

Торайғыров университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Торайғыров университета

---

**ТОРАЙҒЫРОВ  
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ  
ХАБАРШЫСЫ**

**Педагогикалық сериясы**  
1997 жылдан бастап шығады



**ВЕСТНИК  
ТОРАЙҒЫРОВ  
УНИВЕРСИТЕТА**

**Педагогическая серия**  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-2661

**№ 1 (2026)**

---

**Павлодар**

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**  
**Торайгыров университета**

**Педагогическая серия**  
выходит 4 раза в год

---

**СВИДЕТЕЛЬСТВО**

о постановке на переучет периодического печатного издания,  
информационного агентства и сетевого издания

№ KZ03VPY00029269

выдано

Министерством информации и коммуникаций  
Республики Казахстан

**Тематическая направленность**

публикация материалов в области педагогики,  
психологии и методики преподавания

**Подписной индекс – 76137**

<https://doi.org/10.48081/BGQF1823>

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Тулекова Г. М.

*доктор PhD, профессор*

Заместитель главного редактора

Жуматаева Е., *д.п.н., профессор*

Ответственный секретарь

Попандопуло А. С., *доктор PhD, профессор*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Магауова А. С.,

*д.п.н., профессор*

Бекмагамбетова Р. К.,

*д.п.н., профессор*

Самекин А. С.,

*доктор PhD, ассоц. профессор*

Син Куэн Фунг Кеннет,

*д.п.н., профессор (Китай)*

Желвис Римантас,

*д.п.н., к.псих.н., профессор (Литва)*

Авагян А. В.,

*д.п.н., ассоц. профессор (Армения)*

Томас Чех,

*д.п.н., доцент п.н. (Чешская Республика)*

Искакова З. С.

*технический редактор*

---

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

**Н. Н. Керімбаев<sup>1</sup>, \*Ж. Ф. Менлибай<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті,  
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

<sup>1</sup>ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3206-0855>

<sup>2</sup>ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2232-0135>

\*e-mail: [janbo\\_077@mail.ru](mailto:janbo_077@mail.ru)

## **БІЛІМ БЕРУДЕГІ ГЕНЕРАТИВТІ ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ҚАТЕЛЕРІНІҢ ӘСЕРІ: БАҒДАРЛАМАЛАУДЫ ОҚЫТУДА ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ТАКСОНОМИЯНЫ ӘЗІРЛЕУ**

*Бұл зерттеуде ашық кодтау әдісі арқылы студенттердің типтік сұраныстары негізінде генеративті жасанды интеллекттің заманауи үлгілері жасаған «код фрагменті және түсіндірмесі» форматындағы 50 жұпқа талдау жүргізілді. Бұл талдау нәтижесінде жиілік көрсеткіші (2 %-дан 18 %-ға дейін), табиғаты және анықтау күрделілігі (тез танылатыннан бастап терең сараптаманы қажет ететіндерге дейін) тұрғысынан ерекшеленетін қателіктердің сегіз санаты – синтаксистік, логикалық, тұжырымдамалық, әдістемелік, түсіндірмелік, «галлюцинациялар» деп аталатын қате түрлері, беткі жалпылау мен жасырын қателер – айқындалып, жүйелендірілді. Әзірленген таксономия қателіктердің техникалық сипаттамалары мен олардың дидактикалық салдарын біріктіре отырып, автоматты түрде генерацияланған кодты сүзгіден өткізуге, дәлсіздіктерді түзетуге бағытталған бейімделмелі оқу тапсырмаларын жобалауға және оқыту үдерісін басқару жүйелеріне сыни талдау механизмдерін кіріктіруге арналған біртұтас құралдар жиынтығын ұсынады. Эмпирикалық бағалау синтаксистік және беткі жалпылау қателіктері негізгі түзету дағдыларын қалыптастыруға ықпал ететінін көрсетті, ал күрделі логикалық және контекстік бұрмалаулар мақсатты педагогикалық қолдауды талап етіп, студенттердің рефлексивтік практикаларын – шешім*

*қабылдау стратегияларын жоспарлау, нәтижелерді қадағалау және ұсынылған нұсқаларды сыни тұрғыда қайта бағалау қабілеттерін – дамытуға ынталандырады. Ұсынылған модель тек қазіргі теориялық бос кеңістікті толықтырып қана қоймай, сонымен қатар генеративті жасанды интеллектті бағдарламалау процесінде пайдаланудың техникалық және педагогикалық аспектілерінің өзара байланысын ескеретін жоғары бейімделгіш білім беру стратегияларын әзірлеуге сенімді негіз жасайды.*

*Кілтті сөздер: Генеративті ЖИ, бағдарламалау қатесі, педагогикалық таксономия, бағдарламалауды оқыту, ашық кодтау, адаптивті қолдау, сыни талдау.*

### **Кіріспе**

Генеративті жасанды интеллект (ГЖИ) модельдерін бағдарламалау пәнін оқыту тәжірибесіне енгізу оқу процесін елеулі түрде қайта құруда. Ол өзара әрекеттесудің жаңа формаларын, автоматтандыру тетіктерін және оқу процесін қолдау мүмкіндіктерін ашуда. GPT тәрізді тілдік модельдер қазіргі таңда код жазу, алгоритмдерді түсіндіру және есептерді шешу кезінде студенттерге көмек көрсететін кең таралған құралға айналып отыр [1,2,3,4]. Алайда педагогикалық әлеуетімен қатар, мұндай модельдер қате немесе жаңылыстыратын жауаптар беру қаупін де тудырады, ал мұндай қателіктер студент үшін әрдайым айқын бола бермейді. Бұл әсіресе дайындық деңгейі төмен болған жағдайда ерекше өзекті, себебі студент мұндай қатені өздігінен тани алмауы немесе дұрыс түсіндірелмауы ықтимал. Мұның салдары ұғымдардың бұрмалануы, жалған түсініктердің қалыптасуы, сенімнің төмендеуі немесе керісінше, қате ақпаратқа шамадан тыс сену сияқты жағымсыз нәтижелерге әкелуі мүмкін.

Зерттеудің өзектілігі генеративті ЖИ модельдері тудыратын қателіктерді педагогикалық тұрғыдан ұғыну қажеттілігімен түсіндіріледі. Білім беру жүйесіне ЖИ технологияларының белсенді енгізілуі жағдайында модельдердің техникалық дәлдігін ғана емес, сонымен қатар олардың жіберген қателіктерінің студенттердің білім, дағды және оқу мотивациясының қалыптасуына әсерін де жан-жақты зерттеу маңызды болып отыр.

Зерттеудің мақсаты – бағдарламалау бойынша оқу тапсырмаларын шешу барысында генеративті жасанды интеллект модельдері жіберетін қателіктердің педагогикалық таксономиясын әзірлеу және оларды ықтимал білім беру әсері тұрғысынан талдау.

Бұл мақсатқа жету үшін келесі міндеттер қойылды:

Бағдарламалаудың бастапқы, орта және жоғары деңгейіне арналған тапсырмалар бойынша генеративті ЖИ модельдері ұсынған типтік жауаптарды жинап, талдау;

Жіберілген қателерді түрлері мен ішкі түрлері бойынша топтастыру;

Әр қате түрінің студенттің ойлау қабілеті мен мотивациясына әсерін анықтау;

Қателіктерді тек техникалық жағынан емес, сонымен қатар дидактикалық сипатта да қарастыратын педагогикалық таксономияны ұсыну.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – алғаш рет бағдарламалауды оқыту контекстінде ЖИ модельдері жіберетін қателерді білім беру тұрғысынан жүйелейтін педагогикалық таксономия ұсынылуында. Бұл таксономия әрбір қате түрін оның ықтимал пайдалы немесе кері әсерімен байланыстыра отырып сипаттайды.

Зерттеу барысында студенттердің типтік сұраныстары негізінде ГЖИ модельдері ұсынған 50 код фрагменті мен түсіндірмелер сапалық тәсілдермен (контент-талдау, ашық кодтау) зерттелді. Қателер қолмен белгіленіп, олардың білім беру процесіне ықтимал әсері тұрғысынан сарапталып, жүйеленді.

Осылайша, ұсынылған педагогикалық модель ЖИ қателіктерін жүйелеп қана қоймай, оларды оқыту барысында ескерілетін маңызды элемент ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Бұл модель білім берудегі ЖИ қолданудың қауіптері мен мүмкіндіктерін тиімді басқаруға жол ашады.

### **Материалдар мен әдістер**

Қазіргі заманғы зерттеулер бағдарламалауды оқытуда генеративті жасанды интеллект модельдерін енгізу оқытушы мен білім алушының рөлдерін қайта қарауды талап ететінін көрсетеді. Негізгі назар метакогнитивтік дағдыларды – яғни өз білімін жоспарлау, қадағалау және бағалау қабілеттерін – дамытуға бағытталуы тиіс. Feng және әріптестері зерттеуінде үй тапсырмаларын орындауда тек соңғы кодтың дұрыстығына емес, студент пен ГЖИ арасындағы өзара әрекет үдерісіне де бағалау қоюды ұсынады; мұндағы оқытушының міндеті – оқушыларды сыни ойлауға және өзін-өзі рефлексиялауға ынталандыру [5]. Zastudil және әріптестері 12 студент пен 6 оқытушымен жүргізілген сұхбат негізінде GenAI дәстүрлі оқытуды алмастырмай, керісінше толықтыратын құрал ретінде бейімделуі керектігін анықтаған және «құзыреттілік иллюзиясының» – студенттердің модель ұсынған жауаптарға соқыр сену қаупінің – маңызды екенін ескерткен [6].

Автоматты түрде генерацияланған кеңестермен жұмыс істеудің когнитивтік жүктемесін түсіну күнделікті қайталанатын операцияларды автоматтандыру мен дербес ойлауды үйлестіруге мүмкіндік береді.

Tankelevitch және әріптестері GenAI студенттерден өз ойлау үдерістерін үнемі қадағалап, басқаруды талап ететін жоғары метакогнитивтік жүктемені арттыратынын алға тартып, қолдау жүйелеріне түсіндірілімі бар механизмдер мен кеңестің деңгейін реттеуді ұсынады [7]. Ал Boguslawski және әріптестері жүргізген зерттеу нәтижелері ГЖИ тарапынан берілетін қате немесе толық емес жауаптардың студенттерге шамадан тыс қосымша жүктеме жүктейтінін көрсетеді, өйткені олар бұл қателіктерді анықтап, түзетуге артық уақыт пен танымдық күш жұмсауға мәжбүр болады [8].

Тиімді педагогикалық стратегияларды әзірлеу үшін ГЖИ модельдері жіберетін қателіктерді нақты классификациялау қажет. Kimmel және әріптестері зертеуінде қателер туралы хабарламалар GPT-4 көмегімен едәуір жетілдірілгенімен, синтаксистік әрі семантикалық қателіктер әлі де кездеседі, және оларды студенттер өз бетімен оңай аңғара алмайды, бұл қосымша педагогикалық қолдауды талап етеді [9]. Giannakos және әріптестері Behaviour & Information Technology журналындағы зерттеуінде, GPT-4 ұсынған жоғары сапалы нұсқаулықтар болған жағдайда да, синтаксистік және семантикалық «жасырын» қателіктердің сақталатынын атап көрсетеді [10]. Мұндай дәлсіздіктер, егер студенттер тарапынан саналы түрде қадағалау мен бақылау болмаса, метатанымдық қиындықтарды күшейтіп, жалған құзыреттілік сезімін тудыруы мүмкін. Бұдан да маңыздысы, Dawson және авторлар ұжымы ScienceDirect базасында жүргізілген зерттеу барысында үлгерімі төмен студенттердің GenAI құралдарымен жұмыс тәжірибесін талдай отырып, автоматты түрде генерацияланған кеңестерге тәуелділіктің артуы когнитивтік диссонансқа және кодты жөндеу кезіндегі өзін-өзі тиімді сезінудің төмендеуіне әкелетінін көрсетті [11]. Ал Демирел библиометриялық талдау негізінде ГЖИ-дің бағдарламалау саласындағы қателіктерін үш негізгі санатқа жіктейді: синтаксистік бұзылыстар, логикалық қателіктер және контекстке сәйкес келмейтін қате болжамдар [12]. Бұл жіктеу болашақта педагогикалық таксономияның негізін құрап, әрбір қателік түрімен жүйелі жұмыс істеуге мүмкіндік береді.

Генеративті жасанды интеллектпен (GenAI) оқытуда метатанымдық реттеуді дамыту шешуші рөл атқарады. Prasad & Sane ЖИ-мен тиімді өзара әрекеттесу студенттерден өз шешімдерін жоспарлау, бақылау және бағалау дағдыларын талап ететінін, ал жүйелер бұл процестерді түсіндірулер мен кері байланыс арқылы қолдауы қажет екенін атап көрсетеді [13]. Prather J. және әріптестері жүргізген зерттеу көрсеткендей, бағдарламалауды енді үйреніп жүргендер кей жағдайда қате ұсыныстарды елемей өтсе, кейде керісінше – оларды қабылдап, метатанымдық қиындықтарын күшейтіп, «когнитивтік

диссонанс» пен жалған құзыреттілік сезімін бастан кешіреді [14]. Бұл жағдай әртүрлі деңгейдегі студенттерге бейімделген арнайы құрылымдалған scaffold-тарды (оқытуды қолдаушы құрылымдар) қажет етеді.

Осы зерттеуде қолданылған әдіснамалық тәсіл бағдарламалау бойынша оқу тапсырмаларын шешу барысында генеративті жасанды интеллект үлгілері жіберетін типтік қателерге сапалық талдау жүргізуге негізделген. Назар тек техникалық кемшіліктерді тіркеуге ғана емес, сонымен қатар олардың дидактикалық интерпретациясына – яғни, білімді меңгеру үдерісіне, когнитивтік стратегиялардың дамуына және студенттердің оқу мотивациясына ықтимал әсері тұрғысынан қарастыруға бағытталды. Дереккөз ретінде GPT үлгілері (соның ішінде ChatGPT) генерациялаған жауаптар пайдаланылды. Бұл жауаптар, негізінен, студенттердің базалық және орта деңгейдегі дағдыларын (шартты конструкциялар, циклдер, функциялар, сұрыптау алгоритмдері, жолдармен және деректер құрылымдарымен жұмыс) дамытуға арналған типтік бағдарламалау тапсырмаларын қамтыды. Жоғары деңгейдегі күрделі тапсырмалар да кездесті, алайда олардың үлесі айтарлықтай көп емес болды.

Талдау жүргізу үшін студенттердің оқу тәжірибесінде жиі кездесетін сұраныстарға ұқсас тапсырмалар негізінде генеративті жасанды интеллект (ГЖИ) ұсынған 50 код фрагменті мен түсіндірмесі таңдалып алынды. Бұл тәсіл студенттердің ЖИ құралдарымен шынайы оқу процесінде өзара әрекеттесуін барынша дәл бейнелейтін репрезентативті эмпирикалық база құруға мүмкіндік берді. Әрбір жауап мұқият сарапталып, онда кездесетін қателер анықталды, қателер типі бойынша жіктеліп, олардың оқу үдерісіне ықтимал әсері тұрғысынан түсіндірілді. Қателер ашық кодтау әдісі арқылы қолмен таңбаланып, нәтижесінде келесі логика бойынша құрылған педагогикалық таксономия әзірленді: қате түрі → қате ішкі түрі → мысал → ықтимал білім беру әсері. Қателерді осылайша құрылымдау тек анықталған мәселелерді жүйелеуге ғана емес, сонымен қатар студенттің ЖИ-мен өзара әрекеттесу барысында іске қосылатын жасырын педагогикалық механизмдерді де айқындауға мүмкіндік берді. Бұл қателерді тек техникалық кемшілік ретінде емес, сонымен қатар оқытуға мүмкіндік беретін танымдық кіріс нүктелері ретінде қарастыруға негіз қалады.

Талдау нәтижесінде тек техникалық қателіктерді ғана емес, олардың оқу процесіне ықтимал әсерін де көрсететін педагогикалық қателер таксономиясы әзірленді.

Бұл жіктеу техникалық және дидактикалық белгілер жиынтығына негізделе отырып құрылды, нәтижесінде оны білім беру тәжірибесінде қолдануға негіздеме жасалды. Сонымен қатар, аталған таксономия

студенттердің генеративті жасанды интеллектпен жұмысын сыни сүзгіден өткізу мен педагогикалық қолдаудың тиімді құралы ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Бағдарламалауды оқыту үдерісінде генеративті жасанды интеллект модельдерінің жіберетін қателерін сегіз негізгі түрге жіктеуге болады. Бұл әрбір қателік түрінің өзіндік педагогикалық әсері бар екенін көрсетеді. Жоғары дәлдікке ұқсайтын сипатқа қарамастан, мұндай модельдер әлі де оқу үдерісіне елеулі әсер ететін қателіктерге жол береді. Мысалы, қарапайым шартты операторды жазу кезінде модель  $if\ x == 5$ : деп жазудың орнына  $if\ x = 5$ : деп ұсынуы мүмкін – бұл синтаксистік қате бағдарламаның орындалуын тоқтатып, жаңадан үйреніп жатқан білім алушының күйзеліске ұшырауына (фрустрациясына) себеп болуы ықтимал. Күрделірек тапсырмаларда ИИ логикалық құрылымды жиі шатастырып жібереді: мысалы, студенттер тізімін бағалары бойынша сұрыптағанда салыстыру таңбаларын дұрыс қолданбай, нәтижесінде қате тәртіпте сұрыптайды. Кейде модель сұраныстың мәнін мүлдем түсінбей, мүлдем басқа контексте жауап береді: жол ішінен нақты бір сөзді табу қажет болғанда, ең үлкен ортақ бөлгішті табатын кодты ұсынады – бұл тұжырымдамалық қате (концептуалдық). Кейбір жағдайларда модельдің кодқа берген түсіндірмесі нақты мазмұнға қайшы келеді: мысалы, ИИ «функция тізімнен элементті өшіреді» деп түсіндіреді, бірақ шын мәнінде ол оны қосады. Сондай-ақ жиі кездесетін құбылыстардың бірі – галлюцинациялар: модель нақты тілде жоқ, жұмыс істемейтін әдістерді ұсынады, мысалы, Python-да `str.uppercase()` әдісі, ол құжаттамада жоқ әрі орындалмайды. Кейде ИИ кеңестері орынды әрі қисынды болып көрінеді, бірақ тым жалпы сипатта беріледі: мысалы, «`.sort()` қолданыңыз» деп ұсынады, алайда бұл әдістің бастапқы тізімді өзгертетінін нақтыламайды, ал кейбір тапсырмаларда бұл маңызды болуы мүмкін. Ең күрделі қателердің бірі – жасырын қателер: синтаксис дұрыс, код орындалады, бірақ мәселе логикалық тұрғыда пайда болады. Мысалы, `if age > 18`: шартында 18 жастағы қолданушылар есепке алынбай, іріктеуден тыс қалып қояды. Мұндай қателіктер бірден байқалмайды, бірақ білім алушының тақырыпты терең түсінуіне кедергі келтіруі мүмкін. Осы нақты мысалдар студенттердің ГЖИ-мен өзара әрекеттесуіне педагогикалық тұрғыдан қараудың маңызын көрсетеді. Генеративті ИИ қателеспейтін сарапшы ретінде емес, сын тұрғысынан бағалауды талап ететін оқыту құралы ретінде қабылдануы тиіс (1-сурет).



1-сурет – Бағдарламалауды оқытудағы генеративті ЖИ қателіктерінің педагогикалық таксономиясы

Айта кетерлік жайт – генеративті жасанды интеллект модельдерінің барлық қателері білім алушыға бірдей әсер етпейді. Кейбір қателер, әсіресе логикалық және жасырын сипаттағы қателер, керісінше, студенттің ойлау белсенділігін арттырып, бағдарламаны талдау, тексеру және түзету (отладка) дағдыларын дамытуға ықпал етуі мүмкін. Мұндай құбылысты білім беру саласында «өнімді сәтсіздік» (productive failure) ұғымы арқылы сипаттайды – яғни, қате білім алудың бастамасы ретінде қарастырылып, оқу үдерісіне қосымша серпін береді.

Бұған қарама-қарсы жағдайларда, әсіресе модель тарапынан орын алған галлюцинациялар мен қате түсіндірулер, білім алушының когнитивтік бейнесін бұрмалап, жаңсақ түсініктердің қалыптасуына себеп болуы мүмкін. Бұл әсіресе бастапқы деңгейдегі студенттер үшін қауіпті, себебі оларда алынған жауаптарды сыни тұрғыда бағалау қабілеті әлі толық қалыптаспаған. Мұндай жағдайда педагог тарапынан бақылау, сүзгіден өткізу және әдістемелік қолдау қажет болады.

Ұсынылып отырған таксономия бағдарламалауды оқыту үдерісінде жиі кездесетін генеративті жасанды интеллект қателерін жүйелі түрде сипаттауға, олардың техникалық ақауларын педагогикалық салдарларымен сабақтастыра отырып талдауға, сондай-ақ білім беру әлеуеті бар қателерді анықтап, оларды оқу мақсаттарына бейімдеуге мүмкіндік береді. Сонымен қатар, деструктивті сипаттағы қателерді алдын алу немесе түзету жолдарын қарастыру арқылы оқыту сапасын арттыруға септігін тигізеді.

Осылайша, студент пен жасанды интеллект арасындағы өзара әрекеттесу ерекшеліктерін талдауға негізделген әдіснамалық тәсіл тек қателердің түрлерін жіктеуге ғана емес, сонымен қатар оларды педагогикалық тұрғыдан қайта пайымдауға да жағдай жасайды. Қалыптасқан таксономия – студенттердің қате жауаптарды қабылдауы, түсіндіруі және бағалауы арқылы пайда болатын білім беру әсерлерін талдаудың сенімді негізіне айналады. Бұл өз кезегінде, ГЖИ қателерін тек техникалық кемшілік ретінде емес, саналы әрі рефлексивті бағдарламалық ойлауды дамытуға бағытталған дидактикалық ресурс ретінде қарастыратын заманауи оқу стратегияларын құруға мүмкіндік береді.

### **Нәтижелер және талқылау**

Бағдарламалау бойынша оқу тапсырмаларына генеративті жасанды интеллект берген 50 жауапты талдау негізінде қателер жүйеленіп, олардың түрлері жіктелді. Сонымен қатар, әрбір қате түрінің жиілік деңгейі, анықталу қиындығы және ықтимал педагогикалық әсері бағаланды. Сандық талдау көрсеткендей, ең жиі кездесетін логикалық (18%) және түсіндірмелік қателіктер (16%), ал әдістемелік қателіктер әлдеқайда аз (8%). Бұл үлестіру, генеративті модельдер көбінесе шешімнің логикалық реттілігін бұзатындығын немесе кодтың орындалуына толық емес түсініктеме беретіндігін көрсетеді. Төменде жүргізілген талдаудың нәтижесінде алынған сандық көрсеткіштер мен көрнекі материалдар (диаграммалар, кестелер) ұсынылады.

Алдымен генеративті жасанды интеллекттің бағдарламалау бойынша оқу тапсырмаларына берген жауаптарында жиі кездесетін сегіз негізгі қате түрі анықталды. Оларға мыналар жатады: синтаксистік, логикалық, тұжырымдамалық, әдістемелік, түсіндірмелік, галлюцинациялық, беткі жалпылау және жасырын қателер.

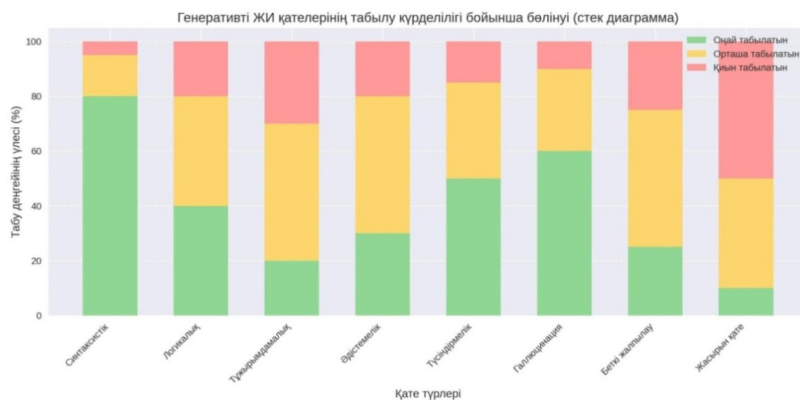
Әрбір қате түрі оның мазмұндық сипатына, қайталану жиілігіне және ықтимал білім беру әсеріне сәйкес сипатталып, жүйеленді. Зерттеу нәтижелері 1-кестеде ұсынылған.

## 1-кесте – Генеративті жасанды интеллект жауаптарындағы қателердің жиілігі

Қате түрі	Сипаттамасы	Қайталау саны	Жиілігі (%)
Синтаксистік	Бағдарламалау тілінің синтаксис ережелерін бұзу (мысалы, = мен = = шатастыру)	7	14%
Логикалық	Синтаксис дұрыс, бірақ есепті шешу логикасы қате	9	18%
Тұжырымдамалық	Тапсырманың мәнін мүлдем түсінбеу	6	12%
Әдістемелік	Толық аяқталмаған шешімнің толық жауап ретінде ұсынылуы	4	8%
Түсіндірмелік	Код пен берілген түсіндірменің арасында сәйкессіздік	8	16%
Галлюцинациялық	Бағдарламалау тілінде жоқ әдістер мен функцияларды қолдану	5	10%
Беткі жалпылау	Нақты контексті ескермейтін, шектен тыс жалпы ұсыныстар	5	10%
Жасырын	Бірден аңғарылмайтын, байқалуы қиын логикалық қателер	6	12%

Келесі кезеңде студенттердің генеративті жасанды интеллект жүйесі ұсынған жауаптардағы қателерді тану қабілеті талданды. Қателер анықталу күрделілігіне қарай үш деңгейге бөлінді: оңай анықталатын, орташа деңгейде танылатын және тек сарапшылық бағалауды қажет ететін күрделі қателер.

2-суретте ГЖИ тарапынан жіберілген қателердің осы үш деңгей бойынша үлестік бөлінісі стек-диаграмма түрінде ұсынылған. Диаграммада әрбір қате түрінің (мысалы, синтаксистік, логикалық, тұжырымдамалық және т.б.) қай деңгейде жиі кездесетіні көрсетілген.



2-сурет – Қателердің анықталу деңгейі бойынша үлестік бөлінісі

Синтаксистік және түсіндірмелік сипатындағы қателер студенттер үшін көбіне оңай байқалады, ал жасырын және тұжырымдамалық қателерді, әсіресе оқу үдерісінің бастапқы кезеңінде, өз бетінше анықтау айтарлықтай қиындық туғызады. Сандық тұрғыдан бұл келесідей көрінді: синтаксистік және түсіндірмелік қателіктердің шамамен 60%-ы «оңай анықталатын» санатқа жатқызылды, ал тұжырымдамалық және жасырын қателердің 70%-дан астамы «тану қиын» санатына жатқызылды. Бұл когнитивті жүктеменің күрделілігінің артуымен студенттерге қосымша педагогикалық қолдау қажет екенін растайды.

Ары қарай зерттеу барысында қателердің білім беру тұрғысынан ықпалына талдау жүргізілді: әрбір қате дидактикалық әсері бойынша бағаланды – жағымды, бейтарап немесе теріс әсер ретінде сипатталды (2-кесте).

Мысалы, түсіндірмелік қателер тиісті педагогикалық қолдау жағдайында сыни ойлауды дамытуға ықпал етуі мүмкін. Ал, керісінше, галлюцинациялық және жасырын қателер студентті жалған түсініктерге жетелеп, қате ұғымдардың қалыптасуына себеп болады.

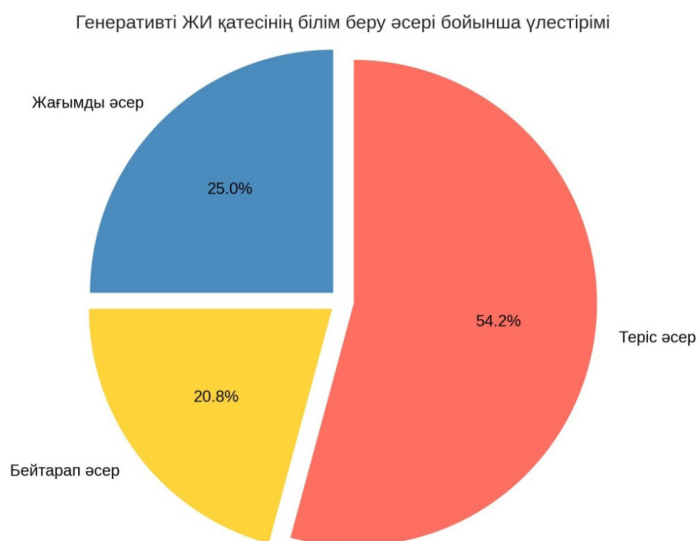
## 2-кесте – Генеративті жасанды интеллект қателерінің білім беруде әсері

№	Қате түрі	Сипаттамасы	Білім берудегі әсері	Түсініктеме
1	Синтаксистік	Қате синтаксис (мысалы, = орнына ==)	Теріс	Компиляция сәтсіздігіне әкеледі, студент не себепті екенін түсінбеуі мүмкін
2	Логикалық	Синтаксис дұрыс, бірақ логикада қате	Бейтарап / Теріс	Қате жауаптар логиканы бұрмалап көрсетуі мүмкін
3	Тұжырымдамалық	Тапсырма мәнін мүлде түсінбеу	Теріс	Студент басқа мәселені үйреніп кетуі мүмкін
4	Әдістемелік	Шешімнің құрылымында немесе стратегиясында қате	Жағымды (егер талқыланса)	Талқылау арқылы дұрыс әдістемеге үйретуге болады
5	Түсіндірмелік	Кодпен түсіндірменің сәйкес келмеуі	Жағымды / Бейтарап	Талқылау арқылы дәлдікке үйретуге болады
6	Галлюцинация	Болмаған функциялар немесе әдістер	Теріс	Жалған білімге итермелейді
7	Беткі жалпылау	Жалпы, бірақ контекске сай емес кеңестер	Теріс	Ықтимал көмегі бар, бірақ нақты тапсырмаға сәйкес келмейді
8	Жасырын қате	Беткі жағынан дұрыс, бірақ логикалық жағынан қате	Жағымды (егер табылса)	Табу арқылы сыни ойлау, тестілеу қабілеті дамиды

3-суретте генеративті жасанды интеллект ұсынған жауаптарда кездесетін қателердің дидактикалық әсері бойынша үлестік бөлінісі көрсетілген. Зерттеу нәтижелері қателердің 54,2%-ы оқу процесіне теріс әсер ететінін, яғни жаңсақ

түсініктердің қалыптасуына, когнитивтік бұрмалануға және білім алушының сенімсіздігіне әкелуі мүмкін екенін көрсетті.

Сонымен қатар, қателердің 25%-ы педагогикалық тұрғыдан дұрыс түсіндірілген жағдайда оқу процесіне жағымды ықпал етіп, студенттің сыни ойлауын, талдау қабілетін және бағдарламалық қырағылығын дамытуға мүмкіндік береді. Ал 20,8 %-ы бейтарап сипатта болып, тікелей оң не теріс әсер тигізбейтін қателер ретінде бағаланды. Осылайша, барлық қателіктердің жартысынан көбі дұрыс емес білімнің қалыптасуына әкелуі мүмкін, бұл генеративті ЖИ-ді қолдану кезінде міндетті түрде, педагогикалық сүзгілеу мен сүйемелдеу қажеттілігін көрсетеді.



3-сурет – Генеративті ЖИ қатесінің білім беру әсері бойынша

Генеративті жасанды интеллект ұсынған жауаптардағы қателер оқу тапсырмаларының күрделілік деңгейіне байланысты жіктеліп, мазмұндық талдау жүргізілді. Бұл жұмыс тапсырма мен модельдің өзара байланысын, атап айтқанда – есептің күрделілігі артқан сайын ГЖИ-дің қате жіберу ықтималдығы қалай өзгертетінін зерделеуге бағытталды. Барлық тапсырмалар мазмұнына қарай бастапқы (beginner), орташа (intermediate) және күрделі (advanced) деңгейлерге бөлінді. Әр деңгейде жиі кездесетін қате түрлері тіркеліп, олардың сипаттары мен жиілігі сарапталды.

4-суретте қате типтерінің күрделілік деңгейлері бойынша үлестік таралуы көрсетілген. Талдау нәтижелері мынадай үрдістерді байқатты:

Синтаксистік және беткі жалпылау сипаттағы қателер көбінесе бастапқы деңгейдегі тапсырмаларда кездеседі. Бұл ГЖИ-дің қарапайым тапсырмалардың өзінде формалды және техникалық дәлсіздіктерге жиі ұшырайтындығын көрсетеді.

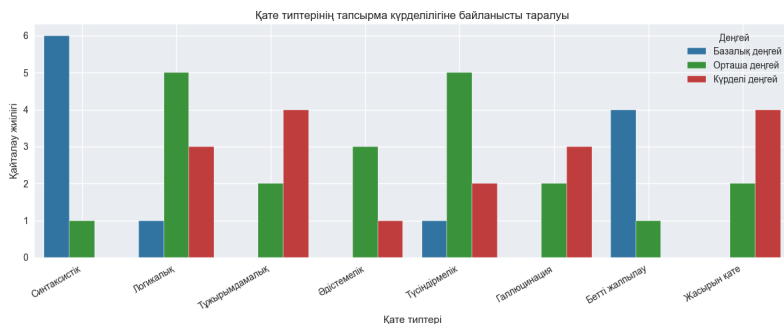
Логикалық және түсіндірмелік қателер, негізінен, орта деңгейдегі тапсырмаларда жиі байқалады. Мұндай тапсырмалар алгоритмдік дәлдік пен код пен түсініктеменің өзара сәйкестігін талап етеді, ал ГЖИ бұл тұста жиі жаңсақ интерпретация жасайды немесе түсіндіру мен кодтың арасында сәйкессіздікке жол береді.

Тұжырымдамалық және жасырын қателерге қатысты қателердің басым бөлігі күрделі деңгейдегі тапсырмаларда кездеседі. Бұл модельдің мазмұны терең есептерге келгенде тапсырма шартын толық түсінбей, логикалық құрылымда ауытқулар жіберетінін байқатады.

Бастапқы деңгейдегі тапсырмаларда, синтаксистік және беткі жалпылау қателіктерінің үлесі осы деңгейдегі барлық жағдайлардың шамамен 40 %-ын құрайтындығында болса, ал жоғары деңгейлі есептерде тұжырымдамалық және жасырын қателіктер басым болғандығын көрсетті (жалпы 55 %). Бұл тапсырманың күрделілігімен бірге, қателіктердің күрделілігінің табиғи өсуін көрсетеді.

Бұған қоса, күрделі тапсырмаларда галлюцинациялық қателер мен логикалық бұрмалаулардың жиі ұшырасуы модельдің сенімділігі мен дәлдігі күрделілік өскен сайын айтарлықтай төмендейтінін көрсетеді.

Аталған мәліметтер оқу мазмұнының күрделілігі артқан жағдайда генеративті ЖИ-мен жұмыс істеу кезінде оқытушы тарапынан педагогикалық бақылау мен мақсатты түсіндірудің қажет екенін айғақтайды.



4-сурет – Қате типтерінің тапсырма күрделілігіне байланысты таралуы

Жүргізілген талдау нәтижесінде бағдарламалау саласындағы генеративті ЖИ қателерінің табиғаты әртүрлі, педагогикалық мәні әр қырлы, әрі олар қабылдану күрделілігі мен білім беру әсері бойынша да өзгертіндігі анықталды. Бұл жағдай ГЖИ-ді оқу үдерісіне енгізу барысында тек техникалық бақылау ғана емес, сонымен қатар педагогикалық интерпретация мен әдістемелік сүйемелдеуді де талап ететінін айғақтайды.

Осылайша, алынған нәтижелер генеративті ЖИ қателерінің көпқырлы сипатын көрсетеді. Қателердің жиілігі, анықтау күрделілігі және дидактикалық ықпалы әртүрлі болғандықтан, оқу процесінде ГЖИ-мен жұмыс істеу кезінде педагогикалық сүзгілеу, сыни талдау және жүйелі қолдауды қамтамасыз ететін тетіктерді әзірлеу қажеттілігі туындайды.

Ұсынылған визуализациялар мен кестелер зерттелген қателердің құрылымы, тәуекелдері және оқу барысындағы әлеуеті туралы кешенді түсінік қалыптастыруға мүмкіндік береді. Бұл деректер ГЖИ-ді тиімді және қауіпсіз қолдануға бағытталған негізді педагогикалық стратегияларды әзірлеуге негіз бола алады.

Алынған нәтижелер генеративті жасанды интеллект модельдері оқу тапсырмаларын, әсіресе бағдарламалау саласындағы есептерді орындау кезінде жіберетін қателердің табиғаты мен олардың білім беру үдерісіне тигізетін ықпалы туралы бірқатар маңызды қорытындылар жасауға мүмкіндік береді. Зерттеу ГЖИ-дің қателері кездейсоқ емес екенін, оларды типтері мен педагогикалық маңыздылығы бойынша жүйелі түрде жіктеуге болатынын көрсетті. Алынған статистикалық деректерде: барлық анықталған қателіктердің 82 %-ы әртүрлі тапсырмаларда кем дегенде екі рет қайталанды, бұл модельдің тұрақты мінез-құлық үлгілерін көрсетеді. Осылайша, қалыптасқан таксономия тек сапалық талдауға ғана емес, сонымен қатар қайталанатын сандық заңдылықтарға да сүйенеді.

Ең бастысы – барлық қателерді тек жағымсыз құбылыс ретінде қабылдауға болмайды. Белгілі бір жағдайда, егер олар педагогикалық тұрғыдан дұрыс түсіндірілсе, кейбір қателер студенттердің талдау, түзету және сыни ойлау қабілеттерін дамытуға оң ықпал етуі мүмкін.

Бұрынғы зерттеулермен салыстырғанда [15]; [16], ГЖИ қателерінің білім беру контексіндегі мәні енді ғана назарға алынып жатқаны байқалады. Алайда, осы зерттеуде ұсынылған педагогикалық таксономия тәрізді жүйелі жіктеу бұрын ұсынылмаған. Сондықтан бұл модель теориялық тұрғыдан бар олқылықтың орнын толтырып, практикалық жағынан ГЖИ жауаптарын бағалауға және педагогикалық сүзгіден өткізуге арналған құрал ретінде пайдалануға болады.

Сонымен қатар, қателердің табиғатына қарай олардың дидактикалық салмағы да әртүрлі болатынын атап өткен жөн. Мысалы, синтаксистік және беткі жалпылау түріндегі қателер студенттің базалық білімі мен қате туралы ескерту беретін бағдарламалық орта (IDE) болған жағдайда айтарлықтай қауіп тудырмайды. Ал тұжырымдамалық немесе жасырын логикалық қателер оқытушы тарапынан тереңірек түсіндіру мен мақсатты түзетуді қажет етеді. Ең күрделі мәселе – ГЖИ «галлюцинациялары» мен шынайылыққа сәйкес келмейтін түсіндірмелері. Олар студенттің бағдарламалау тілінің мәні туралы бұрыс түсінік қалыптастыруына себеп болуы мүмкін.

Бұдан бөлек, қателердің жиілігі (1-кесте) және олардың педагогикалық құндылығы (2-кесте, 2-сурет) негізінде педагогикалық сүзгілеудің алдын ала моделін ұсынуға болады. Мысалы, логикалық қателерді кодты түзетуге арналған тапсырмаларда пайдалануға, галлюцинацияларды елемуге немесе бейтараптандыруға, ал үстірт ұсыныстарды нақты мысалдармен және түсіндірмелермен толықтыруға болады.

Алайда, зерттеу кейбір шектеулерге ие. Біріншіден, талдау тек 50 жауапқа негізделген, бұл нәтижелердің сандық тұрғыдан кеңінен таралуын шектейді. Екіншіден, талдау қолмен жүргізілгендіктен, интерпретация барысында субъективтілік элементтері орын алуы мүмкін.

Соған қарамастан, зерттеу нәтижелері ГЖИ жауаптарын дидактикалық сүзгіден өткізудің маңыздылығын дәлелдеп отыр. ГЖИ ұсыныстарын тексеріп қана қоймай, оларды оқу мақсатында тиімді пайдалану – мысалы, кодтағы қателерді түзету, ГЖИ жауаптарын рецензиялау, типтік жаңсақтықтарды өз бетінше талдау сияқты тәсілдер арқылы – мүмкін болып отыр.

Ұсынылған педагогикалық таксономия болашақта ГЖИ-ді мінсіз тьютор ретінде емес, студенттің метакогнитивтік белсенділігін арттыратын, сыни ойлауын дамытатын серіктес ретінде қолдануға бағытталған икемді әрі бейімделетін оқу сценарийлерін әзірлеуге негіз бола алады.

### **Қорытынды**

Осы зерттеу шеңберінде алғаш рет бағдарламалау бойынша оқу тапсырмаларын шешу барысында генеративті жасанды интеллект модельдері жіберетін қателердің жүйелі педагогикалық таксономиясы ұсынылды. Бұл таксономия «код фрагменті және түсіндірмесі» форматындағы 50 жауапқа жүргізілген эмпирикалық талдау нәтижесінде әзірленіп, тапсырмалардың бастапқы, орташа және жоғары деңгейлерін қамтыды. Анықталған сегіз қате түрі тек техникалық сипаттарына қарай емес, сонымен қатар оларды студенттің тануы үшін қажет когнитивтік күш-

жігердің деңгейі бойынша сараланды. Сандық талдау қателердің тұрақты таралуын көрсетті: логикалық (18 %) және түсіндірмелік қателіктері (16 %) жиі кездеседі, ал әдістемелік қателіктердің тек 8 %-ы ғана тіркелді. Бұл арақатынас анықталған заңдылықтардың кездейсоқ емес екенін және бағдарламалау бойынша оқу тапсырмаларын орындау кезінде генеративті қателіктердің нақты құрылымын көрсететіндігін растайды.

Ұсынылған таксономия техникалық және дидактикалық өлшемдерді ұштастыра отырып, ГЖИ құралдарымен жұмыс істеу барысында студенттердің әрекеттеріне педагогикалық тұрғыдан сыни көзқараспен қарауға және мақсатты қолдау ұйымдастыруға мүмкіндік береді.

Зерттеу нәтижелері ГЖИ қателерін оқу үдерісіндегі тек жағымсыз құбылыс ретінде қарастыру дұрыс еместігін көрсетті. Қателерді қиындық деңгейлері бойынша бөлу, бастапқы деңгейдегі тапсырмаларда синтаксистік және беткі жалпылау қателері басым болғанын көрсетті (шамамен 40 %), ал күрделі тапсырмаларда тұжырымдамалық және жасырын қателер басым болды (шамамен 55 %). Бұл қателік сипатының когнитивті жүктемеге тікелей тәуелділігін көрсетеді. Керісінше, кейбір қателер, егер олар оқу мақсаттарына сәйкес педагогикалық негізде түсіндіріліп, талқыланса, білім алушылардың алгоритмдік ойлау, кодты талдау және түзету, сондай-ақ сыни ойлау қабілеттерін дамытуға ықпал етеді.

Зерттеудің шектеулі тұстары да назарға алынды. Біріншіден, дереккөзі ретінде қарастырылған 50 жауап саны статистикалық тұрғыдан шектеулі болып табылады. Екіншіден, қателерді саралау процесі қолмен жүзеге асырылғандықтан, интерпретацияда субъективтілік ықтималдығы орын алуы мүмкін. Алайда зерттеу тек базалық деңгеймен шектелмей, орташа және жоғары деңгейлі тапсырмаларды да қамтығандықтан, бұл әдіс ГЖИ модельдерінің әртүрлі контекстердегі тұрақтылығы мен осал тұстарын салыстырмалы түрде бағалауға мүмкіндік берді.

Жалпы алғанда, ұсынылған таксономия генеративті ЖИ модельдерімен білім алушылардың өзара әрекеттестігін тек техникалық дәлдік немесе қателік деңгейі тұрғысынан ғана емес, сонымен қатар олардың педагогикалық әлеуеті мен когнитивтік салдарын ескеріп түсінуге жол ашады. Бұл тәсіл ГЖИ-ді дайын жауап көзі ретінде ғана емес, студенттің танымдық белсенділігін, метакогнитивтік ойлауын және сыни көзқарасын дамытуға ықпал ететін педагогикалық құрал ретінде қарастыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, әзірленген таксономия қателіктердің техникалық сипаттамаларын олардың дидактикалық салдарларымен ұштастыра отырып, автоматты түрде генерацияланған кодты сыни сүзгіден өткізуге, дәлсіздіктерді түзетуге бағытталған бейімделмелі оқу тапсырмаларын

құрастыруға, сондай-ақ оқыту үдерісін басқару жүйелеріне кіріктірілетін сыни талдау механизмдерін әзірлеуге мүмкіндік беретін біртұтас педагогикалық құралдар жиынтығын ұсынады. Бұған қателерді жіктеу жүйесі, бейімделмелі тапсырма үлгілері, рефлексия мен пікірталасқа арналған әдістемелік сценарийлер, сонымен қатар студент әрекетіне қатысты деректерді интерпретациялауға арналған оқу-аналитикалық элементтер жатады. Осылайша, зерттеу нәтижелері бағдарламалауды оқытудағы ГЖИ қолданудың ғылыми-әдістемелік негіздерін қалыптастырып, оның білім беру жүйесіне интеграциясын педагогикалық тұрғыдан оңтайландыруға жол ашады.

## References

1 **Cordero, J., Torres-Zambrano, J., Cordero-Castillo, A.** Integration of Generative Artificial Intelligence in Higher Education : Best Practices // Education Sciences. – 2024. – Vol. 15. – № 1. – P. 32.

2 **Vázquez-Madrigal, C., García-Rubio, N., Triguero, Á.** Generative Artificial Intelligence in Education: Risks and Opportunities // Teaching innovations in Economics: Towards a sustainable world. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2024. – P. 233–254.

3 **Çela E., Vedishchev, A., Fonkam, M., Eappen, P., Potluri, R. M., & Vajjhala, N. R.** Integrating Generative AI in Education: Themes, Challenges, and Future Directions // Generative Artificial Intelligence (AI) Approaches for Industrial Applications. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2025. – P. 149–167.

4 **Sivasakthi, M., Meenakshi, A.** Generative AI in Programming Education : Evaluating ChatGPT’s Effect on Computational Thinking //SN Computer Science. – 2025. – Vol. 6. – №. 5. – P. 1–11.

5 **Feng, T. H., Luxton-Reilly, A., Wünsche, B. C., & Denny, P.** From Automation to Cognition: Redefining the Roles of Educators and Generative AI in Computing Education // Proceedings of the 27th Australasian Computing Education Conference. – 2025. – P. 164–171.

6 **Zastudil, C., Rogalska, M., Kapp, C., Vaughn, J., & MacNeil, S.** Generative AI in computing education: Perspectives of students and instructors // 2023 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). – IEEE, 2023. – P. 1-9.

7 **Tankelevitch, L., Kewenig, V., Simkute, A., Scott, A. E., Sarkar, A., Sellen, A., & Rintel, S.** The metacognitive demands and opportunities of generative AI // Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. – 2024. – P. 1-24.

8 **Boguslawski, S., Deer, R., Dawson M. G.** Programming education and learner motivation in the age of generative AI: student and educator perspectives // Information and Learning Sciences. – 2025. – Vol. 126. – №. 1/2. – P. 91-109.

9 **Kimmel, B., Geisert, A. L., Yaro, L., Gipson, B., Hotchkiss, R. T., Osae-Asante, S. K., ... & Yamaguchi, C.** Enhancing programming error messages in real time with generative AI // Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. – 2024. – P. 1–7.

10 **Giannakos, M., Azevedo, R., Brusilovsky, P., Cukurova, M., Dimitriadis, Y., Hernandez-Leo, D., ... & Rienties, B.** The promise and challenges of generative AI in education // Behaviour & Information Technology. – 2024. – P. 1–27.

11 **Dawson M. G., Deer R., Boguslawski, S.** Cognitive Dissonance in Programming Education: A Qualitative Exploration of the Impact of Generative Ai on Application-Directed Learning // Computers in Human Behavior Reports. – 2025. – P. 100724.

12 **Demirel, T.** Generative Artificial Intelligence in Computer Programming Education: A Bibliometric Analysis // International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches. – 2024. – Vol. 8. – № 11.

13 **Prasad, P., Sane, A.** A self-regulated learning framework using generative AI and its application in CS educational intervention design // Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education Vol. 1. – 2024. – P. 1070–1076.

14 **Prather, J., Reeves, B. N., Leinonen, J., MacNeil, S., Randrianasolo, A. S., Becker, B. A., ... & Briggs, B.** The widening gap : The benefits and harms of generative ai for novice programmers // Proceedings of the 2024 ACM Conference on International Computing Education Research-Vol. 1. – 2024. – P. 469–486.

15 **Liu, Y., Han, T., Ma, S., Zhang, J., Yang, Y., Tian, J., ... & Ge, B.** Summary of chatgpt-related research and perspective towards the future of large language models // Meta-radiology. – 2023. – Vol. 1. – №. 2. – P. 100017.

16 **Deriba, F., Sanusi, I. T., O Campbell, O., & Oyelere, S. S.** Computer Programming Education in the Age of Generative AI: Insights from Empirical Research. – 2024.

25.06.25 ж. баспаға түсті.

03.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

18.02.26 ж. басып шығаруға қабылданды.

Н. Н. Керимбаев<sup>1</sup>, \*Ж. Г. Менлибай<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби,

Республика Казахстан, г. Алматы.

Поступило в редакцию 25.06.25.

Поступило с исправлениями 03.11.25.

Принято в печать 18.02.26.

## **ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ ОШИБОК ГЕНЕРАТИВНОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: РАЗРАБОТКА ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ТАКСОНОМИИ В ОБУЧЕНИИ ПРОГРАММИРОВАНИЮ**

*В данном исследовании с использованием метода открытого кодирования был проведён анализ 50 пар «фрагмент кода и пояснение», сгенерированных современными моделями генеративного искусственного интеллекта на основе типовых запросов студентов. В результате анализа были выявлены и систематизированы восемь категорий ошибок, различающихся по частотности (от 2% до 18%), характеру и степени сложности выявления (от легко распознаваемых до требующих глубокой экспертной оценки). К таким категориям относятся: синтаксические, логические, концептуальные, методологические, интерпретационные ошибки, так называемые «галлюцинации» ИИ, поверхностные обобщения и скрытые искажения. Разработанная таксономия объединяет технические характеристики ошибок с их дидактическими последствиями и представляет собой комплексный инструментарий, предназначенный для фильтрации автоматически сгенерированного кода, корректировки неточностей, проектирования адаптивных учебных заданий, а также для интеграции механизмов критического анализа в системы управления учебным процессом. Эмпирическая оценка показала, что синтаксические ошибки и поверхностные обобщения способствуют формированию базовых навыков исправления кода, в то время как сложные логические и контекстуальные искажения требуют целенаправленной педагогической поддержки и стимулируют развитие рефлексивной практики студентов — таких как планирование стратегий принятия решений, мониторинг результатов и критическая переоценка предложенных решений. Представленная модель не только восполняет актуальные*

*теоретические пробелы, но и формирует надёжную основу для разработки высокоадаптивных образовательных стратегий, учитывающих взаимосвязь технических и педагогических аспектов использования генеративного ИИ в процессе обучения программированию.*

*Ключевые слова: Генеративный ИИ, ошибка программирования, педагогическая таксономия, обучение программированию, открытое кодирование, адаптивное сопровождение, критический анализ.*

*N. N. Kerimbayev<sup>1</sup>, \*Zh. G. Menlibay<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>Al-Farabi Kazakh National University,  
Republic of Kazakhstan, Almaty.*

*Received 25.06.25.*

*Received in revised form 03.11.25.*

*Accepted for publication 18.02.26.*

### **EDUCATIONAL IMPACT OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ERRORS: DEVELOPING A PEDAGOGICAL TAXONOMY IN PROGRAMMING EDUCATION**

*In this study, an open coding method was employed to analyze 50 “code snippet and explanation” pairs generated by state-of-the-art generative artificial intelligence models in response to typical student queries. The analysis led to the identification and systematization of eight categories of errors, which vary in frequency (ranging from 2 % to 18 %), nature, and detection complexity (from easily recognizable to those requiring in-depth expert evaluation). These categories include syntactic, logical, conceptual, methodological, interpretive errors, so-called “hallucinations”, surface-level generalizations, and latent distortions. The developed taxonomy integrates the technical characteristics of errors with their didactic implications and provides a comprehensive toolkit aimed at filtering AI-generated code, correcting inaccuracies, designing adaptive learning tasks, and embedding critical analysis mechanisms into learning management systems. Empirical evaluation revealed that syntactic and surface-level generalization errors contribute to the development of basic correction skills, while complex logical and contextual distortions require targeted pedagogical*

*support and stimulate students' reflective practices – such as planning decision-making strategies, monitoring outcomes, and critically re-evaluating suggested solutions. The proposed model not only addresses current theoretical gaps but also lays a solid foundation for the development of highly adaptive educational strategies that account for the interplay between technical and pedagogical dimensions in the use of generative AI within programming education.*

*Keywords: Generative AI, programming error, pedagogical taxonomy, programming training, open coding, adaptive support, critical analysis.*

Теруге 18.02.2026 ж. жіберілді. Басуға 23.03.2026 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

9,42 Кб RAM

Шартты баспа табағы 42,87

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген З. Ж. Шоқубаева

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Қожас

Тапсырыс № 4516

Сдано в набор 18.02.2026 г. Подписано в печать 23.03.2026 г.

Электронное издание

9,42 Кб RAM

Усл.п.л. 42,87. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка З. Ж. Шоқубаева

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Қожас

Заказ № 4516

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: [kereku@tou.edu.kz](mailto:kereku@tou.edu.kz)

[www.pedagogic-vestnik.tou.edu.kz](http://www.pedagogic-vestnik.tou.edu.kz)