрлық немесе дәстүрлі білім беру құралдарын сипаттайды. Бұл класс STEM method, Learning activity, Competence және Indicator ұғымдарымен байланыса отырып, оқу құралдарының нақты құзыреттерді дамытудағы рөлін көрсетуге мүмкіндік береді. Осы арқылы оқыту құралдары, әдістері және күтілетін нәтижелер арасындағы өзара тәуелділік семантикалық деңгейде беріледі.

Ұсынылған онтологиялық модельдің маңызды ерекшелігі — оның көпдеңгейлі және өзара байланысқан құрылымында. Модель бір жағынан оқытушының жеке кәсіби профилін сипаттаса, екінші жағынан оқу бағдарламасының мазмұнын, STEM-әдістерді, бағалау рәсімдерін, дәлелдемелік материалдарды және басқарушылық көрсеткіштерді бір ортақ білім кеңістігінде біріктіреді. Мұндай құрылым кәсіби дамуды жеке траектория негізінде ұйымдастыруға, құзыреттерді бағалауды нақты индикаторлармен байланыстыруға және оқыту нәтижелерін цифрлық түрде мониторингтеуге мүмкіндік береді.

Жалпы алғанда, ұсынылған онтология оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесінде STEM-әдістерді енгізудің тұжырымдамалық және формалдық негізін құрайды. Ол «оқытушы – құзыреттілік – индикатор – модуль – әдіс – бағалау – дәлелдеме – ұсыным» тізбегі бойынша семантикалық байланыстарды көрсетіп, білім беру үдерісін құрылымдау мен цифрлық платформаларда іске асыру үшін қолайлы негіз ұсынады.

Бұл оқытушылардың кәсіби даму процесін нақты білім беру нәтижелеріне қол жеткізуге бағытталған және дәлелді педагогика талаптарына сәйкес келетін басқарылатын және қайталанатын жүйе ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. 2-суретте оқытушылардың STEM әдістерімен өзара әрекеттесуінің OntoGraf көрсетілген.



3-сурет. OntoGraf оқытушылардың STEM әдістерімен өзара әрекеттесуі

Ескерту – Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014) негізінде авторлар құрастырған

Алынған нәтижелер оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіне STEM-әдістерді интеграциялау мүмкіндіктері туралы қолданыстағы ғылыми түсініктерді кеңейтеді және құзыреттілікке бағдарланған және цифрлық-бағдарланған білім беру әдіснамасын

дамытуға үлес қосады. Кәсіби құзыреттіліктерді бағалаудың әзірленген моделі мен құралдары педагог кадрлардың кәсіби даму тетіктерін жетілдіруге бағытталған әрі қарайғы ғылыми зерттеулер үшін әдіснамалық негіз ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Жұмыстың қолданбалы құндылығы алынған нәтижелерді біліктілікті арттыру бағдарламаларын жобалау және іске асыру практикасына енгізу, сондай-ақ оқытушылардың кәсіби өсуін бақылаудың цифрлық білім беру платформалары мен Зияткерлік жүйелерін әзірлеу мүмкіндігі болып табылады. Ұсынылған тәсілдерді қолдану білім беру процестерінің тиімділігін арттыруға, олардың өлшенуін және бейімделуін қамтамасыз етуге, сондай-ақ білім беру жүйесін цифрлық трансформациялау контекстінде STEM-және STEAM-білім беруді дамытуға мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Зерттеу барысында білім берудің цифрлық трансформациясы жағдайында оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесіне STEM-әдістерді интеграциялау мәселелері қаралды. Оқытушылардың кәсіби құзыреттілігін қалыптастыруды қамтамасыз ететін негізгі STEM-әдістерді талдау және іріктеу мақсатына қол жеткізілді. Жұмыс барысында STEM әдістерін жүйелеу, мақсатты құзыреттер тізімін анықтау және оларды бағалау құралдарын әзірлеу бойынша міндеттер шешілді.

Зерттеудің негізгі нәтижесі құзыреттілік және онтологиялық тәсілдерге негізделген оқытушылардың біліктілігін арттыру процесіне STEM-әдістерді интеграциялаудың кешенді моделін қалыптастыру болды. Әзірленген сәйкестік матрицасы "STEM – әдіс – құзыреттілік – индикаторлар – құралдар-Бақылау нысандары" педагогтердің кәсіби даму процесін ресімдеуді және оны сандық бағалау мүмкіндігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді. Құзыреттіліктің қалыптасуының индикаторлары мен деңгейлерінің жүйесі, сондай-ақ құзыреттіліктің интегралды көрсеткішін есептеу әдістемесі ұсынылды, бұл STEM-білім беру саласындағы зерттеулердің әдіснамалық құралдарын кеңейтеді.

Зерттеудің шектеулеріне негізінен эксперименттік зерттеулердің қажеттілігін анықтайтын ауқымды эмпирикалық тестілеусіз талдаудың әдіснамалық және модельдік деңгейіне назар аудару керек. Әрі қарайғы зерттеулердің болашағы әртүрлі білім беру контексттерінде ұсынылған модельдің тиімділігін тексерумен, бағаланатын құзыреттер тізімін кеңейтумен, сондай-ақ онтологиялық және аналитикалық технологиялар негізінде оқытушылардың біліктілігін арттыруды қолдаудың интеллектуалды жүйелерін әзірлеумен байланысты.

Айта кету керек, зерттеудің қазіргі кезеңінде ұсынылған модельдің эмпирикалық апробациясы әлі жүргізілген жоқ, себебі онтологиялық модель әзірлеу және құрылымдық нақтылау сатысында тұр. Қазіргі уақытта оқытушылардың біліктілігін арттыру жүйесінде модельді кейіннен практикалық іске асыру үшін қажетті негізгі мәндер, байланыстар және бағалау параметрлері формалдандырылуда. Эмпирикалық апробацияны жүргізу онтологиялық модельді әзірлеу аяқталғаннан кейін, оның логикалық дұрыстығы тексеріліп, құзыреттілікті бағалау тетіктері бапталған соң жоспарланып отыр. Зерттеудің келесі кезеңінде модельді оқытушылар іріктемесінде апробациядан өткізу және оның сандық әрі сапалық нәтижелерін талдау көзделеді.

МҮДДЕЛЕР ҚАЙШЫЛЫҒЫ: Авторлар мүдделер қайшылығы жоқ екенін мәлімдейді.

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ: Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландырады, № AP25793611 «STEM әдістері мен заманауи цифрлық технологияларды біріктіретін оқытушылардың біліктілігін арттыру процесінің бейімделген онтологиялық моделін әзірлеу» гранты.

ИНСТИТУЦИОНАЛДЫҚ ЭТИКА КОМИТЕТІНІҢ ҚОРЫТЫНДЫСЫ:

Қолданылмайды.

ЕРІКТІ КЕЛІСІМ ТУРАЛЫ МӘЛІМДЕМЕ: Қолданылмайды.

ДЕРЕКТЕРДІҢ ҚОЛЖЕТІМДІЛІГІ ТУРАЛЫ МӘЛІМДЕМЕ: Жұмыс сандық модельдеу мен теориялық талдауға негізделгендіктен, жаңа эксперименттік деректер жиналмаған.

АЛҒЫС БІЛДІРУ: Жоқ.

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ ХАБАРЛАМА: Осы мақаланы дайындау кезінде авторлар ғылыми мәтінді тұжырымдауға және редакциялауға, материалды құрылымдауға, сондай-ақ академиялық стиль талаптарына сәйкес тұжырымдарды нақтылауға көмектесу үшін генеративті жасанды интеллект технологияларын пайдаланды. Жасанды интеллект технологияларын қолдану көмекші сипатта болды және авторлық ғылыми талдауды, нәтижелерді түсіндіруді және тұжырымдарды тұжырымдауды алмастырмады. Мақаланың мазмұны, ұсынылған деректердің дұрыстығы және Академиялық этика нормаларының сақталуы үшін авторлар толығымен жауап береді (OpenAI (2026)).

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. NSTA Press. <https://doi.org/10.2505/9781936959821>
- European Commission. (2022). European framework for the digital competence of educators (DigCompEdu). <https://doi.org/10.2760/159770>
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). STEM integration in K–12 education. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/18612>
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., DiSessa, A. A., Graesser, A. C., & Benson, L. C. (2020). On computational thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 3(2), 147–166. <https://doi.org/10.1007/s41979-020-00044-0>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- OECD. (2019). OECD Future of Education and Skills 2030. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264313832-en>
- OECD. (2021). Teachers and school leaders as valued professionals. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264641089-en>
- Schraw, G., Crippen, K. J., & Hartley, K. (2006). Promoting self-regulation in science education. *Metacognition and Learning*, 1(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11409-006-6897-4>
- Абдрахманова, Г. И. (2021). Цифровая трансформация образования: вызовы и перспективы. *Вопросы образования*, 3, 45–61. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-3-45-61> // Abdrakhmanova, G. I. (2021). Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: vyzovy i perspektivy [Digital transformation of education: Challenges and prospects]. *Voprosy obrazovaniya*, 3, 45–61. <https://doi.org/10.17323/1814-9545-2021-3-45-61> (In Russ.)
- Беспалова, О. В. (2020). Компетентностный подход в системе повышения квалификации педагогов. *Педагогика*, 4, 58–65. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42819764> // Bespalova, O. V. (2020). Kompetentnostnyy podkhod v sisteme povysheniya kvalifikatsii pedagogov [Competency-based approach in the system of teachers' professional development]. *Pedagogika*, 4, 58–65. <https://elibrary.ru/item.asp?id=42819764> (In Russ.)
- Габдуллин, Р. Р., & Сулейменова, А. Т. (2022). STEM-образование как фактор модернизации педагогической подготовки. *Образование и наука*, 24(6), 9–29. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-6-9-29> // Gabdullin, R. R., & Suleimenova, A. T.

- (2022). STEM-obrazovaniye kak faktor modernizatsii pedagogicheskoy podgotovki [STEM education as a factor in the modernization of teacher training]. *Obrazovaniye i nauka*, 24(6), 9–29. <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2022-6-9-29> (In Russ.)
- Ибрагимова, Л. А. (2019). Инновационные модели повышения квалификации педагогов. *Современные проблемы науки и образования*, 5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29216> // Ibragimova, L. A. (2019). Innovatsionnyye modeli povysheniya kvalifikatsii pedagogov [Innovative models of teachers' professional development]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya*, 5. <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29216> (In Russ.)
- Кузьмин, Н. В., & Сергеева, М. В. (2020). Методология оценки профессиональных компетенций преподавателей. *Высшее образование в России*, 29(7), 85–94. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-7-85-94> // Kuzmin, N. V., & Sergeeva, M. V. (2020). Metodologiya otsenki professional'nykh kompetentsiy prepodavateley [Methodology for assessing teachers' professional competencies]. *Vyssheye obrazovaniye v Rossii*, 29(7), 85–94. <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2020-29-7-85-94> (In Russ.)
- Сарсенбаева, Г. Ж. (2021). STEM-технологии в системе непрерывного профессионального образования. *Педагогическое образование и наука*, 2, 112–118. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46381724> // Sarsenbaeva, G. Zh. (2021). STEM-tehnologii v sisteme nepreryvnogo professional'nogo obrazovaniya [STEM technologies in the system of continuing professional education]. *Pedagogicheskoye obrazovaniye i nauka*, 2, 112–118. <https://elibrary.ru/item.asp?id=46381724> (In Russ.)
- Ташкенбаева, А.Б., & Ахметова, Д.К. (2023). Онтологический подход к моделированию компетенций педагога. *Информационные технологии в образовании*, 1, 33–41. <https://doi.org/10.25683/ITE.2023.01.05> // Tashkenbaeva, A.B., & Akhmetova, D.K. (2023). Ontologicheskoy podkhod k modelirovaniyu kompetentsiy pedagoga [An ontological approach to modeling teacher competencies]. *Informatsionnyye tekhnologii v obrazovanii*, 1, 33–41. <https://doi.org/10.25683/ITE.2023.01.05> (In Russ.)
- ChatGPT. (2026, January 4). Assistance with academic writing, methodological structuring, and editing of a scientific article [Large language model]. OpenAI. <https://chat.openai.com/>

Авторлар туралы мәліметтер
Информация об авторах
Information about authors



Базарова Мадина Жомартовна – PhD, қауымдастырылған профессор, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

Базарова Мадина Жомартовна – PhD, ассоциированный профессор, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

Bazarova Madina Zhomartovna – PhD, associate professor, East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbaev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,
e-mail: madina_vkgtu@mail.ru,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2580-6580>,



Алибекқызы Карлыгаш – PhD, қауымдастырылған профессор, Д.Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан

Алибекқызы Карлыгаш – PhD, ассоциированный профессор, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

Alibekkyzy Karlygash – PhD, associate professor, East Kazakhstan Technical University named after D. Serikbaev, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan,

e-mail: karlygash.eleusizova@gmail.com,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6732-4363>,



Адиқанова Салтанат – PhD, қауымдастырылған профессор, Сәрсен Аманжолов Шығыс Қазақстан университеті, Өскемен қ., Қазақстан

Адиқанова Салтанат – PhD, ассоциированный профессор, Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

Adikanova Saltanat – PhD, Associate Professor, East Kazakhstan University named after Sarsena Amanzholova, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

e-mail: ersal_7882@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0085-8384>,



Paweł Komada – PhD, қауымдастырылған профессор, Люблин технологиялық университеті, Люблин қ., Польша

Paweł Komada – PhD, ассоциированный профессор, Люблинский Технологический Университет, г. Люблин, Польша

Paweł Komada – PhD, Associate Professor, Lublin University of Technology, Lublin, Poland,

e-mail: p.komada@pollub.pl,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0843-8053>