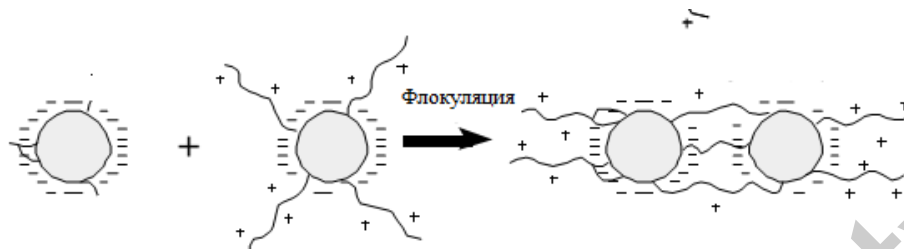


Кестеден көріп отырғанымыздай, жаңа флокулянттарды қолдану арқылы металл иондарының концентрациясы айтарлықтай өзгереді. Жүргізілген зерттеулер 2-акриламидо-2-метилпропансульфон қышқылының тұз негізіндегі сополимерлер жақсы флокулянттар екенін анықтады. Ең тиімдісі-ВЭМЭА-К-АМС сополимері. Мұны полимерлердің макромолекулаларының молекулалық массасы мен конформациялық күйі және тұздардың табиғаты деп болжауға болады.

Флокуляция процесінің механизімін келесідей көрсетуге болады:



Сурет 1- Флокуляция процесінің механизімі

Флокулянттардың әсер ету механизімі коллоидтық бөлшектердің бетіндегі флокулянт молекулаларының адсорбция құбылысына негізделген; флокулянт молекулаларының торлы құрылымының түзілуі; Ван-дер-ваальс күштері арқылы коллоидтық бөлшектердің бір-біріне жабысуы. Флокулянттардың әсерінен коллоидтық бөлшектер арасында сұйық фазаның тезірек және толық бөлінуіне қабілетті үш өлшемді құрылымдар пайда болады. Мұндай құрылымдардың себебі-флокулянт макромолекулаларының бірнеше бөлшектерге адсорбциясы, олардың арасында полимерлі көпірлер пайда болады [6,8].

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Клячко В.А., Апельцин И.Э. Очистка природных вод. М.: Изд. литер. построит. 2014.
2. Мягченков В.А, Баран А.А, Бектуров Е.А. и др. Полиакриламидные флокулянты.-Казань.: Казан, гос. тех. ун-т.-2018.
3. Куренков В.Ф., Снегирев СВ., Древоедова Е.А, Чуриков Ф.И. Исследование флокулирующих свойств полиакриламидных флокулянтов марки Praestol. 2017.
4. Куренков В.Ф., Чуриков Ф.И., Снегирев СВ. Седиментация суспензии каолина в присутствии частично гидролизованного полиакриламида -2014.
5. Чуйко Л.С., Волошинец В.А., Малко Л.Р. Изучение особенностей сополимеризации 4-метакриламида – 1-метилтиолсульфаната с винильными мономерами // Высокомолекул. соед. – 2016.
6. Моравец Г. Макромолекулы в растворе. – М.: Мир, 2014.
7. Бектуров Е.А., Бакаюова З.Х. Синтетические водорастворимые полимеры в растворах. - Алма-Ата, 2018. - 248 с.
8. Ефимова Д.Ю., Шибалович В.Г., Николаев А.Ф. Особенности полимеризации аммониевых солей N,N – диметиламино этилметакрилата в водной среде // Журнал прикладной химии. - 2019. - Т. 73, вып. 5. - С. 815 - 819.

ӘОЖ 004.853

ЕРЕКШЕ БІЛІМДІ ҚАЗЕТ ЕТЕТІН БАЛАЛАРДЫ ҚОЛДАУДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ҚОЛДАНУДЫҢ МҮМКІНДІКТЕРІ

Кудайбергенова Ш.Ж., «№63 жалпы білім беретін мектеп» КММ, Алматы қаласы, Қазақстан Республикасы

Жасанды интеллект (АІ) компьютерлік ғылымның тар саласынан тез арада денсаулық сақтау, қаржы және әсіресе білім беру саласын қайта қалыптастырып жатқан өзгерістер тудыратын күшке айналды. Білім беруде АІ дәстүрлі «барлығына бірдей» үлгісінен бейімделгіш, жекелендірілген және инклюзивті оқу ортасына қарай парадигмалық ауысымды білдіреді. Арнайы білім беру қажеттіліктері бар (SEN) балалар негізгі сыныптарда жиі кедергілерге тап болады, ал АІ олар үшін тең мүмкіндікті оқу тәжірибесін қамтамасыз ететін жаңа мүмкіндіктер ұсынады.

Инклюзивті білім беру – БҰҰ-ның тұрақты даму мақсаты үшін негізгі құрамдас бөлік болып табылады. Бұл мақсат барлық адамдарға инклюзивті және тең сапалы білім беруді көздейді. Артып келе жатқан назар мен қолдаушы заңнамаға қарамастан, практикалық іске асыру элементінің көптеген елдерінде әлі де біркелкі емес. Көптеген SEN оқушылары жоғары сапалы, дараланған қолдауға қол жеткізе алмайды. АІ бұл мәселелерді шешуге мүмкіндік береді: қолжетімділікті арттыру, бейімделген құралдар ұсыну және мұғалімдерге оқушылардың әртүрлі қажеттіліктеріне қарай оқытуды бейімдеуде қолдау көрсету.

XXI ғасырда технологиялық прогресс бұрын-соңды болмаған қарқынға жетті, оның ішінде жасанды интеллект (ЖИ) ең трансформациялық бағыттардың бірі болып отыр. Денсаулық сақтау, қаржы, білім беру сияқты

түрлі салаларда ЖИ тиімділікті арттыруға, жекелендірілген қызметтер ұсынуға және қолжетімділікті кеңейтуге қабілетті екенін көрсетті. Білім беру саласында ЖИ инновациялардың катализаторы ретінде қарастырылуда: ол оқушылардың қажеттіліктеріне бейімделетін құралдарды ұсынады, әкімшілік үдерістерді автоматтандырады және мұғалімдерге тиімді оқыту стратегияларын құруда қолдау көрсетеді. Әсіресе оның инклюзивті және арнайы білім берудегі рөлі ерекше, себебі ол ерекше білім беру қажеттіліктері (ЕБК) бар балаларға кедергілерді жоюға және білім алуға тең мүмкіндіктерді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді [1].

Бұл зерттеудің мақсаты – инклюзивті білім беруді дамытудағы ЖИ рөлін Қазақстан контекстінде қарастыру. Осы мақсатқа жету үшін төмендегідей міндеттер қойылды:

Білім беруде ЖИ-дің тарихи дамуы мен инклюзивті ортадағы әлемдік тәжірибесін талдау.

ЕБК бар оқушылардың ерекшеліктерін қарастырып, ЖИ құралдарының олардың қажеттіліктерін қалай қанағаттандыратынын анықтау.

Интеллектуалдық бұзылыстары бар балалар баяу дамиды, жеңілдетілген нұсқаулар мен жиі қайталауды талап етеді.

Выготскийдің мәдени-тарихи теориясы жақын даму аймағының (ЖДА) маңызын атап көрсетеді. Бұл АБК педагогикасында ерекше маңызды: оқушы бейімделген құралдар немесе нұсқаушының көмегімен жақсы нәтижеге жетеді. ЖИ жүйелері осы теорияға сәйкес келеді, себебі олар нақты даму қажеттілігіне сәйкес қолдау көрсете алады.

Көру қабілетінің бұзылыстары. Көру қабілеті бұзылған балалар мәтінге, суреттерге және кеңістіктік ақпаратқа қол жеткізуде қиындық көреді. Брайль, рельефті-графикалық материалдар және аудиокітаптар тарихи тұрғыда қолжетімділік берді, бірақ нақты уақыт режимінде бейімделу мүмкіндігін бермеді.

Психологиялық зерттеулер мұндай балалардың есту және есте сақтау қабілеттері дамығанын, бірақ көру-кеңістіктік түсініктерде кешеуілдеулер болатынын көрсетеді. Педагогикалық тұрғыдан мұғалімдер оқу әдістерін есту, сипап-сезу және қимылдық арналарға бейімдеуі тиіс.

ЖИ бұл оққылықтарды мынадай жолмен толықтыра алады:

Суреттерді дауыстап сипаттау (Microsoft Seeing AI, Google Lookout).

Заттарды нақты уақытта тану арқылы навигацияны қолдау.

Контентті мультимодальды форматтарға бейімдеу (мәтін-дыбысқа, Брайль дисплейлері) [2].

Есту қабілетінің бұзылыстары. Есту қабілеті бұзылған балалар ауызша коммуникацияда, фонологиялық түсінікте және кейде сауаттылықты меңгеруде қиындық көреді. Дәстүрлі тәсілдер еріннен оқу, ым тілі және визуалды материалдарға сүйенеді. Алайда инклюзивті сыныптарда жеткілікті қолдаусыз бұл әдістер жеткіліксіз болуы мүмкін.

Психологиялық тұрғыдан мұндай балалардың кеңістіктік-зрителік қабілеттері дамыған, бірақ коммуникациялық кедергілер әлеуметтік оқшаулануға әкелуі мүмкін.

ЖИ көмегімен:

Ауызша сөйлеуді нақты уақытта субтитрге айналдыру.

Сөйлеуді ым тіліне аударатын аватарларды қолдану.

Шуды сүзгілеп, сөйлеуді күшейтетін ЖИ-ге негізделген есту аппараттарын пайдалану.

Бұл технологиялар оқытудың әмбебап дизайны (UDL) қағидаттарына сәйкес келеді және инклюзивті ортаға көбірек қатысуға мүмкіндік береді [3].

Сөйлеу және тіл бұзылыстары. Сөйлеу бұзылыстары бар балалар (дизартрия, тұтықпа, апраксия) артикуляцияда, сөйлеу жатықтығында және түсінуде қиындық көреді. Бұл олардың оқу үлгеріміне және әлеуметтік қарым-қатынасына әсер етеді.

Дәстүрлі логопедиялық әдістер қайталанатын жаттығуларға, фонетикалық үйретуге және логопедпен бетпе-бет сабақтарға сүйенеді. Бірақ бұл көп ресурс талап етеді және үнемі тұрақты нәтиже бермейді.

ЖИ жаңа мүмкіндіктер ашады:

Сөйлеуді тану бағдарламалары қателерді анықтап, түзету кері байланысын береді.

Виртуалды логопедиялық қосымшалар жаттығуларды ойын түрінде ұсынады.

Табиғи тілді өңдеу (NLP) сөйлеуі кеш дамыған балаларға диалогтық жаттығуларды қолдайды.

Зерттеулер (Kosballi және т.б., 2020) ЖИ-негізіндегі логопедиялық құралдар балалардың қызығушылығын арттырып, сабаққа қатысуын күшейтетінін, әрі дәстүрлі терапияға балама бола алатынын көрсетті.

Интеллектуалды және даму бұзылыстары. Интеллектуалды бұзылыстар (ИБ) когнитивті функцияларда және бейімделу мінез-құлқында елеулі шектеулермен сипатталады. Педагогикалық тұрғыдан мұндай балаларға жеңілдетілген нұсқаулар, құрылымдалған режимдер және жиі қайталау қажет [3].

Психологиялық қиындықтар:

абстрактілі ойлаудың жетіспеушілігі;

жұмыс жадысының әлсіздігі;

мәселені шешу дағдыларының дамымауы.

Қазіргі педагогикада тапсырманы бөлшектеу, мультимодальды оқыту және жағымды мінез-құлықты қолдау әдістері қолданылады. Бірақ бұл тәсілдер әртүрлі жағдайларда тұрақты нәтиже бермейді және кең ауқымда қолдану қиын.

ЖИ қосымшалары жаңа мүмкіндіктер ұсынады:

Оқушының прогресін нақты уақытта бақылау.

Күрделі тапсырмаларды қарапайым, бейімделген қадамдарға бөлу.

Оқушының қиналуы мүмкін сәттерін алдын ала болжау үшін аналитикалық құралдарды пайдалану.

Жекелендірілген оқытудың қажеттілігі. Жекелендірілген оқыту – арнаулы білім берудің негізгі қағидаларының бірі. Блумның (Bloom, 1984) зерттеулері көрсеткендей, жеке дара оқытумен білім алған оқушылар

дәстүрлі сыныпта оқыған құрдастарынан екі стандартты ауытқуға жоғары нәтиже көрсетеді. Бұл құбылыс «2 Сигма мәселесі» деп аталады.

Арнаулы білім беруді қажет ететін (АББ) балалар үшін жеке білім беру бағдарламалары (ЖББ) көптеген елдерде заңмен бекітілген. Алайда іс жүзінде кадр мен ресурстардың тапшылығы жиі жағдайда стандартты, бейімделмеген тәсілдердің қолданылуына әкеледі. Жасанды интеллект (ЖИ) бұл олқылықтың орнын толтырады:

оқушының жетістігін үздіксіз бағалау арқылы;

оқу материалдарын жекелеңдіру арқылы;

оқушының ерекшелігіне бейімделген мультимодальды оқыту тәсілдерін ұсыну арқылы.

Осылайша, ЖИ технологиялары жекелеңдірілген оқыту идеясын жүзеге асырып, түрлі АББ топтары үшін ауқымды әрі дәл білім беруді қамтамасыз ете алады [4].

Қолданыстағы педагогикалық әдістердің шектеулері. Ондаған жылдар бойы дамығанына қарамастан, дәстүрлі арнаулы педагогика келесі тұрақты шектеулерге тап болып отыр (кесте 1).

Кесте 1 - ЕҚБ оқушыларының ерекшеліктері және ЖИ шешімдері

ЕҚБ санаты	Негізгі қиындықтар	Дәстүрлі тәсілдер	ЖИ шешімдері
Көру қабілеті бұзылғандар	Визуалды ақпараттың қолжетімсіздігі	Брайль, аудиокітаптар	Суретті тану, мәтінді дауысқа айналдыру
Есту қабілеті бұзылғандар	Коммуникациядағы кедергілер	Ым тілі, еріннен оқу	Нақты уақыттағы субтитрлер, ЖИ-құлаққаптар
Сөйлеу кемістігі	Артикуляция, сөйлеу қарқыны	Логопедиялық сабақтар	Сөйлеуді тану, виртуалды терапия
Интеллектуалды бұзылыстар	Танымдық кешеуілдеу, есте сақтау	Қарапайым тапсырмалар, күн тәртібі	Адаптивті тапсырмалар, болжамдық аналитика

Арнайы педагогикадағы ЖИ технологиялары. Жасанды интеллект теориялық зерттеулерден шығып, арнаулы білім беруде тәжірибеге енді. Дәстүрлі көмекші технологиялардан айырмашылығы, ЖИ жүйелері динамикалық: олар енгізілген ақпаратты талдайды, нақты уақытта бейімделеді және машиналық оқыту арқылы үздіксіз дамып отырады.

Арнаулы педагогикада бұл бейімделгіштік аса маңызды, себебі ЕҚБ оқушыларының қажеттіліктері әртүрлі және тұрақты оқыту әдістерімен қанағаттандыру мүмкін емес.

Бұл тарауда арнаулы педагогикада қолданылып жүрген негізгі ЖИ технологиялары қарастырылады: сөйлеу технологиялары, көру және есту қабілеті бұзылған оқушыларға арналған қолжетімділік құралдары, адаптивті оқыту платформалары, сондай-ақ аутизм спектрі бұзылыстары (АСБ) бар балаларға арналған эмоцияны тану жүйелері [5].

Сөйлеу технологиялары: логопедияда қолданылатын ЖИ негізіндегі бағдарламалар. Сөйлеу және коммуникация бұзылыстары әлем бойынша миллиондаған баланы қамтиды, олардың ойды жеткізуіне, сабаққа қатысуына және әлеуметтік-эмоционалды дағдыларын дамытуына кедергі келтіреді. Дәстүрлі логопедиялық көмек қымбат әрі жиі масштабталуы қиын жеке сабақтарды талап етеді.

ЖИ енгізген негізгі жаңалықтар:

Автоматты сөйлеуді тану (ASR): баланың сөйлеуіндегі қателіктерді анықтап, дереу түзету береді. Мысалы, *Lingua.ai* және *Speech Blubs* сияқты қосымшалар сөйлеу жаттығуын ойын түрінде жасайды.

Мәтіннен сөйлеу (TTS): жазбаша мәтінді табиғи дауысқа айналдырады, экспрессивті сөйлеуде қиналатын балаларға көмектеседі.

Өңгімелесуші ЖИ-ассистенттер: чат-боттар мен дауыс тьюторлары балаларға еркін жаттығуға мүмкіндік береді.

Зерттеулер (Bhatnagar және т.б., 2021) көрсеткендей, ЖИ қолданған балалардың мотивациясы жоғарырақ болып, олар дәстүрлі терапияға қарағанда тезірек дамиды.

Көру қабілеті бұзылған оқушыларға арналған ЖИ. Көру қабілеті бұзылған балаларға диаграмма, мәтін, сынып презентациясы сияқты визуалды ақпаратқа қол жеткізу қиын. ЖИ бұл мәселелерді компьютерлік көру және табиғи тіл генерациясы арқылы шешеді.

Мысалдар:

Microsoft Seeing AI: объектілерді, мәтінді, адамдарды танып, дауыс арқылы сипаттама береді [6].

Google Lookout: нақты уақыт режимінде объектілерді танып, мәтінді оқып береді.

JAWS Screen Reader (ЖИ күшейтілген): экрандағы мәтінді синтезделген дауысқа айналдырып, навигацияға көмектеседі.

Бұл құралдар көру қабілеті бұзылған оқушыларға негізгі оқу материалдарына дербес қол жеткізуге мүмкіндік беріп, инклюзияны қолдайды.

Көру қабілеті бұзылған оқушыларды қолдайтын ЖИ технологиялары [Кіріс (сурет) → ЖИ өңдеу (OCR, компьютерлік көру) → Шығыс (сөйлеу / Брайль / тактильді)]

Есту қабілеті бұзылған оқушыларға арналған ЖИ

Есту қабілеті бұзылған балалар тілдің дамуы мен сыныптағы қарым-қатынаста қиындықтарға тап болады.

ЖИ мұндай жағдайларда:

Сөйлеуден мәтінге (STT): дәрістер мен талқылауларды нақты уақыттағы субтитрге айналдырады.

ЖИ-құлаққаптар: фондық шудан сөйлеуді бөліп алады.

Ым тілді тану: ЖИ үлгілері ым тілін мәтінге немесе дауысқа айналдырады.

Мысалы, Google Live Transcribe бірден субтитр береді, ал DeepASL жобасы нақты уақыттағы ым тілі аудармасын дамытуды көздейді.

Адаптивті оқыту платформалары

ЖИ-дің ең қуатты қолдануларының бірі – адаптивті оқыту. Мұндай жүйелер оқушының жауаптарын талдап, тапсырмаларды, қарқынын және күрделілігін өзгертеді.

Мысалдар:

Khanmigo (Khan Academy): оқушы деңгейіне сәйкес түсіндіреді.

Coursera AI Assistant: жеке ұсыныстар береді.

DreamBox Learning (Математика): баланың жетістігіне қарай тапсырмалардың деңгейін өзгертеді.

Әлеуметтік роботтар (Kaspar, Nao): балаларға эмоцияны тануды үйретеді.

Білезік құрылғылары: стресс пен эмоционалды күйді анықтап, мұғалімге хабарлайды.

Компьютерлік көру жүйелері: бет әлпетін талдап, эмоцияны тануға жаттықтырады.

Зерттеулер (Goodwin және т.б., 2018) көрсеткендей, АСБ бар балалар ЖИ жүйелерімен жұмыс істегеннен кейін эмоцияларды жақсырақ түсінеді. Арнаулы педагогикада ЖИ технологияларын қолдану олардың түбегейлі өзгеріс енгізетін әлеуетін айқын көрсетеді (кесте 2).

Кесте 2 - ЕҚБ (SEN) білімінде қолданылатын жасанды интеллект технологиялары

Технология	ЕҚБ санаты	Қолданылуы	Артықшылықтары
Сөйлеуді тану және TTS	Сөйлеу бұзылыстары	Сөйлеу терапиясы, қарым-қатынасты қолдау	Лезде кері байланыс, ауқымды терапия
Компьютерлік көру	Көру қабілеті бұзылғандар	Нысандарды тану, мәтінді сөйлеуге айналдыру	Тәуелсіздіктің артуы
STT және есту аппараттары	Есту қабілеті бұзылғандар	Нақты уақытта субтитрлеу, шуды азайту	Инклюзивті қатысу
Бейімделген оқыту	Оқу қиындықтары	Жеке тапсырмалар	Жақсы есте сақтау, күйзелістің азаюы
Эмоцияны тану	Аутизм спектрі	Әлеуметтік дағдыларды дамыту	Эмоциялық хабардарлықтың артуы

Арнайы педагогикадағы жасанды интеллект қарапайым көмекші құралдардан әлдеқайда асып түседі. Ол оқыту үдерісін жекелендірілген, нақты уақыттағы және мультимодальды қолдаумен қайта құрастырады. Сөйлеу, көру, есту, бейімделген оқыту және эмоцияны тану технологиялары ЖИ-дің (AI) арнайы білім беруді әр оқушының әлеуетін ашатын инклюзивті экожүйеге қалай айналдыра алатынын көрсетеді.

Әлемдік тәжірибелер мен кейс-стадилер

Жасанды интеллектіні (ЖИ) арнайы білім беруде қолдану – теориялық ұмтылыс емес, қалыптасып келе жатқан жаһандық шындық. АҚШ, Еуропа және Азиядағы түрлі жобалар ЖИ технологияларының инклюзивтілікке, қолжетімділікке және жекелендірілген оқытуға ықпалын дәлелдеді. Бұл халықаралық тәжірибелер мүмкіндіктер мен қиындықтарды айқындай отырып, Қазақстандағы саясаткерлер мен педагогтарға жергілікті деңгейде практикалық сабақ алуға жол ашады [7].

АҚШ: Инновация және коммерцияландыру

АҚШ-та ЖИ негізіндегі арнайы білім беру саласы университеттер, технологиялық компаниялар және денсаулық сақтау секторы арасындағы тығыз ынтымақтастықтың арқасында қарқынды дамуда.

Microsoft Seeing AI – көру қабілеті бұзылған балаларға мәтінді оқып беру, нысандарды тану және эмоцияларды анықтау арқылы дербестікті арттыратын тегін қосымша [8].

JAWS Screen Reader – ЖИ негізіндегі табиғи тілді өңдеумен жетілдірілген ең дамыған экран оқырмандарының бірі.

ЖИ-негізделген сөйлеу терапиясы қосымшалары – *Lingraphica*, *Speech Blubs* сияқты стартаптар сөйлеу мен тілдік бұзылыстарды түзету үшін ойын элементтерін пайдаланады.

Ұлттық Оқу Қиындықтары Орталығы (2020) жүргізген зерттеулер ЖИ-негізделген бейімделген платформалар оқу нәтижелерін дәстүрлі әдістерге қарағанда 25%-ға жақсартқанын көрсетті.

Еуропа: Инклюзия және этикалық қағидалар

Еуропалық елдер технологиялық дамумен қатар, этикалық және инклюзивті енгізуге баса назар аударады.

Ұлыбритания: *Kaspar* әлеуметтік роботы – аутизмі бар балаларға әлеуметтік қарым-қатынас дағдыларын үйретеді.

Финляндия: ЖИ-негізделген бейімделген платформалар жалпы мектептерде қолданылады, ЖЖБ бар балаларды қоса оқытуды қамтамасыз етеді.

ЕО Horizon 2020 жобалары – деректерді қорғау, қолжетімділік стандарттары және мұғалімдерді даярлау бағыттарына ерекше көңіл бөледі.

Азия: Ауқымды енгізу

Қытай: *Squirrel AI* – миллиондаған оқушыны қамтитын ұлттық бейімделген оқыту платформасы.

Жапония: *Nao* сияқты роботтар аутизмі бар балаларға эмоцияларды түсінуді үйретеді.

Үндістан: Арзан TTS және STT қосымшалары ауылдық жерлердегі көру және есту қабілеті бұзылған балаларға қолдау көрсетеді.

Мұғалімдерге арналған ұлттық оқыту бағдарламаларын іске қосу.

Жаһандық IT-компаниялармен (Microsoft, Google) серіктестік орнату, жергілікті стартаптарды қолдау [9].

Сонымен қатар, әлемдік тәжірибені талдау АҚШ, Еуропалық Одақ елдері және Азия мемлекеттерінің ЖИ технологияларын инклюзивті білім беру саласында табысты қолданғанын көрсетті. Microsoft Seeing AI, Google Lookout және ЖИ-ге негізделген интеллектуалды оқыту жүйелері технологияны енгізудің тиімді үлгілері ретінде қарастырылуда. Алайда, бұл тәжірибелер

Қорытындылай келе, ЖИ Қазақстанда және жалпы әлемдік ауқымда арнайы білім беруді түбегейлі қайта құру әлеуетіне ие. Бұл процестің табысты болуы педагогикалық тәжірибеге сауатты енгізілуіне, мұғалімдердің кәсіби даярлығына, этикалық нормалардың сақталуына және теңдік қағидатына берік ұстануға байланысты.

Болашақ зерттеулер ЖИ негізінде оқытудың ұзақ мерзімді нәтижелерін талдауға және мәдени-тілдік тұрғыдан бейімделген технологиялық шешімдерді әзірлеуге бағытталуы тиіс.

Дұрыс қолданылған жағдайда, жасанды интеллект білім беру жүйесін шынымен де инклюзивті үлгіге айналдыра алады. Мұндай жүйеде әртүрлілік құндылық ретінде танылады, жеке қажеттіліктер ескеріледі және әрбір оқушы өзінің әлеуетін толық жүзеге асыруға мүмкіндік алады [10].

Пайдаланылған ақпараттық көздер тізімі:

1. Anderson J. Білім берудегі жасанды интеллект: оқыту мен үйренуге уәделер мен салдары. – Springer, 2021. – 215 с.
2. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Білім берудегі жасанды интеллект: оқыту мен үйренуге уәделер мен салдары. – Бостон: Оқу бағдарламасын қайта құру орталығы, 2019. – 198 с.
3. Luckin R. Білім берудегі жасанды интеллектке қарай: жасанды және адами интеллектіні интеграциялау // British Journal of Educational Technology. – 2017. – Т. 48, № 4. – С. 1–12.
4. UNESCO. Жасанды интеллект және білім: саясаткерлерге арналған нұсқаулық. – Париж: Біріккен Ұлттар Ұйымының Білім, ғылым және мәдениет жөніндегі ұйымы, 2021. – 128 с.
5. McKnight L., Morgan A. Инклюзивті білімде ЖИ қолданудың этикалық мәселелері // Journal of Educational Technology. – 2020. – Т. 45, № 3. – С. 233–245.
6. Microsoft. Seeing AI: Көру қабілеті төмен және соқыр қауымдастықты қолдау [Электронный ресурс]. – 2022. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/seeing-ai>
7. OECD. Цифрлық білім беру келешегі 2020: ЖИ, блокчейн және роботтар арқылы шекараларды кеңейту. – Париж: OECD Publishing, 2020. – 146 с.
8. Дүниежүзілік банк. Орталық Азиядағы инклюзивті білім беру және цифрлық трансформация. – Вашингтон, Д.С.: Дүниежүзілік банк, 2021. – 95 с.
9. Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі. «Цифрлық Қазақстан» бағдарламасы. – Астана: Қазақстан Республикасы Үкіметі, 2018. – 72 с.
10. Zhang K., Dafoe A. Жасанды интеллект: қауіпсіздік, этика және қоғам // Annual Review of Political Science. – 2019. – Т. 22. – С. 1–25.

УДК 544.12+544.18

DFT МОДЕЛИРОВАНИЕ КИНЕТИКИ ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНОЙ ВОДОРОДОТРОПИИ В СЕМИХИНОННЫХ РАДИКАЛАХ

Курманова А.Ф., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Заруцкая А.Н., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Райсова Ж.А., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан
Аген А.Д., Карагандинский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан

Семихинонные радикалы представляют собой важный класс органических соединений, играющих ключевую роль в различных химических и биологических процессах, включая перенос электрона и радикальные реакции [1]. Их уникальные электронные свойства и реакционная способность обусловлены наличием неспаренного электрона, делокализованного в π -системе ароматического кольца. Реакционная способность этих соединений во многом определяется возможностью таутомерных превращений, таких как внутримолекулярная водородотропия, которая может существенно влиять на стабильность и свойства радикала. Данный процесс представляет особый интерес с точки зрения фундаментальной химии, так как позволяет изучать тонкие эффекты электронного и стерического влияния заместителей на реакционную способность сложных органических молекул.

Экспериментальное изучение кинетики таких быстрых процессов сопряжено со значительными трудностями, что делает компьютерное моделирование незаменимым инструментом для получения детальной информации о механизмах и энергетических параметрах реакций [2]. Современные методы квантовой химии позволяют с высокой точностью предсказывать энергетические характеристики переходных состояний и анализировать электронную структуру сложных молекулярных систем. Целью данной работы являлось комплексное теоретическое исследование влияния заместителей и среды на кинетические параметры реакции внутримолекулярной водородотропии в ряду производных 2-оксифеноксила: 3,6-ди-трет-бутил-2-оксифеноксил (I), 4,6-ди-трет-бутил-3-хлор-2-оксифеноксил (II) и 4-трифенилметил-6-трет-бутил-3-хлор-2-оксифеноксил (III). Особое внимание уделялось анализу влияния полярности растворителя на энергетику процесса и изучению электронных эффектов различных заместителей.

Все расчеты были выполнены с использованием гибридного функционала UB3LYP в рамках теории функционала плотности (DFT) в неограниченном формализме, что является обязательным условием для корректного