

Л.Қ. Жайдақбаева¹, Қ.Қ. Тынышбек^{1*}

¹М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан

*e-mail: kanat_alwyn@mail.ru

БІЛІМ БЕРУДЕГІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ: ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ЖҮЙЕЛІ ШОЛУ

Аңдатпа

Жасанды интеллектті (ЖИ) білім беру саласына енгізу (Artificial Intelligence in Education- AIED) көптеген перспективаларды қамтитын айтарлықтай зерттеу саласына айналды. Бұл мақала 1463 зерттеу жұмысының библиометриялық талдауына және 118 таңдалған мақаланың мазмұн (контент)-талдауына негізделген әдебиеттерге шолу болып табылады. Шолу мынадай негізгі мәселелерді қарастырады: білім берудегі ЖИ қолданбаларының негізгі санаттары, басым зерттеу тақырыптары мен олардың нәтижелері және зерттеулердің әдіснамалық аспектілері. Талдау адаптивті оқытуды, жекелендірілген оқытуды, интеллектуалды бағалау мен басқаруды, профильдеу мен болжамдауды және оның жаңа өнімдерін қамтитын ЖИ қолданбаларының кең ауқымын көрсетеді. Зерттеу тақырыптары білім беру жүйелерінің техникалық дизайнына, сондай-ақ AIED-ті енгізуді, әсер етуді және мәселелерді зерттеуге тереңірек бағытталған. Шолу сонымен қатар AIED зерттеулерінде қолданылатын теориялардың әртүрлілігін, жарияланымдардың көпсалалы сипатын және жеткіліксіз зерттелген салаларды көрсетеді. Бұл жұмыс AIED зерттеулерінің ағымдағы жағдайын түсінуге және осы динамикалық саладағы болашақ мүмкіндіктерді анықтауға ұмтылатын зерттеушілер үшін құнды ақпарат беретін болады.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, информатика, библиометриялық талдау, әдебиеттерге шолу, мазмұнды талдау.

Л.К. Жайдақбаева¹, К.К. Тынышбек¹

¹Южно-Казахстанский университет М.Ауезова, г.Шымкент, Казахстан

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ОБРАЗОВАНИИ: СИСТЕМНЫЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Аннотация

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в сферу образования (Artificial Intelligence in Education- AIED) стало значительной областью исследований, охватывающей множество точек зрения. Эта статья представляет собой обзор литературы, основанный на библиометрическом анализе 1463 исследовательских работ и анализе содержания (содержания) 118 выбранных статей. В обзоре рассматриваются следующие основные вопросы: основные категории приложений ИИ в образовании, приоритетные темы исследований и их результаты, а также методологические аспекты исследований. Анализ показывает широкий спектр приложений ИИ, включая адаптивное обучение, персонализированное обучение, интеллектуальную оценку и управление, профилирование и прогнозирование, а также его новые продукты. Темы исследований более глубоко сосредоточены на техническом дизайне образовательных систем, а также на изучении внедрения, воздействия и проблем AIED. Обзор также подчеркивает разнообразие теорий, используемых в исследованиях AIED, междисциплинарный характер публикаций и недостаточно изученные области. Эта работа предоставит ценную информацию для исследователей, стремящихся понять текущее состояние исследований AIED и определить будущие возможности в этой динамичной области.

Ключевые слова: искусственный интеллект, информатика, библиометрический анализ, обзор литературы, контент-анализ

L.K. Zhaidakbayeva¹, K.K. Tynyshbek¹

¹M. Auezov South-Kazakhstan university, Shymkent, Kazakhstan

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: SYSTEMATIC REVIEW OF LITERATURE

Abstract

The introduction of artificial intelligence (hereinafter referred to as AI) into education (Artificial Intelligence in Education, hereinafter referred to as AIED) has become a significant field of research, covering many perspectives. This article is a literature review based on a bibliometric analysis of 1463 research papers and a content (content) analysis of 118 selected articles. The review addresses the following key issues: the main categories of AI applications in education, priority research topics and their results, and methodological aspects of research. The analysis highlights a wide range of AI applications, including adaptive learning, personalized learning, intelligent assessment and Management, Profiling and forecasting, and its new products. Research topics focus more deeply on the technical design of educational systems, as well as the study of implementation, impact, and issues of AIED. The review also highlights the diversity of theories used in AIED research, the multidisciplinary nature of publications, and insufficiently studied areas. This work will provide valuable information for researchers seeking to understand the current state of AIED research and identify future opportunities in this dynamic area.

Keywords: artificial intelligence, computer science, bibliometric analysis, literature review, content analysis

Негізгі ережелер

AIED саласындағы негізгі тұжырымдамаларды ашу және түсіну үшін библиометриялық талдау мен мазмұндық талдауды біріктіретін аралас зерттеу әдісін пайдалатын зерттеу жұмысы қарастырылатын болады. Екі тәсілден алынған қорытындылар AIED тұжырымдамаларын жан-жақты түсіну үшін құрастырылған мақсатымызға сәйкес келеді. Бұл зерттеу AIED әдебиеттеріне шолулардың көлемін толықтырады және осы саланың тұжырымдамалық құрылымын түсінудің маңыздылығын атап өтеді.

Кіріспе

Білім беру және академиялық тәжірибелер соңғы уақытта айтарлықтай және ауқымды технологиялық жетістіктерге жетті, бұл жасанды интеллекттің жақында енгізілуінен ерекше көрінеді. Технологиялық зерттеулер мен машиналық оқытудың кіріктірілген инновациялары тілдік генерациялау модельдерін енгізуді жеделдетті [1]. Бұл өз кезегінде контентті жасау технологиясының дамуына және генеративті ЖИ көмегімен цифрлық контент жасау мен сценарийлерді әзірлеуге қатысты инновацияларға әкелді. Білім беруде ЖИ пайдаланудың айқын артықшылықтарына қарамастан, шешілмеген бірқатар мәселелер бар [2,3]. Бұл құралдарды қалай қауіпсіз, этикалық және сенімді түрде пайдалануға болатынын қарастыру қажет. Бұл шолудың мақсаты - қолданыстағы әдебиеттерді бағалау, шешілмеген мәселелерді анықтау және білім беруде ЖИ тиімді пайдалану стратегияларын анықтау болып табылады.

Зерттеу әдіснамасы

Бұл жұмыс библиометриялық талдау мен әдебиетті жүйелі шолуды біріктіретін аралас әдістемені пайдаланады. Библиометриялық талдау - жариялау жылын, атауын, аннотациясын, дәйексөздерін, авторларын және мекемелері сияқты ауқымды зерттеу мақалаларының метадеректерін сандық түрде қорытындылауды қамтиды [4]. Бұл әдіс [5] шолуында қарастырылған, кең ауқымда және деректер көп болған кезде зерттеу саласының жай-күйін тиімді бағалауға мүмкіндік береді. Деректерді талдау үшін Web of Science (WoS) дерекқоры пайдаланылды. Іздеу процесі тақырыпта, аннотацияда немесе кілт сөздерде жасанды интеллект және білім терминдері бар ағылшын тіліндегі мақалалар бойынша жүргізілді. Бастапқы деректер жинағы 2587 мақаланы қамтыды, қолмен сәйкестікті тексеру және толық мәтінге қол жеткізуден кейін, 1984 жылдан 2022 жылдың маусымына дейін жарияланған, түпкілікті деректер жиынтығы 1463 мақаланы құрады [6] (кесте 1).

Кесте 1. Деректер жинағы

Сипаттама	Нәтижелер
Уақыт аралығы	1984:2022 (маусым)
Қосылған журналдар	1,247
Қосылған мақалалар	1,463
Жарияланған кезден бастап орташа жылдар саны	5,62
Құжаттар бойынша орташа дәйексөздер саны	4,09
Келтірілген сілтемелер	60,764
Қосымша кілт сөздер (ID)	1,336
Автордың негізгі сөздері (DE)	5,076

Әдебиеттерді жүйелі шолу - зерттеу мақалаларының мазмұнын талдауды және зерттеушілерді қызықтыратын зерттеулердің тұстарына тереңірек үңілуге мүмкіндік береді [7]. Мазмұндық талдау үшін келесі критерийлерге сәйкес келетін:

- Journal Citation Reports журналында Q1 квантиль санатындағы журналдарында жарияланған;

- ЖИ қолданбалары зерттелетін және олардың оқыту процесіне әсері нақты сипатталған;
- Эмпирикалық зерттеулер қарастырылған 125 эмпирикалық зерттеу мақаласы таңдалды.

Талдау үшін ЖИ оқыту мен мұғалімдерді дамытудың интеграциясына бағытталған мақалалар таңдалды [8]. Scopus және Web of Science (WoS) дерекқорлары арқылы іздеу жүргізілді. Таңдауға алынған критерийлер:

- 2015 жылғы 1 қаңтар мен 2024 жылғы 30 шілде аралығында жарияланған мақалалар;
- Жасанды интеллект («artificial intelligence», «AI», «ChatGPT», «GAI», «Generative AI») және оқыту, кәсіби даму («teaching», «teacher training», «teacher professional development») тақырыптарында, негізгі сөздерде немесе аннотацияларда байланысты терминдерді қамтиды;
- Мұғалімдердің педагогикалық тәжірибеде және кәсіби дамуында ЖИ қолдануына қатысты эмпирикалық зерттеулер;
- Концепциялық жұмыстар, әдебиет шолулары, түсініктемелер, конференция материалдары және басқа да эмпирикалық емес зерттеулер алынып тасталды.

Іріктеу кезеңдері:

1. Қайталанатын мақалаларды жою (485 мақала).
2. Тақырыптар мен аннотациялар бойынша бастапқы іріктеу (696 мақала алынып тасталды).
3. Толық мәтінсіз мақалаларды алып тастау (23 мақала).
4. Толық мәтінді мақалаларды талдағаннан кейін соңғы іріктеу (74 мақала алынып тасталды).
5. Нәтижесінде 15 мақала жүйелі шолуға қосылды (кесте 2).

Кесте 2. Мақалалар тізімі

№	Мақала	Түрі	Рецензияның мазмұны	Мақалаларды рецензиялау уақыты	Зерттеу саласы
1	Kulik & Fletcher, 2016	50 мақалаға жүйелі шолу	Зияткерлік оқыту жүйелерінің тиімділік шамалары синтезделіп, талданған	Көрсетілмеген	Интеллектуалды оқыту жүйелері
2	Chassignol et al., 2018	Әдеби шолу	Білім беру процесінің әртүрлі құрамдас бөліктері бойынша: мазмұн, оқыту әдістері, бағалау және коммуникация бойынша	Көрсетілмеген	Жалпы мәліметтер

			тексерілген қосымшаларды жіктейтін құрылым әзірленген		
3	Zhang et al., 2018	1579 мақаланың библиометриялық зерттеуі	Кітаптану деректеріне сипаттамалық талдау жасалған, соның ішінде жетекші авторлар мен журналдар; Оқытуды талдаудың төрт әдісі және олардың эволюциясының үлгілері жинақталған	1995-2008 жылдар	Тренингтік аналитика
4	Hinojo-Lucena et al., 2019	132 мақаланың библиометриялық зерттеуі	Кітапханалық деректерге сипаттамалық зерттеу жүргізген, оның ішінде жарияланымдардың тенденциялары, көздері, авторлары, ұйымдары және елдері қарастырылған	2007-2017 жылдар	Жоғары білім
5	Zawacki-Richter et al., 2019	146 жұмыстың жүйелі шолуы	Кітапханалық деректерді сипаттамалық талдауды жүргізген, оның ішінде жарияланымдардың тенденциялары, журналдар, елдер, авторлардың тиесілілігі және әдістерді жинақтаған	2007-2018 жылдар	Жоғары білім
6	Charitopoulos et al., 2020	316 жұмыстың жүйелі шолуы	Білім беру мәселелері, оқыту контексттері, пайдаланылған жұмсақ есептеу әдістері және білім беру деректерін талдау мен оқытуды талдаудың әрбір саласы үшін негізгі журналдар қарастырылған	2010-2018 жылдар	Білім беру деректерін интеллектуалдық талдау және зерттеуді оқыту аналитикасы
7	Chen, Xie, & Hwang, 2020	9560 мақаланың библиометриялық зерттеуі	Гранттар, конференциялар, журналдар, бағдарламалық құралдар, мекемелер және зерттеушілер сияқты библиометриялық деректерге сипаттамалық зерттеу жүргізілген	1999-2019 жылдар	Жалпы мәліметтер
8	Chen, Xie, Zou, et al., 2020	45 мақаланың жүйелі талдауы	Журналдағы жарияланымдар, дәйексөздер саны, авторлардың аймақтары мен мекемелері, қолдану сценарийлерінің түрлері, зерттеу мәселелері, қабылданылған ЖИ технологиялары және тиісті анықтамалар талданған	1990-2016 жылдар	Жалпы мәліметтер
9	Guan et al., 2020	Компьютерлік мәтіндік талдау және 425 мақаланың қолмен мазмұндық талдауы	Екі кезең ішінде (2000-2009 және 2010-2018 жылдар аралығында) зерттеу тақырыптарын қарастырған	2000-2019 жылдар	Жалпы мәліметтер
10	González-Calatayud et al., 2021	22 мақаланың жүйелі шолуы	ЖИ анықтамасы, қолданылатын педагогикалық модельдер, ЖИ пайдалану себептері, автоматты баллдарды есептеуді пайдалану және бағалауды салыстыру, ЖИ	2010-2020 жылдар	Оқушыларды бағалау үшін жасанды интеллект

			пайдалану мен пайдаланбау арасындағы бағалаудың дәлдігі қарастырылады.		
11	Hwang & Tu, 2021	43 мақаланың библиометриялық дисплейін талдау және жүйелі шолу	Жарияланым журналының шолуы, мақалалардан үзінділер, келтірілген авторлар, негізгі сөздер, қолдану аймағы, үлгілер тобы, зерттеу әдістері, ЖИ рөлі, қабылданған ЖИ алгоритмдері және зерттеу мәселелері	1996-2020 жылдар	Математикадағы білім берудегі жасанды интеллект
12	Luan & Chin-Chung, 2021	40 эмпирикалық жұмыстың жүйелі шолуы	Зерттеу жұмысының көптеген элементтері, соның ішінде зерттеу мақсаты, оқыту контексті, деректер көздері, студенттердің жеке айырмашылықтары, оқу нәтижелері, оқыту алгоритмдері, алгоритмдерді бағалау және негізгі зерттеу нәтижелері қарастырылады.	2016-2020 жылдар	Машиналық оқытуға негізделген дәлдікті оқыту
13	Okonkwo & Ade-Ibijola, 2021	53 жұмыстың жүйелі шолуы	Чат-бот қолданбаларының түрлері, олардың артықшылықтары, енгізу мәселелері және болашақтың әлеуетті аймақтары жалпыландырылған	2015-2021 жылдар	Білім берудегі чат-боттар
14	Celik et al., 2022	44 мақаланың жүйелі шолуы	AIED-дегі мұғалімдердің рөлі, ЖИ мұғалімдерге ұсынатын артықшылықтар, мұғалімдер ЖИ-ны пайдалану кезінде кездесетін қиындықтар және мұғалімдермен ЖИ-не негізделген зерттеулердегі ЖИ әдістері қарастырылды.	2004-2020 жылдар	Мұғалімдердің көзқарасы
15	Xi & Ouyang, 2022	AI-STEM 63 эмпирикалық зерттеулерінің жүйелі шолуы	STEM біліміндегі AI қолданбаларын және білім беру ақпараты (контент), пәндер (мамандар мен нұсқаушылар), орта және қоршаған орта сияқты байланысты элементтерді қорытындылады	2011-2021 жылдар	STEM біліміндегі AI

Библиометриялық талдау (жарияланған мақалалардың тенденциялары): мақалалар 1984 жылдан 2022 жылдың маусымына дейінгі кезенді қамтиды [9]. 2017 жылға дейін AIED зерттеудің айтарлықтай саласы болған жоқ, жылдық жарияланымдар саны 50-ден аз. Ал 2017 жылдан кейін, әсіресе 2019 және 2021 жылдар аралығында, ЖИ мүмкіндіктерінің жылдам дамуы және COVID-19 пандемиясы кезінде онлайн оқуға көшуден туындаған айтарлықтай өсу байқалады (сурет 1). Мақалалар AIED-тің пәнаралық сипатын көрсететін информатика, білім және басқару ақпараттық жүйелерін қамтитын әртүрлі журналдарда жарияланады [10] (сурет 2). Ашық журналдар AIED жарияланымдарының негізгі арнасы болып табылады, дегенмен Computers & Education және Computers in Human Behavior сияқты дәстүрлі журналдар дәйексз тұрғысынан көбірек әсер етеді [11] (сурет 3, 4, 5).

Зерттеу нәтижелері

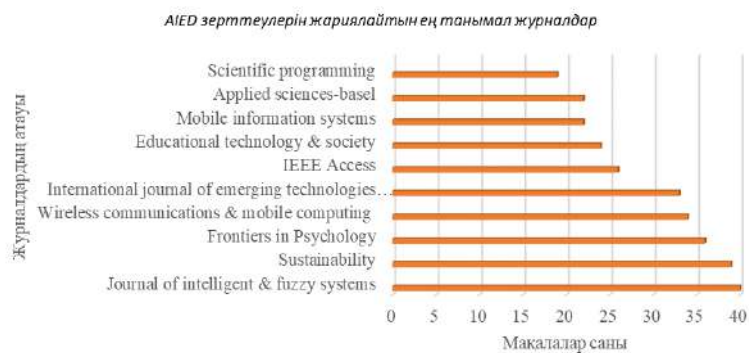
Жоғарыда келтірілген жұмыстарды кең ауқымды қамтитын тақырыптар бойынша үш санатқа бөлуге болады:

- Жалпы шолу мақалалары мен әдебиет шолулары;

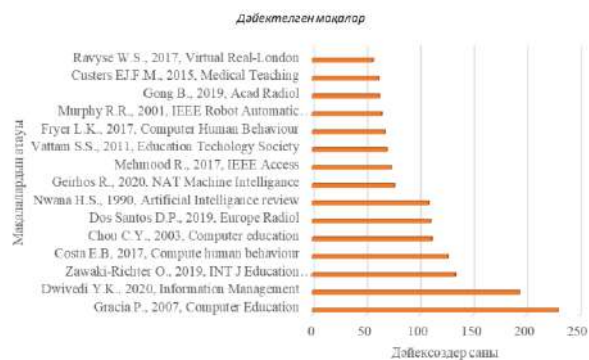
- Машиналық оқыту, интеллектуалды оқыту, чат-боттар және білім беру робототехникасы сияқты танымал ЖИ қолданбалары туралы зерттеулер;
- ЖИ жүйелеріне деген қабылдау және көзқарас туралы зерттеулер.



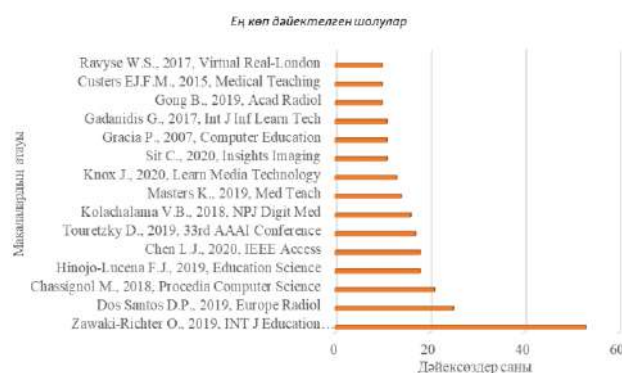
Сурет 1. Жылдар бойынша ғылыми жарияланымдар



Сурет 2. AIED зерттеулерін жариялайтын ең танымал журналдар



Сурет 3. Ең көп дәйектелген мақалалар



Сурет 4. Ең көп дәйектелген шолулар



Сурет 5. Шыңдарға белгіленген мақалалар - AIED-ке маңызды үлес қосқандар

Дискуссия

Негізгі сөздердің бірлескен атауларын талдау (keywords plus және авторлық кілт сөздер) әдебиеттегі тұжырымдамалық үлгілерді анықтады. Өртүрлі ұғымдар арасындағы байланыстар, соның ішінде бейімделгіш оқыту, жекелендірілген оқыту, интеллектуалды оқыту жүйелері және чат-боттар анықталды [12-17]. AIED қолданбаларының төрт негізгі санаты анықталды (сурет 6):

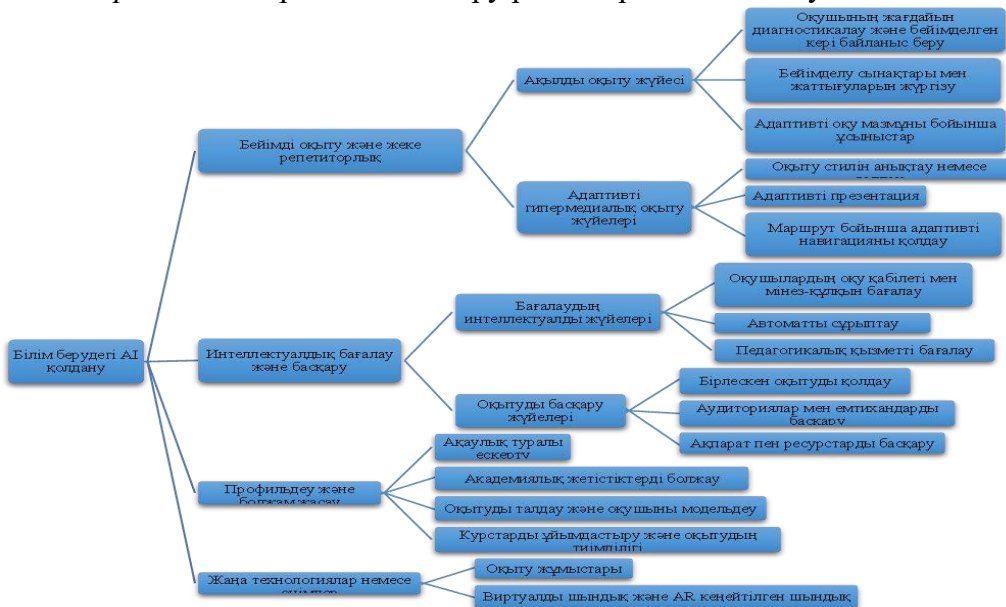
1. *Адаптивті оқыту және жекелендірілген оқыту*: Тұлғаға арналған нұсқаулар мен кері байланыс беру арқылы оқытушының рөлін имитациялайтын интеллектуалды оқыту жүйелері (қысқаша, ағылш. - ITS). ITS функциялары: студенттердің мәртебесін диагностикалау, адаптивті кері байланыс беру, адаптивті тестілеу және нұсқаулар.

Презентациялар мен навигацияны реттей отырып, студенттердің оқу стилі мен қалауын ескеретін адаптивті гипермедиалық оқыту жүйелері (қысқаша, ағылш. - AHLS). AHLS функциялары: оқыту стилін анықтау, адаптивті презентация және навигацияны қолдау.

2. *Ақылды бағалау және басқару*: Оқытуды басқаруды, студенттердің өзара әрекеттесуін және әкімшілік жұмыс процестерін қолдайтын оқуды басқару жүйелері (қысқаша, ағылш. - LMS). LMS функциялары: бірлескен оқуды қолдау, сыныптар мен емтихандарды басқару, ақпарат пен ресурстарды басқару.

3. *Профильдеу және болжау*: студенттердің үлгерімін болжау және оқудан шығып қалу тәуекелдерін анықтау үшін қолданылады.

4. *Жаңа өнімдер*: чат-боттар мен білім беру роботтарын пайдалануды қамтиды.



Сурет 6. AIED қолданбаларының негізгі санаттары

Қорытынды

Бұл зерттеу AIED саласындағы негізгі тұжырымдамаларды ашу және түсіну үшін библиометриялық талдау мен мазмұндық талдауды біріктіретін аралас зерттеу әдісін пайдаланды. Екі тәсілден алынған қорытындылар AIED тұжырымдамаларын жан-жақты түсінуді қамтамасыз ету үшін сәйкес келеді. Бұл зерттеу AIED әдебиеттеріне шолулардың көлемін толықтырады, осы саланың тұжырымдамалық құрылымын түсінудің маңыздылығын атап өтеді.

Ең жиі зерттелетін тақырып AIED жүйелері мен қолданбаларын жобалау болып табылады. Басқа тақырыптарға AIED енгізу және қабылдау, AIED әсері және онымен байланысты мәселелер кіреді. Ең көп қолданылатын әдіс - эксперименттер. Сондай-ақ статистикалық талдау, сауалнамаларды қолданатын зерттеулер, сипаттамалық талдау, сапалы зерттеулер және аралас әдістер қолданылады. Сапалы зерттеулер теорияларды құруда маңызды рөл атқарады, бірақ сирек қолданылады. Ең көп таралған теориялар оқытудың конструктивті теориясы, оқыту стильдерінің теориясы және когнитивті оқыту теориялары. Конструктивизм теориясы білімді студенттер өз тәжірибесі негізінде белсенді түрде құрастырады деп болжайды. Оқу стильдерінің теориялары оқуға деген қалау мен көзқарастағы жеке айырмашылықтарды ескереді. Когнитивті оқыту теориялары білім алудың негізінде жатқан таным мен оқыту процестерін зерттейді. Жоғары және орта білімге ең көп көңіл бөлінеді.

Сонымен қатар, зерттеу жасанды интеллект технологиясының ең соңғы нұсқаларын енгізу қажеттілігін, мектепке дейінгі білім беру контекстінде кешенді зерттеулерді күшейтуді, аралас әдістер арқылы зерттеу сапасын арттыруды, теориялық үлесті басымдыққа қоюды және компьютерлік мамандар, психологтар, оқытушылар мен сарапшылар арасындағы ынтымақтастықты кеңейтуді қоса алғанда, бірнеше болашақ бағыттарды ұсынады.

References

- [1] García, P., Amandi, A., Schiaffino, S., & Campo, M. (2007). Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles. *Computers & Education*, 49(3), 794–808. DOI: [10.1016/j.compedu.2005.11.017](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.017)
- [2] Santos, D. P. d., Giese, D., Brodehl, S., Chon, S. H., Staab, W., Kleinert, R., Maintz, D., & Baeßler, B. (2019). Medical students' attitude towards artificial intelligence: A multicentre survey. *European Radiology* 29, 1640–1646. DOI: [10.1007/s00330-018-5601-1](https://doi.org/10.1007/s00330-018-5601-1)
- [3] Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial intelligence trends in education: A narrative overview. *Procedia Computer Science* 136, 16–24. DOI: [10.1016/j.procs.2018.08.233](https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.233)
- [4] Hinojo-Lucena, F.-J., Aznar-Díaz, I., Cáceres-Reche, M.-P., & Romero-Rodríguez, J.-M. (2019). Artificial intelligence in higher education: A bibliometric study on its impact in the scientific literature. *Education Science*, 9(51), 1–9. DOI: [10.3390/educsci9010051](https://doi.org/10.3390/educsci9010051)
- [5] Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264–75278. DOI: [10.36941/ajis-2021-0077](https://doi.org/10.36941/ajis-2021-0077)
- [6] Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? *The Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-19)*, Honolulu, Hawaii, USA. DOI: [10.1609/aaai.v33i01.33019795](https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795)
- [7] Kolachalama, V. B., & Garg, P. S. (2018). Machine learning and medical education. *NPJ Digital Medicine*, 1(54), 1–3. DOI: [10.1038/s41746-018-0061-1](https://doi.org/10.1038/s41746-018-0061-1)
- [8] Masters, K. (2019). Artificial intelligence in medical education. *Medical Teacher*, 41(9), 976–980. DOI: [10.1002/mef2.70018](https://doi.org/10.1002/mef2.70018)
- [9] Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education in China. *Learning, Media and Technology*, 45(3), 298–311. doi.org/10.1080/17439884.2020.1754236
- [10] Sit, C., Srinivasan, R., Amlani, A., Muthuswamy, K., Azam, A., Monzon, L., & Poon, D. S. (2020). Attitudes and perceptions of UK medical students towards artificial intelligence and radiology: A multicentre survey. *Insights into Imaging*, 11(14), 1–6. DOI: [10.1186/c13244-019-0830-7](https://doi.org/10.1186/c13244-019-0830-7)

[11] García, P., Amandi, A., Schiaffino, S., & Campo, M. (2007). Evaluating Bayesian networks' precision for detecting students' learning styles. *Computers & Education*, 49(3), 794–808. DOI: [10.1016/j.compedu.2005.11.017](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.11.017)

[12] Gadanidis, G. (2017). Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education. *The International Journal of Information and Learning Technology*, 34(2), 133–139. DOI: [10.1108/IJILT-09-2016-0048](https://doi.org/10.1108/IJILT-09-2016-0048)

[13] Luckin, R., & Cukurova, M. (2019). Designing educational technologies in the age of AI: A learning sciences driven approach. *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 2824–2838. DOI: [10.1111/bjet.12861](https://doi.org/10.1111/bjet.12861)

[14] Duong, M. T., Rauschecker, A. M., Rudie, J. D., Chen, P.-H., Cook, T. S., Bryan, R. N., & Mohan, S. (2019). Artificial intelligence for precision education in radiology. *The British Journal of Radiology*, 92(1103), 20190389. DOI: [10.1259/bjr.20190389](https://doi.org/10.1259/bjr.20190389)

[15] Cope, B., Kalantzis, M., & Searsmith, D. (2021). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, 53(12), 1229–1245. DOI: [10.1080/00131857.2020.1728732](https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732)

[16] Narbekkyzy, A. (2025). Developing students' critical thinking skills through the use of Artificial Intelligence (AI) in Kazakh language lessons. *Eurasian Science Review*, 2(Special Issue), 1791–1802. DOI: [10.63034/esr-327](https://doi.org/10.63034/esr-327). DOI: <https://doi.org/10.63034/esr-327>

[17] Smagulov, Y., Zhiembayev, Z., & Bokan, M. (2025). Artificial Intelligence in Education: Impact, Applications and Future Prospects. *Bulletin of Abai KazNPU. Series of Physical and Mathematical Sciences*, 89(1), DOI: [10.51889/2959-5894.2025.89.1.028](https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.89.1.028). DOI: [10.51889/2959-5894.2025.89.1.028](https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.89.1.028)