

Б.Ж. Нурбеков¹, А.О. Байарыстан¹, Д.С. Майдисарова²,
С.Ә. Сантеева¹, Г.Б. Толегенова^{1*}

¹ Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

²Торайғыров университеті, Павлодар қ., Қазақстан

*e-mail: gulnaztolegenova@mail.ru

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕ ЖОҒАРЫ МАТЕМАТИКАНЫ ОҚЫТУДЫҢ ӘДІСТЕМЕЛІК МОДЕЛІ

Аңдатпа

Соңғы жылдары жасанды интеллект технологиялары қарқынды дамып, жоғары білім беру жүйесінде математика пәндерін оқытуда жаңа мүмкіндіктер ашуда. Осыған байланысты жұмыста жасанды интеллект негізінде жоғары математиканы оқытудың әдістемелік моделін жасау және осы модельдің тиімділігін бағалауға арналған диагностикалық-аналитикалық құралдарды ұсыну мақсат етілді. Жұмыс барысында виртуалды есептер жинағы мен интеллектуалды чат-боттың нақты қандай функцияны атқаратыны айқындалып, технологияны қолдану реті мен ішкі құрылымы белгіленді, оқу жетістіктерін өлшейтін критерийлер тұжырымдалды, студенттердің қанағаттануын бағалайтын сауалнама әзірленді, деректерді жинау мен статистикалық өңдеудің тәртібі қалыптастырылды, ал ұсынылған талдамалық аппарат модельдік деректерде тексерістен өтті. Әдістемелік модель бір-бірімен тығыз байланысты төрт блоктан – мақсаттық, мазмұндық-технологиялық, ұйымдастырушылық-әрекеттік және бағалау-нәтижелік блоктардан тұрады, сондай-ақ интеллектуалды қолдаудың үш деңгейі, атап айтқанда бағдарлаушы, бағыттаушы және түсіндіруші деңгейлер әзірленді. Нәтижелерді бағалау үшін оқу жетістіктері мен студенттердің қанағаттануы бойынша екі топ көрсеткіш ұсынылды, ал модельдік деректер негізінде жүргізілген валидация ұсынылған аналитикалық хаттаманың жұмысқа жарамды екенін дәлелдеді. Зерттеудің ғылыми жаңалығы виртуалды есептер жинағы мен чат-ботты бірыңғай оқу циклінде реттелетін ЖИ-қолдау деңгейлерімен және екі компонентті бағалау жүйесімен ұштастыруында жатыр, ал практикалық маңыздылығы әзірленген модель мен құралдарды Қазақстан Республикасының жоғары оқу орындарында қолдану мүмкіндігінде жатыр.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, жоғары математика, оқыту технологиясы, виртуалды есептер жинағы, чат-бот, әдістемелік модель, оқу жетістіктері.

Б.Ж. Нурбеков¹, А.О. Байарыстан¹, Д.С. Майдисарова², С.Ә. Сантеева¹, Г.Б. Толегенова¹

¹ Л.Н. Евразийский национальный университет имени Гумилева, г. Астана, Казахстан

² Университет Торайғырова, г. Павлодар, Казахстан

МЕТОДИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОБУЧЕНИЯ ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКЕ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация

В последние годы технологии искусственного интеллекта стремительно развиваются, открывая новые возможности в преподавании математических дисциплин в системе высшего образования. В связи с этим в работе была поставлена цель разработать методическую модель обучения высшей математике на основе искусственного интеллекта, а также предложить диагностико-аналитический инструментарий для оценки эффективности данной модели. В ходе работы были определены конкретные функции, выполняемые виртуальным сборником задач и интеллектуальным чат-ботом, установлены порядок применения технологии и её внутренняя структура, сформулированы критерии измерения учебных достижений, разработана анкета для оценки удовлетворённости студентов, сформирован порядок сбора данных и статистической обработки, а предложенный аналитический аппарат прошёл проверку на модельных данных. Методическая модель состоит из четырёх тесно взаимосвязанных блоков-целевого, содержательно-технологического, организационно-

деятельностного и оценочно-результативного, а также разработаны три уровня интеллектуальной поддержки: ориентирующий, направляющий и разъясняющий. Для оценки результатов предложены две группы показателей – учебные достижения и удовлетворённость студентов, а валидация, проведённая на основе модельных данных, подтвердила работоспособность предложенного аналитического протокола. Научная новизна исследования заключается в сочетании виртуального сборника задач и чат-бота в едином учебном цикле с регулируемыми уровнями ИИ-поддержки и двухкомпонентной системой оценки. Практическая значимость определяется возможностью применения разработанной модели и инструментов в высших учебных заведениях Республики Казахстан.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшая математика, технология обучения, виртуальный задачник, чат-бот, методическая модель, учебные достижения.

B.Zh. Nurbekov¹, A.O. Baiarystan¹, D.S. Maidisarova², S.A. Santeeva¹, G.B. Tolegenova¹

¹ L.N. Eurasian National University named after Gumileva, Astana, Kazakhstan

² Toraygyrova University, Pavlodar, Kazakhstan

A METHODOLOGICAL MODEL FOR TEACHING HIGHER MATHEMATICS BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Abstract

In recent years, artificial intelligence technologies have been developing rapidly, opening up new opportunities for teaching mathematical disciplines within the higher education system. In this regard, the study aimed to develop a methodological model for teaching higher mathematics based on artificial intelligence, as well as to propose diagnostic and analytical tools for evaluating its effectiveness. In the course of the work, the specific functions performed by the virtual problem set and the intelligent chatbot were identified, the sequence of technology application and its internal structure were established, criteria for measuring learning achievements were formulated, a questionnaire for assessing student satisfaction was developed, a procedure for data collection and statistical processing was established, and the proposed analytical apparatus was tested on model data. The methodological model consists of four closely interrelated blocks — target, content-technological, organizational-activity, and evaluation-result — and three levels of intelligent support were developed: orienting, guiding, and explanatory. Two groups of indicators — learning achievements and student satisfaction — were proposed to evaluate the results, and validation performed on model data confirmed the operability of the proposed analytical protocol. The scientific novelty of the study lies in combining the virtual problem set and the chatbot within a unified learning cycle featuring adjustable levels of AI support and a two-component evaluation system. The practical significance is determined by the possibility of applying the developed model and tools in higher education institutions of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: artificial intelligence, higher mathematics, teaching technology, virtual problem-solving environment, chatbot, methodological model, academic achievement.

Кіріспе

Негізгі ережелер:

1. Жоғары математиканы оқытуда жасанды интеллект құралдарын педагогикалық негізде пайдалану үшін виртуалды есептер жинағы мен интеллектуалды чат-ботты біріктіретін төрт компонентті әдістемелік модель әзірленді.

2. Интеллектуалды қолдаудың бағдарлаушы, бағыттаушы және түсіндіруші деңгейлері студенттерге мөлшерленген көмек алуға және өзіндік шешімге міндетті түрде қайта оралуға мүмкіндік береді.

3. Нәтижелерді бағалау екі бағытта жүзеге асырылды: оқу жетістіктері (диагностикалық тапсырмалар) және студенттердің қанағаттануы (сауалнама).

4. Модельдік валидация ұсынылған аналитикалық хаттаманың статистикалық өңдеу рәсімдерін қолдануға жарамды екенін көрсетті.

Әзірленген модельді Қазақстан Республикасының жоғары оқу орындарында математикалық пәндерді оқытуда ЖИ құралдарын кіріктірудің әдіснамалық негізі ретінде пайдалануға болады.

Жоғары білім берудегі цифрлық трансформация жасанды интеллект технологияларын оқу үдерісіне енгізудің жаңа бағыттарын ашуда. Бұл процестер математикалық пәндерді оқытуда ерекше маңызды, өйткені студенттердің практикалық дағдылары мен өзіндік жұмысының тиімділігі көбінесе кері байланыс жүйесінің қаншалықты уақтылы әрі сапалы жұмыс істейтініне байланысты. Осыған орай заманауи зерттеулер де адаптивті оқыту жүйелері мен интеллектуалды қолдау құралдарының білім беру үдерісіндегі рөлінің арта түсуі қажеттігін көрсетіп отыр [1,2].

Генеративті модельдер мен диалогтық жүйелердің дамуы білім алушылармен интерактивті өзара әрекеттесудің жаңа мүмкіндіктерін ашады. Чат-боттар табиғи тілде сұхбат жүргізе алады, түсініктемелер бере алады, оқу тапсырмаларын орындау барысында көмек көрсете алады [3]. Дегенмен бұл құралдарды пайдалану бірқатар тәуекелмен қатар жүреді: студенттің дайын шешімге тәуелді болуы, алынған ақпаратты сыни тұрғыдан бағаламауы, өзіндік ойлау белсенділігінің төмендеуі осының қатарында [4,5]. Осыған байланысты ЖИ құралдарын педагогикалық негізде пайдалану стратегиясын әзірлеу қажеттілігі туындайды.

Математикалық пәндерді оқытуда интеллектуалды жүйелердің тиімділігі бірқатар зерттеулерде дәлелденген. Атап айтқанда, VanLehn K. [6] интеллектуалды оқыту жүйелерінің дәстүрлі оқытуға қарағанда тиімділігін мета-талдау арқылы көрсетсе, Steenbergen-Ни және Соорер [7] мұндай жүйелердің жоғары оқу орны студенттерінің оқу нәтижелеріне оң әсерін анықтады. және т.б. [8] математиканы оқытудағы адаптивті жүйелердің тиімділігін мета-талдау арқылы зерттеп, олардың дәстүрлі оқытуға қосымша құрал ретінде қолданылғанда айтарлықтай нәтиже беретінін көрсетті. Соңғы жылдары чат-боттарды оқытуда, соның ішінде математиканы оқытуда қолдануға арналған эмпирикалық жұмыстар да пайда болды [9–11]. Бұл зерттеулер ЖИ құралдарының математикалық дайындық тиімділігіне ықпал ететінін көрсетеді, алайда олардың көпшілігі жекелеген аспектілерге (тапсырмаларды автоматты тексеру, кері байланыс) шоғырланған, ал кешенді әдістемелік модель әзірлеу мәселесі жеткіліксіз зерттелген. Жоғары математиканы оқыту студенттерден ұғымдық аппаратты терең меңгеруді, математикалық объектілер арасындағы байланыстарды түсінуді және әртүрлі деңгейдегі есептерді шешу дағдыларын қалыптастыруды талап етеді. Ал студенттердің бастапқы дайындығындағы айырмашылықтар тапсырмаларды саралауды және қиындық туындаған жағдайда қосымша қолдау көрсетуді қажет етеді [12]. Осы тұрғыдан алғанда, математикалық есептерді шешудің құрылымдық ортасын диалогтық ЖИ мүмкіндіктерімен ұштастыру перспективалы бағыт ретінде қарастырылады.

Зерттеудің мақсаты – жасанды интеллект негізінде жоғары математиканы оқыту технологиясын қолданудың әдістемелік моделін әзірлеу және осы модельдің тиімділігін бағалауға арналған диагностикалық-аналитикалық құралдарды ұсыну.

Зерттеу міндеттері:

– виртуалды есептер жинағы мен интеллектуалды чат-боттың функционалдық рөлін айқындау;

– ЖИ негізінде оқыту технологиясын қолданудың құрылымы мен реттілігін белгілеу;

– оқу жетістіктерін бағалаудың өлшемдері мен көрсеткіштерін анықтау;

– студенттердің қанағаттану деңгейін бағалау құралдарын әзірлеу;

– деректерді жинау және статистикалық өңдеу рәсімін қалыптастыру;

– ұсынылған талдамалық құралдардың модельдік валидациясын жүргізу.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – виртуалды есептер жинағы мен интеллектуалды чат-ботты жоғары математиканы оқытудың бірыңғай циклінде реттелетін ЖИ-қолдау деңгейлерімен және екі компонентті бағалау жүйесімен біріктіретін модельді әзірлеу.

Зерттеу әдіснамасы

Зерттеу Қазақстан Республикасының жоғары білім беру жүйесінде жасанды интеллект негізінде жоғары математиканы оқыту технологиясын қолданудың әдістемелік моделін

әзірлеу мақсатында орындалды. Ұйымдастыру базасы – Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті. Зерттеу төрт кезеңнен тұрды: жобалау, диагностикалық, ұйымдастырушылық-әрекеттік және аналитикалық кезеңдер.

Оқыту технологиясының құрылымы. Технология екі негізгі компоненттен тұрады. Виртуалды есептер жинағы әртүрлі күрделілік деңгейіндегі тапсырмаларды ұсына отырып, студенттердің практикалық әрекетін ұйымдастырады. Интеллектуалды чат-бот контекстік қолдау көрсетеді: ұғымдарды түсіндіру, шарттарды нақтылау, бағыттаушы кеңестер беру, шешім кезеңдерін түсіндіру, қателерді анықтау, ұқсас тапсырмалар ұсыну және өзін-өзі тексеруге арналған сұрақтар қалыптастыру.

Ұйымдастырушылық схема келесі кезеңдерден тұрады: бастапқы диагностика → оқу материалымен жұмыс → есептер жинағында есептерді шешу → чат-ботқа жүгіну → өзіндік шешім → қорытынды диагностика → сауалнама → нәтижелерді талдау.

Оқу жетістіктерін бағалау 100 балдық шкала бойынша орындалады. Бастапқы және қорытынды тапсырмалар салыстырмалы түрде ұсынылады. Бағалау критерийлеріне ұғымды түсіну, әдісті таңдау, түрлендірудің дұрыстығы, дәйектіліктің негізділігі, нәтиженің дұрыстығы және оны түсіндіру жатады.

Қанағаттанушылықты бағалау үшін Лайкерттің бес балдық шкаласына негізделген сауалнама қолданылады. Ол төрт өлшемді қамтиды: пайдалылық, өзара әрекеттесудің ыңғайлылығы, оқу әрекетіне әсері және жалпы қанағаттану; оған қоса ашық сұрақтар да қарастырылған.

Статистикалық өңдеу сипаттамалық статистиканы (орташа мән, медиана, стандартты ауытқу, квартильаралық ауқым), Студенттің жұптастырылған t-критерийін немесе Уилкоксон критерийін, әсер мөлшерін, сондай-ақ Кронбахтың α коэффициентін есептеуді қамтиды. Маңыздылық деңгейі $p < 0,05$ болып белгіленді.

Деректермен жұмыс және этикалық қағидаттар тұрғысынан алғанда, зерттеу барысында деректерді иесіздендіру, қатысушыларды ақпараттандыру және деректерді жиынтық түрде талдау принциптері сақталды [13].

Модельдік валидация мақсатында әзірленген аналитикалық хаттаманың жұмысқа қабілеттілігін тексеру үшін бастапқы және қорытынды диагностика көрсеткіштерін, сондай-ақ қанағаттану шкалалары бойынша жауаптарды қамтитын модельдік деректер массиві ($N = 72$) құрылды. Бұл массив көзделген деректерді жинау процедурасына толық сай келді, сондықтан байланысты өлшемдерді талдау әдістерінің қолданылу мүмкіндігін тексеруге болды.

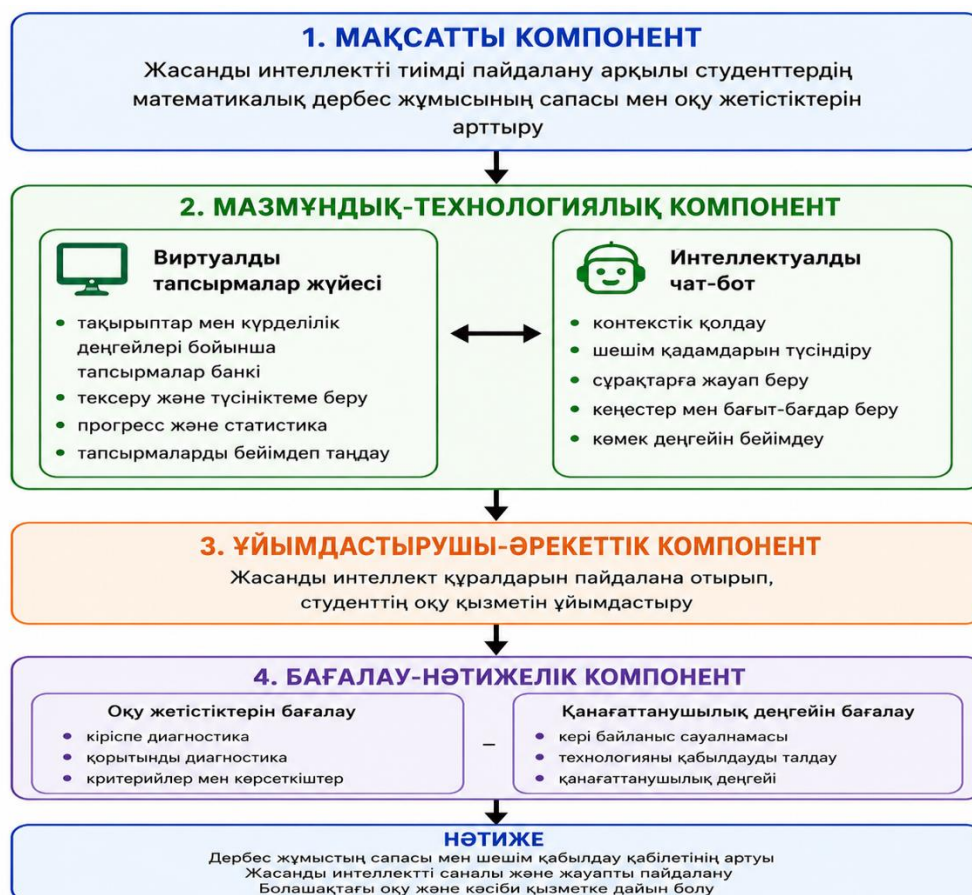
Зерттеу нәтижелері

Зерттеудің негізгі нәтижесі – жасанды интеллект негізінде жоғары математиканы оқыту технологиясын қолданудың әдістемелік моделін әзірлеу болып отыр. Бұл модель өзара байланысты төрт компоненттен тұрады: мақсаттық, мазмұндық-технологиялық, ұйымдастырушылық-әрекеттік және бағалау-нәтижелік. Модельдің құрылымы 1-суретте көрсетілген.

Ескерту: Модель төрт негізгі блокты қамтиды: мақсаттық, мазмұндық-технологиялық, ұйымдастырушылық-әрекеттік және бағалау-нәтижелік.

Мақсаттық компонент студенттің өзіндік математикалық әрекетін ұйымдастыруды және мөлшерленген контекстік қолдау көрсету арқылы оқыту тиімділігін арттыруды көздейді. Осы компонент аясында интеллектуалды қолдаудың үш деңгейі әзірленді, олар студентке көрсетілетін көмек көлемінің біртіндеп артуын қамтамасыз етеді. Әрбір деңгейдің сипаттамасы 2-суретте берілген.

Ескерту: 1-деңгей – бағдарлаушы (есеп шартын түсіндіру); 2-деңгей – бағыттаушы (шешу жолын нұсқау); 3-деңгей – түсіндіруші (толық түсіндірме беру).



Сурет 1. Жасанды интеллект негізінде жоғары математиканы оқыту технологиясын қолданудың әдістемелік моделінің құрылымы

Мазмұндық-технологиялық компонент үш күрделілік деңгейіндегі тапсырмалар банкі мен интеллектуалды қолдау құралдарын біріктіреді, ал технологияның әрбір компоненті өзіне тән функцияны атқарады. Виртуалды есептер жинағы практикалық әрекетті ұйымдастырса, интеллектуалды чат-бот контекстік қолдау көрсетеді. Диагностикалық және аналитикалық модульдер нәтижелерді бағалау мен жинақтауды қамтамасыз етеді. Компоненттердің функционалдық бөлінуі 1-кестеде көрсетілген.

Кесте 1. Технология құрамдастарының функционалдық бөлінуі

Компонент	Негізгі функция	Студенттің әрекеті	Нәтиже
Виртуалды есептер жинағы	Практикалық әрекетті ұйымдастыру	Тапсырмаларды таңдау және шешу	Есеп шығару дағдыларын қалыптастыру
Чат-бот	Контекстік қолдау	Сұрақ құрастыру, кеңесті талдау	Қиындықтарды жеңу
Диагностикалық модуль	Нәтижелерді бағалау	Диагностикалық тапсырмаларды орындау	Жетістіктер динамикасы
Кері байланыс модулі	Қабылдауды бағалау	Сауалнаманы толтыру	Қанағаттану
Аналитикалық модуль	Нәтижелерді жинақтау	–	Технологияны бағалау көрсеткіштері



Сурет 2. Интеллектуалды қолдаудың үш деңгейі

Ұйымдастырушылық-әрекеттік компонент студенттің технологиямен өзара әрекеттесу ретін белгілейді. Бұл цикл оқу тапсырмасын алудан басталып, рефлексиямен аяқталады. Циклдің басты ерекшелігі мынада: студент қиындық туындаған жағдайда ЖИ-ге жүгінеді, бірақ мөлшерленген қолдау алғаннан кейін міндетті түрде өзіндік шешімге қайта оралады. Өзара әрекеттесу циклі 3-суретте көрсетілген.



Сурет 3. Студенттің технологиямен өзара әрекеттесу циклі

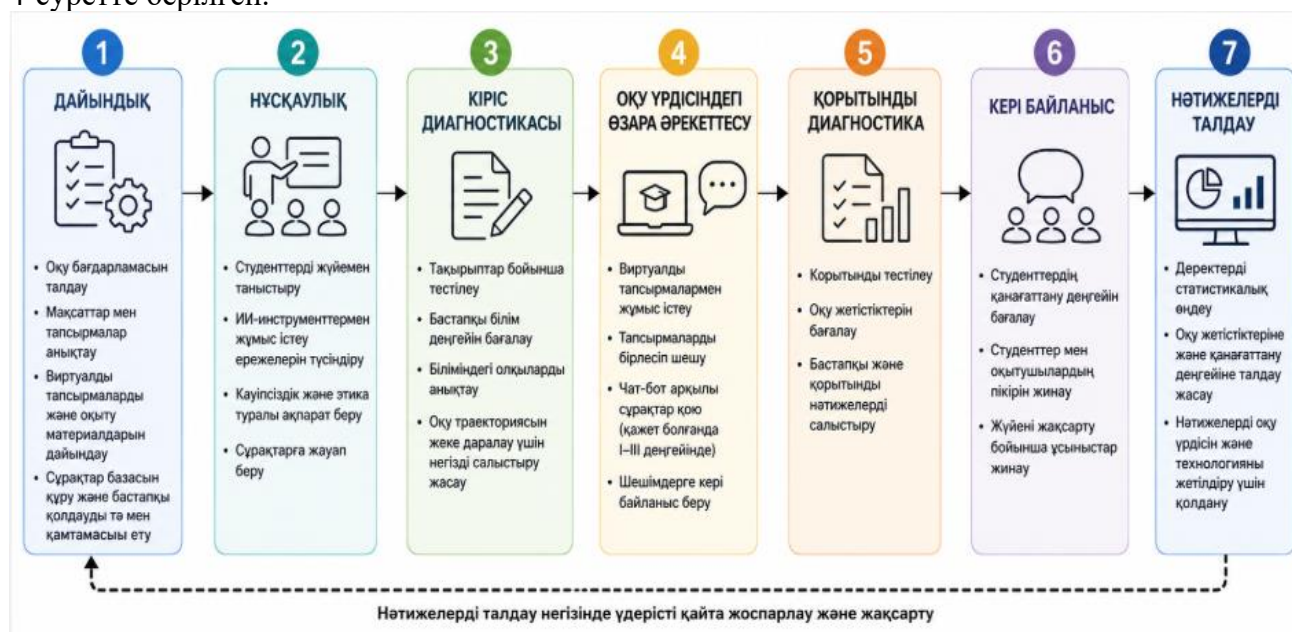
Ескерту: 1 – оқу тапсырмасы; 2 – өзіндік әрекет; 3 – қиындықты анықтау; 4 – ЖИ-ге жүгіну; 5 – мөлшерленген қолдау (1, 2 немесе 3-деңгей); 6 – шешуді жалғастыру; 7 – нәтижені тексеру; 8 – рефлексия.

Бағалау-нәтижелік компонент технологияны қолдану нәтижелерін кешенді бағалауға мүмкіндік береді. Бағалау екі бағытта жүргізіледі: біріншісі – студенттердің оқу жетістіктері, екіншісі – олардың қанағаттану деңгейі. Әрбір бағыт өзіне тән көрсеткіштермен және бағалау құралдарымен сипатталады. Бағалау жүйесінің құрылымы 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2. Технологияны енгізу нәтижелерін бағалау жүйесі

Бағыт	Көрсеткіштер	Құрал
Оқу жетістіктері	Жалпы нәтиже; концептуалды түсіну; есеп шығару; өзіндік дербестік	Диагностикалық тапсырмалар
Қанағаттану	Пайдалылық; өзара әрекеттесудің ыңғайлылығы; оқу әрекетіне әсері; жалпы қанағаттану	Сауалнама

Технологияны қолдану нақты алгоритм негізінде жүзеге асырылады. Алгоритм дайындық кезеңінен басталып, нәтижелерді талдаумен аяқталады, ал әрбір кезең белгілі бір мақсатқа бағытталып, өзара логикалық байланыста тұрады. Технологияны қолданудың толық алгоритмі 4-суретте берілген.



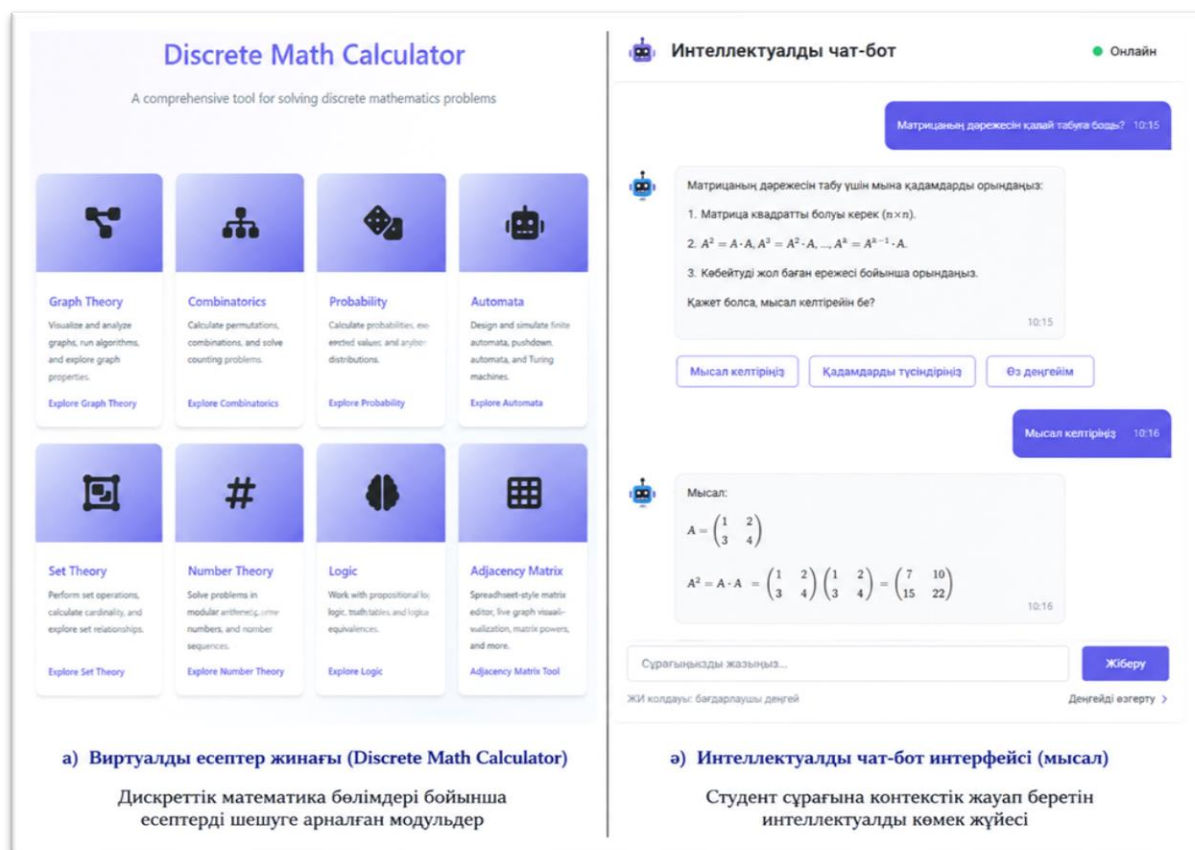
Сурет 4. Жасанды интеллект негізінде жоғары математиканы оқыту технологиясын қолдану алгоритмі

Ескерту: Алгоритм технологияны қолданудың барлық кезеңдерін қамтиды.

Виртуалды есептер жинағы мен интеллектуалды чат-боттың жұмыс істеу принципі 5-суретте көрсетілген. Виртуалды есептер жинағында студент тапсырманы тандап, шешу барысын жүргізеді, ал чат-бот студенттің сұрағына жауап бере отырып, контекстік қолдау көрсетеді.

Студенттің технологияны қолдануға қанағаттануын анықтау мақсатында Лайкерттің бес балдық шкаласына негізделген сауалнама құрастырылды. Ол пайдалылық, ыңғайлылық, оқу әрекетіне әсері және жалпы қанағаттану деген төрт негізгі шкаланы қамтиды. Әрбір шкала бойынша ұсынылған тұжырымдар студенттің технология туралы пікірін анықтауға бағытталған. Сауалнама құрылымы 3-кестеде келтірілген.

Модельдік валидация барысында бастапқы және қорытынды диагностика нәтижелерінің сипаттамалық статистикалық көрсеткіштері есептелді. Әрбір диагностикалық параметр бойынша орташа мән (M), стандартты ауытқу (SD), медиана (Me) және кuartильаралық ауқым (Q1–Q3) анықталды.



Сурет 5. Виртуалды есептер жинағы мен чат-боттың интерфейсі

Кесте 3. Студенттердің қанағаттануын бағалау құралының құрылымы

Шкала	Бағаланатын аспект	Тұжырым мысалы
Пайдалылық	материалды түсінуге көмек	Технологияны қолдану оқу материалын жақсырақ түсінуге көмектеседі
Ыңғайлылық	өзара әрекеттесудің қарапайымдылығы	Виртуалды есептер жинағының құрылымы түсінікті
Оқу әрекетіне әсері	қателермен жұмыс және өзіндік дербестік	Технологияны қолдану жіберілген қателерді талдауға көмектеседі
Жалпы қанағаттану	технологияны қабылдау	Мен математиканың басқа бөлімдерін оқығанда осындай құралдарды қолданғым келеді

Бұл көрсеткіштер модельдік деректер массивіндегі таралуды сипаттайды және аналитикалық хаттаманың осы типтегі деректерді өңдеуге қабілеттілігін тексеруге арналған. Сипаттамалық статистика 4-кестеде келтірілген.

Кесте 4. Модельдік деректер массивінің сипаттамалық статистикасы (балл)

Көрсеткіш	Бастапқы $M \pm SD$	Бастапқы $Me [Q1-Q3]$	Қорытынды $M \pm SD$	Қорытынды $Me [Q1-Q3]$
Жалпы нәтиже	$61,8 \pm 14,5$	63 [52–72]	$74,2 \pm 12,8$	76 [66–84]
Концептуалды түсіну	$60,3 \pm 15,1$	61 [50–71]	$72,9 \pm 13,4$	74 [64–83]
Шешу әдісін таңдау	$58,7 \pm 16,0$	59 [47–70]	$71,5 \pm 14,2$	73 [62–82]
Түрлендірулердің дұрыстығы	$62,4 \pm 14,8$	64 [53–73]	$75,0 \pm 13,1$	77 [67–85]

Келтірілген мәндер диагностикалық параметрлердің модельдік деректердегі таралуын көрсетеді және аналитикалық хаттаманың осы типтегі деректерді өңдеуге қабілетті екенін растайды. Аналитикалық хаттаманың жұмысқа қабілеттілігін тексеру үшін бірнеше статистикалық процедуралар қолданылды. Оларға жұптасқан *t*-критерий, Уилкоксон критерийі, әсер көлемін бағалау және Кронбах α -коэффициентін есептеу жатады. Әрбір процедураның қолданылу шарттары мен интерпретациясы 5-кестеде көрсетілген.

Кесте 5. Аналитикалық хаттаманы модельдік деректерде тексеру нәтижелері

Процедура	Интерпретация
Стьюденттің жұптастырылған <i>t</i> -критерийі	Бастапқы және қорытынды диагностика нәтижелерін салыстыру (қалыпты үлестірім шарты орындалғанда)
Уилкоксон критерийі	Бастапқы және қорытынды диагностика нәтижелерін салыстыру (қалыпты үлестірім шарты орындалмағанда)
Коэннің <i>d</i> коэффициенті	Бақыланатын өзгерістердің әсер көлемін бағалау
Кронбахтың α коэффициенті	Сауалнама шкалаларының ішкі үйлесімділігін бағалау

Модельдік валидация нәтижесі ұсынылған статистикалық талдау рәсімдерінің техникалық тұрғыдан қолдануға жарамдылығын растады. Сонымен қатар модельдік деректер негізінде алынған нәтижелер әзірленген әдістемелік модельдің педагогикалық тиімділігін бағалауға арналмаған және аналитикалық хаттаманың жұмысқа қабілеттілігін тексеру нәтижесі ретінде қарастырылады. Ұсынылған модельдің практикалық тиімділігін эмпирикалық тұрғыдан бағалау келесі зерттеу кезеңінде жоғары оқу орнының нақты білім беру үдерісінде пилоттық апробация жүргізу арқылы жүзеге асырылатын болады.

Сауалнаманың төрт шкаласы студенттің технологияны қалай қабылдағанын әр қырынан көрсетеді. Осы мақсатта әрбір шкала бойынша орташа мән, стандартты ауытқу, медиана және оң бағалардың үлесі анықталды (6-кесте). Төмендегі көрсеткіштер студенттердің нақты жауаптарын емес, әзірленген өлшеу құралының имитациялық деректердегі әрекетін сипаттайды.

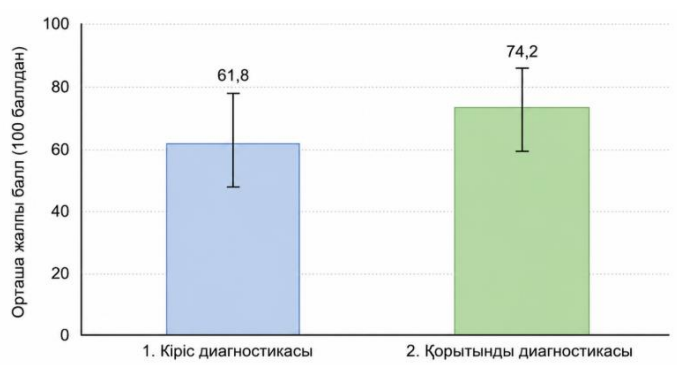
Кесте 6. Модельдік деректер массивіндегі қанағаттану көрсеткіштері

Көрсеткіш	$M \pm SD$	$Me [Q1-Q3]$	Оң бағалар үлесі, %
Технологияның пайдалылығы	$4,24 \pm 0,62$	4,3 [4,0–4,8]	84,7
Өзара әрекеттесудің ыңғайлылығы	$4,08 \pm 0,68$	4,0 [3,8–4,6]	79,2
Оқу әрекетіне әсері	$4,17 \pm 0,64$	4,2 [3,9–4,7]	82,0
Жалпы қанағаттану	$4,31 \pm 0,59$	4,4 [4,0–4,8]	87,5

Модельдік (имитациялық) деректерді талдау барысында төрт шкала бойынша есептеу рәсімдерінің қолданылу мүмкіндігі тексерілді. Қалыптастырылған деректер массивінде жалпы қанағаттану шкаласының орташа мәні $M = 4,31$ ($SD = 0,59$), технологияның пайдалылығы – $M = 4,24$ ($SD = 0,62$), оқу әрекетіне әсері – $M = 4,17$ ($SD = 0,64$), ал өзара әрекеттесудің ыңғайлылығы – $M = 4,08$ ($SD = 0,68$) болды. Оң бағалар үлесі 79,2%-дан 87,5%-ға дейінгі аралықта қалыптастырылды. Бұл көрсеткіштер нақты студенттердің қанағаттану деңгейін сипаттамайды және әзірленген сауалнама нәтижелерін жинақтау мен статистикалық өңдеу рәсімдерінің жұмысқа қабілеттілігін көрсету мақсатында ғана пайдаланылды.

Аналитикалық хаттаманың жұмысын көрнекі көрсету үшін бастапқы және қорытынды диагностиканың болжамды нәтижесін құрылымын имитациялайтын модельдік деректер массиві құрылды, ал арасындағы айырмашылықты көрсету үшін орташа мән мен стандартты

ауытқу графигі салынды(6-сурет). Осы графикте оқу жетістігінің жалпы өсу үрдісі де, нәтиженің таралу ауқымы да көрінеді.



6-сурет - Кіріс және қорытынды диагностиканың жалпы балының орташа мәні (модельдік деректер). Ескерту: 1-бастанқы диагностикасы ($M = 61,8$; $SD = 14,5$); 2 – қорытынды диагностика ($M = 74,2$; $SD = 12,8$).

Мұндағы көрініс аналитикалық контурдың мүмкіндігін екі жағынан аңғартады: ол тек орташа балдың өзгеруін ғана емес, білім алушылар нәтижесінің таралу ауқымын да тіркей алады. Дегенмен эмпирикалық деректі талдағанда орташа мәнді салыстырудың өзі жеткіліксіз. Оны статистикалық маңыздылықты тексерумен және әсер мөлшерін бағалаумен толықтыру қажет. Осыған байланысты графикалық көрініс дербес дәлел емес, талдаудың көмекші элементі ретінде, статистикалық рәсімнің нәтижесімен бірге қарастырылады.

Дискуссия

Ұсынылған әдістемелік модель әр құрамдасының функциясын дербес бөліп көрсету арқылы жоғары математиканы оқытуда жасанды интеллектті қолданудың нақты жолын көрсетеді. Білім алушы генеративті жүйеге реттелмеген түрде жүгінгенде пайда болатын жағдайдан айырмашылығы мұнда анық: модельдегі виртуалды есептер жинағы математикалық практиканың дәйектілігі мен құрылымдылығын қамтамасыз етсе, чат-бот өлшенген контекстік қолдау рөлін атқарады. Мұндай бөліну Zawacki-Richter және т.б. (2019) авторлардың пікірімен үндеседі — олар да зерттеу назарын ЖИ-дің технологиялық мүмкіндігінен оны қолданудың нақ педагогикалық тетігіне бұру керектігін айтқан болатын.

Әзірленген модельдің маңызды тұсы ретінде интеллектуалды қолдаудың үш деңгейге бөлінуін айтуға болады. Олар бағдарлаушы, бағыттаушы және түсіндіруші. Көмек көлемінің біртіндеп артуы студенттің өз бетінше шешім іздеуін тоқтатпай, туындаған қиындықтардың сипатын ескеруге мүмкіндік береді. Ал қолдау алғаннан кейін студенттің өз жұмысына қайта оралуы міндетті болғандықтан, бұл модель дайын жауап беретін генеративті ЖИ-ден түбегейлі бөлек тұрады. Қазіргі зерттеулерде жиі айтылатын — білім алушының генеративті жүйеге шектен тыс тәуелденуі, жауапты сын көзбен қарамауы, дербес оқу белсенділігінің бәсеңдеуі сияқты қауіп ескерілгенде, дәл осы айырмашылықтың салмағы арта түседі[4,14,15].

Модельдің тағы бір ерекшелігі — оқу жетістіктері мен студенттердің қанағаттануын қатар алатын екі компонентті бағалау жүйесі. Егер тек академиялық көрсеткішке ғана сүйенсе, студенттің технологияны қаншалық пайдалы, ыңғайлы санайтыны және оның өзіндік жұмысқа қалай ықпал ететіні көмескі қалар еді. Ал пайдалылық, өзара әрекеттесудің ыңғайлылығы, оқу әрекетіне әсер ету дәрежесі мен жалпы қанағаттану шкаласын қосқанда, объективті диагностикалық көрсеткіш студенттің өз пікірімен толығыады. Мұндай көзқарас білім беру технологиясының тиімділігі жалғыз нәтижемен емес, білім алушының цифрлық ортамен қалай әрекеттесетінімен де өлшенеді деген қазіргі түсінікке сай келеді[16,17].

Аналитикалық хаттаманың модельдік валидациясы қарастырылған деректің әртүрлі түрін өңдеуге мүмкіндік беретінін көрсетті: сипаттамалық статистиканы есептеу, байланысты өлшемдерді салыстыру, әсер мөлшерін бағалау және сауалнама шкалаларының ішкі үйлесімділігін тексеру рәсімдері модельдік массивте сәтті қолданылды. Алайда бұл нәтижелер әзірленген әдістемелік модельдің педагогикалық тиімділігін емес, аналитикалық құралдың техникалық жарамдылығын растайды.

Қазақстан Республикасының жоғары білім беру жүйесі тұрғысынан алғанда, ұсынылған модель ЖИ құралдарын математикалық пәндерге кіріктірудің қайта жаңғыртылатын тетігі ретінде қызығушылық тудырады: ол мазмұнды жобалауда, тапсырмалар банкі құруда, ЖИ-қолдаудың рұқсат етілген түрін белгілеуде және нәтижені бағалауда оқытушының жетекші рөлін сақтап қалады. Осылайша білім беру процесінің цифрлық трансформациясы академиялық адалдық талабымен, дербес деректі қорғаумен және студенттің өзіндік оқу белсенділігін сақтаумен қатар жүре алады.

Зерттеудің шектеулері бірнеше жайтпен байланысты: аналитикалық хаттама тек модельдік деректерде тексерілді; эмпирикалық апробация жүргізілген жоқ; зерттеу бір пән – жоғары математика – аясында шектелген. Аталған шектеулер модельдің практикалық құндылығын жоққа шығармайды, алайда оның педагогикалық тиімділігін эмпирикалық тұрғыдан растау келесі зерттеу кезеңінің міндеті болып қалады.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу ЖИ-технологияны жоғары математиканы оқытуда қолдануға арналған төрт блокты әдістемелік модельдің құрылымдық негіздемесін берді. Модельдің құрылымдық тұтастығы оның компоненттерінің функционалдық өзара байланысымен қамтамасыз етіледі. Интеллектуалды қолдаудың бағдарлаушы, бағыттаушы және түсіндіруші деңгейлері студентке дозаланған көмек алуға мүмкіндік берсе, ал қос компонентті бағалау жүйесі (оқу жетістіктері мен қанағаттану) нәтижелерді кешенді түрде қарастыруға жағдай жасайды. Модельдік валидация статистикалық өңдеу рәсімдерінің техникалық қолданылу мүмкіндігін растады. Әзірленген әдістемелік модель математикалық пәндерді оқытуда ЖИ құралдарын педагогикалық негізде енгізуге бағытталған әдіснамалық база ретінде жоғары оқу орындарының тәжірибесінде қолданыла алады. Зерттеудің келесі кезеңі нақты жоғары оқу орнының білім беру үдерісінде модельдің пилоттық апробациясын жүргізуге бағытталады.

Авторлардың үлесі:

Нурбеков Б.Ж. – зерттеу концептуализациясы, әдістемелік модельді және зерттеудің жалпы әдіснамасын әзірлеу, ғылыми жетекшілік;

Байарыстан А.О. – оқыту технологиясының құрылымын, диагностикалық құралдарды және нәтижелерді бағалау жүйесін әзірлеу;

Майдисарова Д.С. – ғылыми әдебиеттер мен нормативтік-әдістемелік дереккөздерді талдау, модельдің ұйымдастырушылық-әрекеттік құрамдасын әзірлеу;

Сантеева С.Ә. – аналитикалық хаттаманы әзірлеу, нәтижелерді жүйелеу және түсіндіру, деректерді визуализациялау;

Толегенова Г.Б. – редакциямен хат-хабар алысу, мақаланы басылымға дайындау және ұсыну.

Барлық авторлар нәтижелерді талқылауға, қолжазбаны редакциялауға қатысты, оның түпкілікті нұсқасын оқып, мақұлдады.

Алғыс

Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің 2024–2026 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобаларды гранттық қаржыландыру аясында жүзеге асырылатын АР23489530 «Болашақ АТ-кадрларының мансаптық перспективаларын арттыру үшін жасанды интеллектті (AI) пайдалана отырып, жоғары математиканы оқытудың инновациялық технологиясын зерттеу және әзірлеу» атты ғылыми жобасы шеңберінде орындалды.

Пайлананылған дереккөздер тізімі

- [1]Ouyang F., Zheng L., Jiao P. Artificial intelligence in online higher education: A systematic review of empirical research from 2011 to 2020 // *Educ Inf Technol*. 2022. T. 27, № 6. C. 7893–7925. DOI: 10.1007/s10639-022-10925-9.
- [2] Zawacki-Richter O. u օр. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? // *Int J Educ Technol High Educ*. 2019. T. 16, № 1. C. 39. DOI: 10.1186/s41239-019-0171-0.
- [3]BaiDoo-Anu D., Owusu Ansah L. Education in the Era of Generative Artificial Intelligence (AI): Understanding the Potential Benefits of ChatGPT in Promoting Teaching and Learning // *Journal of AI*. 2023. T. 7, № 1. C. 52–62. DOI: 10.61969/jai.1337500.
- [4] Alasadi E. A., Baiz C. R. Generative AI in Education and Research: Opportunities, Concerns, and Solutions // *J. Chem. Educ*. 2023. T. 100, № 8. C. 2965–2971. DOI: 10.1021/acs.jchemed.3c00323.
- [5] Kasneci E. u օр. ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education // *Learning and Individual Differences*. 2023. T. 103. C. 102274. DOI: 10.1016/j.lindif.2023.102274.
- [6] VanLEHN K. The Relative Effectiveness of Human Tutoring, Intelligent Tutoring Systems, and Other Tutoring Systems // *Educational Psychologist*. 2011. T. 46, № 4. C. 197–221. DOI: 10.1080/00461520.2011.611369.
- [7] Steenbergen-Hu S., Cooper H. A meta-analysis of the effectiveness of intelligent tutoring systems on college students' academic learning. // *Journal of Educational Psychology*. 2014. T. 106, № 2. C. 331–347. DOI: 10.1037/a0034752.
- [8] Sun S. u օр. The Effects of ALEKS on Mathematics Learning in K-12 and Higher Education: A Meta-Analysis // *Investigations in Mathematics Learning*. 2021. T. 13, № 3. C. 182–196. DOI: 10.1080/19477503.2021.1926194.
- [9] Wu R., Yu Z. Do AI chatbots improve students learning outcomes? Evidence from a meta-analysis // *Brit J Educational Tech*. 2024. T. 55, № 1. C. 10–33. DOI: 10.1111/bjet.13334.
- [10]Cheng L. u օр. Facilitating Student Learning With a Chatbot in an Online Math Learning Platform // *Journal of Educational Computing Research*. 2024. T. 62, № 4. C. 687–717. DOI: 10.1177/07356331241226592.
- [11]Pardos Z. A., Bhandari S. ChatGPT-generated help produces learning gains equivalent to human tutor-authored help on mathematics skills // *PLoS ONE / nod ped*. Carvalho P. F. 2024. T. 19, № 5. C. e0304013. DOI: 10.1371/journal.pone.0304013.
- [12]Okonkwo C. W., Ade-Ibijola A. Chatbots applications in education: A systematic review // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2021. T. 2. C. 100033. DOI: 10.1016/j.caeai.2021.100033.
- [13]Қазақстан Республикасының Заңы. (2013). Дербес деректер және оларды қорғау туралы: Қазақстан Республикасының 2013 жылғы 21 мамырдағы № 94-V Заңы (өзгерістер мен толықтырулармен). Қазақстан Республикасының Заңы. (2013). <https://old.adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1300000094>
- 14.Lo C. K. What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature // *Education Sciences*. 2023. T. 13, № 4. C. 410. DOI: 10.3390/educsci13040410.
- 15.Bastani H. u օр. Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics // *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*. 2025. T. 122, № 26. C. e2422633122. DOI: 10.1073/pnas.2422633122.
- 16.Chiu T. K. F. u օр. Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education // *Computers and Education: Artificial Intelligence*. 2023. T. 4. C. 100118. DOI: 10.1016/j.caeai.2022.100118.
- 17.Tlili A. u օр. What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education // *Smart Learn. Environ*. 2023. T. 10, № 1. C. 15. DOI: 10.1186/s40561-023-00237-x.