

ӘОЖ 37.018.43

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ НЕГІЗІНДЕГІ ЧАТ-БОТТАРДЫ ҚАШЫҚТЫҚТАН ОҚЫТУДА КІРІКТІРІП ОҚЫТУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ (ХИМИЯ ПӘНІ НЕГІЗІНДЕ)

Кайратова Динара Кайратовна

магистрант, әл-Фараби атынбағы Қазақ Ұлттық Университеті,
Алматы қ., Қазақстан

Бұл мақалада жасанды интеллект (ЖИ) негізінде жұмыс істейтін чат-боттарды химия пәнін оқытуда қашықтықтан және кіріктіріп оқыту жүйесіне енгізудің мүмкіндіктері қарастырылады. Қазіргі таңда қашықтықтан оқыту технологиялары білім беру жүйесінде кеңінен қолданылып келеді. Алайда, мұғалімдер мен білім алушылар үшін тиімді кері байланыс орнату, оқу материалдарын жекелендіру және білім алушылардың оқу жетістіктерін бағалау мәселелері өзекті болып отыр. Осы тұрғыда жасанды интеллект негізіндегі чат-боттарды оқыту процесіне кіріктіру оқу тиімділігін арттырудың перспективалы әдістерінің бірі ретінде қарастырылады. Мақалада ЖИ негізінде жұмыс істейтін чат-боттардың химия пәнінде қолданылу ерекшеліктері, олардың білім алушылармен өзара әрекеттесуі және оқу процесін автоматтандырудағы рөлі жан-жақты талданады. Сонымен қатар, білім беру чат-боттарының құрылымдық ерекшеліктері, олардың адаптивті оқыту жүйелерімен интеграциясы, білім алушылардың жеке оқу траекториясын құрудағы маңызы және білім сапасын арттыруға ықпалы сипатталады. Зерттеу барысында ЖИ-дің оқытуда қолданылатын негізгі алгоритмдері, чат-боттардың функционалдық мүмкіндіктері және оларды химия сабақтарында тиімді пайдаланудың жолдары қарастырылды. Чат-боттардың химиялық есептерді шешуге көмектесу, зертханалық жұмыстарды модельдеу, тестілеу жүргізу және оқушыға жекелендірілген кеңес беру мүмкіндіктері анықталды. Сонымен қатар, оқыту процесінде виртуалды көмекшілердің артықшылықтары мен кемшіліктері, білім алушылардың белсенділігін арттыруға әсері, сондай-ақ мұғалімдердің жұмыс жүктемесін азайтудағы рөлі қарастырылды.

Кілт сөздер: жасанды интеллект, чат-боттар, қашықтықтан оқыту, кіріктіріп оқыту, химия, білім беру технологиялары.

Кіріспе. Қазіргі цифрлық дәуірде интернет тек ақпарат тарату құралы ғана емес, сонымен қатар виртуалды өзара әрекеттесудің маңызды платформасы болып табылады. Интернет мәліметтер алмасу, білім беру, коммерциялық және

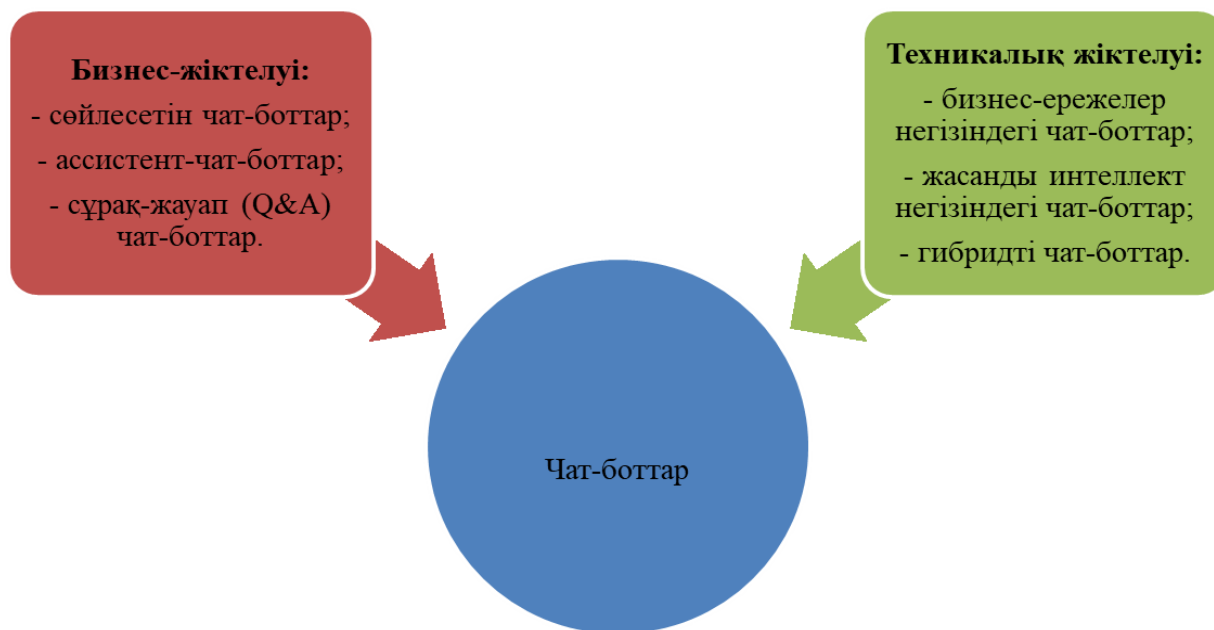
ойын-сауық қызметтерін ұсынумен қатар, адамдар арасындағы әлеуметтік байланысты қамтамасыз етуде де маңызды рөл атқарады. Жақын адамдармен қарым-қатынас, іскерлік әріптестермен өзара байланыс орнату және жаңа байланыстарды дамыту – қазіргі заманғы қоғамның ажырамас бөлігі.

Интернет-коммуникациялардың даму кезеңдерін бірнеше негізгі сатыға бөлуге болады. Алғашқы кезеңдерде чаттар кеңінен қолданылды, кейіннен оларды мессенджерлер алмастырды, ал әлеуметтік желілер одан әрі танымал бола бастады. Алайда, соңғы жылдары мессенджерлердің жаңа толқыны байқалып отыр, бұл олардың ыңғайлылығына, кеңейтілген интеграция мүмкіндіктеріне және жетілдірілген функционалдығына байланысты [1]. Мессенджерлердің қарқынды дамуы тек техникалық өзгерістермен, мысалы, мобильді интернет жылдамдығының артуы, тарифтердің арзандауы және бұлтты технологиялардың дамуы арқылы ғана емес, сонымен қатар смартфондардың кеңінен қолданылуымен байланысты. Бірақ, ең бастысы, бұл үдерісте жасанды интеллект (ЖИ) технологияларын енгізу ерекше рөл атқарады. ЖИ адамның ойлау және қабылдау процестерін модельдеуге мүмкіндік береді. Қазіргі интеллектуалды жүйелер пайдаланушылардың сұраныстарын талдап, үлкен деректер көлемінде оқыту алгоритмдерін жетілдіру арқылы автоматтандырылған байланыс сапасын жақсарттады.

ЖИ технологияларын әзірлеу мен енгізу барысында бірқатар негізгі міндеттерді шешу қажет [2]:

- Деректерді талдау және өңдеу, құрылымдық ақпаратты қалыптастыру, алгоритмдерді жетілдіру және адам ойлауына жақын логикалық модельдерді жасау. Ақпараттық олқылықтарды толтыру механизмдерін қарастыру қажет.
- Пайдаланушы мен ЖИ арасындағы байланыс сапасын оңтайландыру, табиғи тілде мәтінді синтездеу және тану, сондай-ақ интерфейсті пайдаланушы қажеттіліктеріне бейімдеу.
- Визуалды ақпаратты тиімді интеграциялау, мәтіндік мәліметтерді графикалық деректерге түрлендіру және кері процесс арқылы қабылдауды жақсарту.
- Интеллектуалды жүйелерді оқыту, бұрынғы тәжірибені талдау, өзгерістерге бейімделу және бұрыннан бар ЖИ шешімдерімен біріктіру.

Білім беру саласында ЖИ қолдану айтарлықтай оң нәтижелерін көрсетуде. Автоматтандырылған жүйелер білім алушылардың қатысуын бақылауға, академиялық жетістіктерін талдауға және жекелендірілген оқу жоспарларын жасауға көмектеседі.



1-сурет. Чат-боттардың жіктелуі

Негізгі бөлім. Қашықтықтан білім берудің танымалдылығы артуына байланысты онлайн-оқыту белсенді түрде дамып келеді. Ұлттық ашық білім беру бағдарламалары кеңейтіліп, білім алушылар қашықтықтан оқытуды жиі таңдайды, бұл оқу процесін қолдауға арналған әмбебап құралдарға деген қажеттілікті арттырады. Осындай құралдардың бірі чат-боттар, оларды зерттеушілер Белоус Е. [3], Зильберман Н.Н. [4] Иванов А.Д. [5] болашағы зор технология ретінде қарастырады. Осылайша, чат-боттарды білім беру жүйесіне енгізу қашықтықтан оқытудың тиімділігін арттырып, оқу процесін жаңа деңгейге шығарады.

Жасанды интеллект (ЖИ) химия бойынша курстарды қоса алғанда, интерактивті және тиімді курстар құрудың жаңа мүмкіндіктерін ұсынады.

Химия пәні негізінде ЖИ арқылы оқытуға кіріспес бұрын, оның міндеттері мен мақсатты аудиториясын анықтау маңызды. Ол үшін келесі сұрақтарды қойған жөн болады:

1. Білім алушылардың білім деңгейі қандай (бастапқы, орташа, жоғары)?
2. Химияның қандай тақырыптары қамтылуы керек?
3. Оқу нәтижелерінен не күтіледі?
4. Мақсаттарды нақты түсіну сізге курсты жақсырақ құрылымдауға және оқыту әдістерін дұрыс таңдауға көмектеседі.

ЖИ өзекті материалдар мен ресурстарды жинауға көмектесе алады. Табиғи тілді өңдеу жүйелері мақалаларды, оқулықтарды және ғылыми зерттеулерді талдап, негізгі ұғымдар мен тақырыптарды бөліп көрсете алады. Бұл сіздің

курсыңыз үшін сапалы база құруға мүмкіндік береді. Studyraid веб-сайтына кіріп, курс әзірлеу және ыңғайлы платформаны пайдалану мүмкіндігін көруге болады.

ЖИ көмегімен дәрістер, тапсырмалар және тестілер сияқты мәтіндік материалдарды жасауға болады. Мысалы, тілдік модельдер күрделі ұғымдарды түсіндіруге немесе шынайы өмірден алынған мысалдар құруға көмектесе алады. ЖИ көмегімен автоматтандырылған тесттер құру білім алушылардың білімін жылдам бағалауға мүмкіндік береді. Мұндай тесттерде көп таңдаулы сұрақтар да, ашық сұрақтар да болуы мүмкін, ал ЖИ жауаптарға кері байланыс бере алады.

Химия сабақтарында жасанды нейрондық желілер негізіндегі машиналық оқытуды қолдану пәннің метапәндік аспектісін жаңа сапалы деңгейде жүзеге асыруға мүмкіндік береді. Бұл химияның математика, физика, биология, география, экология және басқа да жаратылыстану ғылымдарымен байланысын нығайтады. Осы ғылыми салалардың ішінде, әсіресе, математикалық модельдеу, деректерді талдау және есептеулерді автоматтандыру тұрғысынан химия мен информатика арасындағы байланыс ерекше көрінеді.

Бұл бағытта Есеян А.Р., Добровольский Н.М., Чубариков В.Н. сынды ғалымдардың еңбектерін атап өткен жөн, оларда химиялық процестерді модельдеуде алгоритмдерді, есептеу күрделілігін, сандық әдістерді қолдану мүмкіндіктері қарастырылады [6]. Сонымен қатар, машиналық оқыту мен жасанды нейрондық желілер химиялық зерттеулерде үлкен әлеуетке ие. Олар эксперименттік мәліметтерді өңдеу, химиялық реакциялардың болжамын жасау және экологиялық мониторингті автоматтандыру сияқты міндеттерді шешуге көмектеседі.

Химия сабақтарында түрлі интеллектуалды жүйелердің прототиптерін (ақылды зертхана, химиялық синтезді автоматтандыру, химиялық заттарды жіктеу жүйелері және т.б.) көрсету маңызды. Бұл білім алушылардың зерттеу дағдыларын дамытуына және ғылымға деген қызығушылығын арттыруға ықпал етеді. Сондай-ақ, білім алушыларға төмендегідей интерактивті жобаларды әзірлеуді ұсынуға болады:

- Заттардың спектральдық сипаттамаларын тану;
- Химиялық реакциялардың сандық моделін жасау;
- Эксперименттік деректерді автоматты түрде өңдеу;
- Химиялық элементтерді топтарға бөлу (машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы);
- Экологиялық деректерді талдап, химиялық ластаушы заттардың таралу болжамын жасау.

Жасанды интеллектті пайдалана отырып, химиялық өндірістегі автоматтандырылған процестерді зерттеу және жобалау – мектептегі химия пәнінің маңызды және өзекті бағыты болып табылады. Химиялық

технологиялардағы ЖИ алгоритмдерін оқыту барысында келесі мәселелер қарастырылады:

- Өзін-өзі оңтайландыруды жүзеге асыратын химиялық өндіріс жүйелерін жобалау;
- Өндіріс саласындағы реакцияларды жоспарлау және ресурстарды тиімді пайдалану;
- Жасанды интеллект негізінде химиялық синтез процестерін басқару.

Жасанды интеллект ең көп онлайн-оқыту платформаларында қолданылады. Электронды оқыту жүйелері дәстүрлі білім беру процесінің кеңеюіне әкеледі және ЖИ технологияларын химияны оқытуға интеграциялау қажеттілігін тудырады. ЖИ көмегімен химияны оқыту әдістерін жетілдіру білім сапасын арттыруға мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект алгоритмдерін химияны оқытуда пайдаланудың негізгі түрлері [7]:

1. Жекелендірілген оқыту – химияны оқыту әдістемесі әрбір оқушының дайындық деңгейіне және қажеттіліктеріне сәйкес бейімделеді.

2. Адаптивті оқыту – ЖИ көмегімен білім алушылардың химиялық есептерді шешу дағдылары, теориялық материалды меңгеруі және зертханалық жұмыстарды орындау деңгейі бақыланады. Егер оқушы белгілі бір тақырыпты түсінуде қиындыққа тап болса, жүйе автоматты түрде қосымша материалдарды ұсынады немесе мұғалімді оқушыға түсіндіру қажеттілігі туралы хабардар етеді.

Stepik платформасы онлайн-курстарды құру кезінде адаптивті технологиялар мен ЖИ алгоритмдерін пайдалануға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, LogicLike платформасы химиялық заңдарды түсінуді жақсартуға арналған интеллектуалды алгоритмдерді ұсынады.

3. Универсалды қолжетімділік – әрбір оқушы өзіне ыңғайлы форматта оқу ақпаратын ала алады.

– Microsoft PowerPoint үшін Presentation Translator – презентация астында химиялық терминдерді автоматты түрде аударып, түсіндіретін плагин.

– Azure Cognitive Services – мұғалімдерге химия бойынша интеллектуалды бағдарламалар жасауға мүмкіндік беретін ЖИ технологиясы.

– Live Presentation (PowerPoint Office 365) – химиялық эксперименттер мен реакцияларды анимациялау мүмкіндігін береді.

4. Автоматтандыру – химия сабақтарында ЖИ негізіндегі бағдарламалық платформалар арқылы білім алушылардың жетістіктерін бақылау, химиялық формулаларды тану және талдау, жылдам кері байланыс беру мүмкіндігі қамтамасыз етіледі.

Чат-боттардың химиядағы рөлі келесідей қарастыруға болады:

1. Әкімшілік чат-боттар – білім алушыларға ұйымдастырушылық көмек көрсету және химиялық зертханалық жұмыстар бойынша жиі қойылатын

сұрақтарға жауап беру үшін қолданылады. SnatchBot платформасы осы бағытта жиі қолданылады.

2. Білім беру чат-боттары – оқыту процесін қолдауға арналған:

- Оқытуды ұйымдастыратын чат-боттар – оқу материалдарын химиялық заңдылықтар мен теорияларға бейімдейді.

- Дағдыларды меңгеруге көмектесетін чат-боттар – химиялық формулаларды дұрыс жазу, зертханалық есептерді дұрыс орындау сияқты мәселелер бойынша кері байланыс береді.

3. LMS-боттар – химия бойынша LMS платформаларында оқыту процесін жеңілдету үшін қолданылады. Paradiso LMS GURU Chatbot – осындай боттардың мысалы.

4. Бот-наставник – білім алушыларға химиядағы күрделі тақырыптарды игеруге көмектесетін және оқу мотивациясын арттыратын жүйе.

5. Бот-репетитор – химия пәнін үйренуге бағытталған, сұрақтар қойып, жауаптарды бағалайтын бот. Thirdspace Learning (Ұлыбритания) платформасы химияны оқыту үшін осындай боттарды қолданады.

6. Бот-ментор – химия пәні бойынша ақпараттық іздеу жүргізуге бағытталған. AutoMentor (Roger Schank) – осындай жүйелердің бірі.

7. Бот-симулятор – химиялық зертханалық жұмыстарды виртуалды орындауға мүмкіндік береді.

8. Бот-практик – білім алушыларға зертханалық зерттеулер жүргізу, химиялық реакцияларды модельдеу дағдыларын үйрететін чат-бот [8].

Осылайша, қазіргі заманда жасанды интеллект (ЖИ) ғылым мен технологияның көптеген салаларында кеңінен қолданылуда. Әсіресе, химияда ЖИ-ді пайдалану ғылыми зерттеулер мен білім беру үдерісін жаңа деңгейге көтеруге мүмкіндік береді.

Жасанды интеллект химиялық реакцияларды модельдеуге, эксперименттік мәліметтерді талдауға және жаңа қосылыстарды болжауға көмектеседі. Сонымен қатар, химиялық өндірісті автоматтандыру және экологиялық зерттеулер жүргізу үшін ЖИ технологиялары маңызды рөл атқарады. Дегенмен, бұл технологияның артықшылықтарымен қатар, белгілі бір кемшіліктері де бар. Білім беру саласында ЖИ-ді пайдалану білім алушылардың оқу процесін жеңілдетсе де, мұғалімдер мен зерттеушілер үшін бірқатар қиындықтар туғызады. Атап айтқанда, деректер сапасы, жоғары есептеу ресурстарының қажеттілігі және кейбір химиялық құбылыстарды модельдеудің күрделілігі сияқты мәселелер туындайды. Төмендегі кестеде химияда жасанды интеллектті қолданудың негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылған.

1-кесте. Химияда жасанды интеллектті (ЖИ) қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері

Артықшылықтар	Кемшіліктер
Химиялық процестерді модельдеу және болжау мүмкіндігі	Жасанды интеллектке қажетті бастапқы деректер сапасына тәуелділік
Эксперименттік мәліметтерді өңдеуді автоматтандыру	Күрделі жүйелерді оқытуға қажетті үлкен есептеу ресурстары
Оқытуды жекелендіру және бейімдеу	Химиядағы ерекше жағдайларды тану қиындықтары
Химиялық реакцияларды сандық талдау	Практикалық дағдыларды дамытуды толық алмастыра алмау
Жасанды интеллект арқылы қателерді азайту	Кейбір химиялық процестердің көп сатылы және бейімделгіш табиғаты
Виртуалды зертханаларда қауіпсіз тәжірибелер жүргізу	Түсіндіру қабілетінің шектеулігі – ЖИ шешімдерін түсіну қиын болуы мүмкін
Үлкен деректермен жұмыс істеу және жаңа заңдылықтарды анықтау	Деректердің дұрыстығы мен сенімділігіне тәуелділік
Автоматтандырылған химиялық синтез процестері	Жоғары бастапқы инвестиция мен технологияны енгізу күрделілігі

Қорытынды. Жасанды интеллект химия саласында жаңа мүмкіндіктерге жол ашады. Біріншіден, ол ғылыми зерттеулерді жеделдетіп, тәжірибелерді нақтырақ жүргізуге көмектеседі. Екіншіден, химиялық өндірісте автоматтандыру арқылы шығындарды азайтуға және экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Үшіншіден, химияны оқытуда ЖИ білім алушыларға күрделі ұғымдарды түсіндіруді жеңілдетеді және олардың жеке қажеттіліктеріне бейімделген оқыту бағдарламаларын әзірлеуге көмектеседі. Дегенмен, жасанды интеллекттің толыққанды қолданылуы үшін бірқатар мәселелерді шешу қажет. Деректер сапасының төмендігі, химиялық құбылыстардың көпқырлылығы және ЖИ шешімдерінің түсіндірілу қиындығы маңызды сын-қатерлер болып табылады. Сонымен қатар, білім беру жүйесіне ЖИ технологияларын енгізу үшін жоғары бастапқы инвестиция қажет. Бұл технологияны тиімді пайдалану үшін мамандардың арнайы дайындығы мен ғылыми-зерттеу жұмыстарын күшейту қажет. Химияда жасанды интеллекттің қолданылуы болашақта инновациялық жаңалықтар мен ғылыми серпілістерге әкелуі мүмкін. Осылайша, химияда ЖИ технологияларын дамыту мен жетілдіру – ғылым мен білімнің алдағы онжылдықтағы басым бағыттарының бірі болып қала береді. Қорытындылай келе, чат-боттар химияны оқытуда білім алушылардың білімін бағалау, жеке оқу траекториясын құру және күрделі

тақырыптарды меңгеруге көмек беру үшін маңызды құрал бола алады. Оларды жобалау, тестілеу және жетілдіру – оңай міндет емес, бірақ олардың мұғалімдер мен білім алушылар үшін тиімділігі сөзсіз.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Кузнецов В. В. Интернет-коммуникации в цифровую эпоху: развитие и перспективы. – Москва: Наука, 2021. – 312 с.
2. Петрова И. А. Основные направления разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта. – Санкт-Петербург: Изд-во Политехнического университета, 2020. – 280 с.
3. Белоус Е. Чат-боты в образовании: возможности и вызовы // Информационные технологии в образовании. – 2019. – № 3. – С. 45-57.
4. Зильберман Н. Н. Чат-боты как инструмент цифрового обучения: анализ и перспективы // Журнал цифровых технологий. – 2020. – Т. 15, № 2. – С. 28-40.
5. Иванов А. Д. Искусственный интеллект и чат-боты в обучении: современные подходы. – Екатеринбург: УрФУ, 2018. – 256 с.
6. Есаян А. Р., Добровольский Н. М., Чубариков В. Н. Алгоритмические методы моделирования химических процессов. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2021. – 310 с.
7. Brown P., Wilson J. Artificial Intelligence in Chemistry Education: Adaptive Learning Technologies and Their Impact // Journal of Chemical Education. – 2022. – Vol. 99, No. 5. – P. 987-1001.
8. Smith R. Machine Learning and Chatbots for Science Education: Opportunities and Challenges // International Journal of Educational Technology. – 2021. – Vol. 13, No. 3. – P. 112-126.

ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ЧАТ-БОТОВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДМЕТА ХИМИИ)

Кайратова Динара Кайратовна

В данной статье рассматриваются возможности интеграции чат-ботов, работающих на основе искусственного интеллекта (ИИ), в систему дистанционного и интегрированного обучения химии. В настоящее время технологии дистанционного обучения широко применяются в образовательной системе. Однако для преподавателей и обучающихся остаются актуальными вопросы эффективной обратной связи, персонализации учебных материалов и

оценки успеваемости студентов. В этом контексте интеграция чат-ботов, основанных на ИИ, в образовательный процесс рассматривается как перспективный метод повышения эффективности обучения. В статье подробно анализируются особенности использования чат-ботов на основе ИИ в преподавании химии, их взаимодействие с обучающимися и роль в автоматизации учебного процесса. Также рассматриваются структурные характеристики образовательных чат-ботов, их интеграция с адаптивными системами обучения, влияние на формирование индивидуальной учебной траектории студентов и повышение качества образования. В ходе исследования были рассмотрены основные алгоритмы ИИ, используемые в обучении, функциональные возможности чат-ботов и методы их эффективного применения в преподавании химии. Определены возможности чат-ботов в решении химических задач, моделировании лабораторных работ, проведении тестирования и предоставлении индивидуальных рекомендаций учащимся. Кроме того, в статье обсуждаются преимущества и недостатки виртуальных помощников в образовательном процессе, их влияние на активность обучающихся, а также роль в снижении нагрузки преподавателей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, чат-боты, дистанционное обучение, интегрированное обучение, химия, образовательные технологии.

OPPORTUNITIES FOR INTEGRATING AI-BASED CHATBOTS INTO DISTANCE LEARNING (WITH A FOCUS ON CHEMISTRY EDUCATION)

Kairatova D.K.

This article explores the possibilities of integrating artificial intelligence (AI)-based chatbots into distance and blended learning in chemistry education. Currently, distance learning technologies are widely used in the educational system. However, issues such as effective feedback, personalization of learning materials, and student performance assessment remain relevant for both teachers and learners. In this context, the integration of AI-powered chatbots into the educational process is considered a promising method for enhancing learning efficiency. The article provides a detailed analysis of the use of AI-based chatbots in chemistry education, their interaction with students, and their role in automating the learning process. Additionally, the structural features of educational chatbots, their integration with adaptive learning systems, their impact on the formation of individualized learning trajectories, and their contribution to improving educational quality are examined. The study explores the main AI algorithms used in education, the functional capabilities of chatbots, and methods for their effective application in chemistry

teaching. The potential of chatbots in solving chemical problems, modeling laboratory experiments, conducting assessments, and providing personalized guidance to students is identified. Furthermore, the article discusses the advantages and disadvantages of virtual assistants in education, their impact on student engagement, and their role in reducing teachers' workload.

Keywords: artificial intelligence, chatbots, distance learning, blended learning, chemistry, educational technologies.

REFERENCES

1. Kuznetsov, V. V. *Internet Communications in the Digital Age: Development and Prospects*. – Moscow: Nauka, 2021. – 312 p.
2. Petrova, I. A. *Main Directions for the Development and Implementation of Artificial Intelligence Technologies*. – Saint Petersburg: Publishing House of Polytechnic University, 2020. – 280 p.
3. Belous, E. *Chatbots in Education: Opportunities and Challenges // Information Technologies in Education*. – 2019. – No. 3. – P. 45-57.
4. Zilberman, N. N. *Chatbots as a Tool for Digital Learning: Analysis and Prospects // Journal of Digital Technologies*. – 2020. – Vol. 15, No. 2. – P. 28-40.
5. Ivanov, A. D. *Artificial Intelligence and Chatbots in Learning: Modern Approaches*. – Yekaterinburg: Ural Federal University, 2018. – 256 p.
6. Esayan, A. R., Dobrovolsky, N. M., Chubarikov, V. N. *Algorithmic Methods for Modeling Chemical Processes*. – Novosibirsk: Siberian Scientific Publishing House, 2021. – 310 p.
7. Brown, P., Wilson, J. *Artificial Intelligence in Chemistry Education: Adaptive Learning Technologies and Their Impact // Journal of Chemical Education*. – 2022. – Vol. 99, No. 5. – P. 987-1001.
8. Smith, R. *Machine Learning and Chatbots for Science Education: Opportunities and Challenges // International Journal of Educational Technology*. – 2021. – Vol. 13, No. 3. – P. 112-126.