

Н.Н. Керімбаев¹, Ж.Ғ. Менлибай^{2*}

^{1,2}Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан
(*Хат-хабарға арналған автор. E-mail: janbo_077@mail.ru)

¹ORCID 0000-0002-3206-0855

²ORCID 0009-0007-2232-0135

Генеративті жасанды интеллект дәуірінде бағдарламалауды оқыту: синтаксистен метатанымдық ойлауға көшу

Генеративті жасанды интеллект (ЖИ) жүйелерінің білім беру саласына жедел ендірілуі жағдайында жоғары білім беру жүйесінде бағдарламалауды оқытудың мақсаттары мен әдістерін қайта қарастыру қажеттілігі туындап отыр. Зерттеудің мақсаты — бағдарламалау тілінің синтаксистік құрылымдарын меңгеруден гөрі жасанды интеллектпен саналы әрі мақсатты өзара әрекеттесу үшін метатанымдық стратегияларды дамытуға басымдық беретін педагогикалық үлгінің теориялық негіздемесін әзірлеу және оны эмпирикалық тұрғыда тексеру. Зерттеудің әдіснамалық негізі ретінде оқыту үдерісін саналы жоспарлау, жасанды интеллектпен диалог жүргізу, әрекеттерді бақылау және рефлексия кезеңдерін қамтитын когнитивті-метатанымдық үлгі таңдалып алынды. Зерттеу *design-based research* тәсілі аясында жүзеге асырылды, бұл нақты оқу жағдайында педагогикалық шешімдерді жобалауға, ендіруге және талдауға мүмкіндік берді. Зерттеу жұмысына бағдарламалауды үйрену барысында генеративті модельдерді (ChatGPT, GitHub Copilot, DeepSeek, Gemini және LLaMA) пайдаланған 52 студент қатысты. Оқыту процесінде студенттердің жасанды интеллектпен өзара әрекеттесу сәттері скринкаст түрінде жазылып, фасилитациялық сессиялардың аудиожазбалары, студенттердің рефлексивтік күнделіктері мен жобалық жұмыстардың артефактары жинақталды. Курстың басындағы және сонындағы мәліметтерді салыстырмалы талдау Уилкоксон тестінің нәтижелері бойынша ($p < 0.001$) студенттердің метатанымдық саналығының деңгейі статистикалық тұрғыдан елеулі өскенін көрсетті. Сонымен қатар жасанды интеллектке қойылған сұрау түрлерінің репродуктивті сипаттан аналитикалық сипатқа ауысуы және студенттердің өзін-өзі сипаттауларында стратегиялық әрі рефлексивтік үлгілердің жиі кездесуі анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, егер оқу үдерісі тиісті педагогикалық қолдаумен сүйемелденсе, жасанды интеллект тек техникалық құрал ретінде ғана емес, сонымен қатар танымдық белсенділікті ынталандыратын және дербес, сыни тұрғыдан ойлай алатын тұлғаның дамуына ықпал ететін фактор ретінде қызмет ете алады. Ұсынылып отырған педагогикалық үлгі студент пен жасанды интеллект арасындағы метатанымдық диалогқа негізделген бағдарламалауды оқытудың жаңа парадигмасын ұсына отырып, цифрлық дәуір жағдайында білім беру стратегияларын қайта қарауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: метатаным, генеративті жасанды интеллект, бағдарламалауды оқыту, педагогикалық үлгі, когнитивтік стратегиялар, *design-based research*.

Кіріспе

Көп жылдар бойы жоғарғы оқу орындарында бағдарламалауды оқыту синтаксис, деректер құрылымдары және негізгі алгоритмдерді кезең-кезеңімен меңгеруге негізделген сызықтық үлгі бойынша жүргізілді. Бұл тәсіл техникалық дағдыларға ие маманды даярлауды көздейтін индустриялық ұстанымға сәйкес келіп, тиімді бағдарламашы — кодты өз бетінше дұрыс жаза алатын адам деген түсінікке негізделді. Алайда ChatGPT, DeepSeek, Gemini және LLaMA секілді генеративті

тілдік модельдердің пайда болуымен бұл парадигма қайта қарауды қажет етіп отыр. Қазіргі заманғы жасанды интеллект жүйелері нақты уақытта кодты құрып, түсіндіріп, түзете алады және бұл олардың қабілетін бастапқы деңгейдегі бағдарламашылармен салыстыруға мүмкіндік береді [1–5]. Осылайша, «бағдарламалауды үйрену» ұғымының өзі түбегейлі өзгеріске ұшырауда.

Генеративті жасанды интеллект енді тек күнделікті қайталанатын тапсырмаларды автоматтандыру құралы емес. Ол жай ғана көмекші құрал емес, білім алушының ойлау процесіне белсенді қатысатын, танымдық делдал — пікір жүргізудегі серіктес ретінде көріне бастады. Мұндай серіктестік оқу субъектісінің ойлау сипатын тек толықтырып қана қоймай, оны мазмұндық әрі құрылымдық тұрғыдан өзгертуге қабілетті [6-7]. Мұндай жағдайларда эпистемологиялық жүктеме қайта бөлінеді: бұрынғыдай техникалық машықтар басты талап емес, енді басты орынды тапсырма қою, ойлауды стратегиялы түрде реттеу, жасанды интеллект ұсынған шешімдерді түсіндіру және сыни бағалау дағдылары алады [8-9]. Кодтың қолжетімділігі артқан сайын, одан тыс орналасқан қабілеттер — абстрактілі ойлау, метатаным, контексті түсіну және жасанды интеллект ұсынған жауаптардың шынайылық шегін айыра білу дағдылары — бұрынғыдан да құнды бола түседі.

Жасанды интеллекті білім беру үдерісіне ендіруге деген қызығушылықтың күрт өсуіне қарамастан, технологиялық серпілістер мен педагогикалық модельдердің бейімделу жылдамдығы арасында елеулі алшақтық бар. Блум таксономиясының нұсқалары, Уэстердің когнитивтік схемалары немесе АСМ-нің (Есептеу техникасы ассоциациясы) құзыреттілік стандарттары сияқты дәстүрлі шеңберлер интерактивті генеративті жүйелермен жұмыс барысында белсенетін тәртіптік және метатанымдық стратегияларды дәл сипаттай алмайды. Соңғы эмпирикалық зерттеулер көрсеткендей, ЖИ-мен жұмыс жасау кезіндегі студенттердің жетістіктері көбіне техникалық дайындық деңгейімен емес, олардың метатанымдық сезімталдығымен — нақтылаушы сұрақтар қоя білу, нәтижені сыни тұрғыда бағалау, әрекеттерін жоспарлау қабілетімен — айқындалады [10–12].

Зерттеудің мақсаты — жоғары білім беру жүйесінде бағдарламалауды оқытудың басымдықтарын қайта қарау қажеттілігін теориялық тұрғыдан негіздеу және эмпирикалық тексеру: синтаксисті меңгеруге бағытталған дәстүрлі тәсілден бас тартып, генеративті ЖИ жүйелерімен мағыналы әрі сыни өзара әрекетке мүмкіндік беретін метатанымдық стратегияларды қалыптастыруға көшу. Осы мақсат аясында келесі зерттеу міндеттері шешілді: (1) бағдарламалауды оқытудың қолданыстағы педагогикалық модельдерін талдап, ЖИ контексіндегі шектеулерін анықтау; (2) студенттердің оқу тапсырмаларын генеративті ЖИ көмегімен орындауы кезінде когнитивтік және метатанымдық стратегияларының өзгерістерін зерттеу; (3) бағдарламалау үдерісін ЖИ-мен метатанымдық диалог ретінде сипаттайтын концептуалдық модель әзірлеу; (4) ЖИ-ді тек техникалық көмекші емес, тұлғалық интеллектуалдық автономияның катализаторы ретінде қарастыратын білім беру ортасын жобалау бойынша педагогикалық ұсынымдар әзірлеу.

Зерттеудің әдіснамалық негізі ретінде бакалавр курсы шеңберінде жүргізілген кейс-зерттеу алынды. Онда студенттер ChatGPT, GitHub Copilot, DeepSeek, Gemini және LLaMA секілді бірнеше генеративті ЖИ құралдарын кодты талдау, генерациялау және рефлексиялау үдерісіне интеграциялады. Зерттеуде жасанды интеллект ұсынған шешімдер көбіне бірмағыналы болмаған жағдайларда туындайтын жоспарлау, өзін-өзі бақылау және бағалау стратегияларының трансформациясына баса назар аударылды. Бұл жағдайлар студенттерден ұсынылған нәтижелерді интерпретациялауды, бейімдеуді және дербес жетілдіруді талап етті. Жинақталған эмпирикалық деректердің негізінде бағдарламалауды адам мен жасанды интеллект арасындағы диалог түрінде — терминологиялық емес, когнитивтік-педагогикалық мағынада — түсіндіретін тұжырымдамалық модель ұсынылды. Ұсынылған модель постсинтаксистік цифрлық білім беру жағдайында оқытушының, студенттің және технологияның рөлдерін жаңаша қарастыруға мүмкіндік береді.

Осылайша, бұл зерттеу адам мен генеративті жасанды интеллекттің симбиотикалық өзара әрекеттесуі жағдайында метатанымды, сыни ойлауды және икемді зияткерлік стратегияларды дамытуға бағытталған педагогикалық тәжірибелердің қалыптасып келе жатқан бағытына өз үлесін қосады.

Материалдар мен әдістер

Соңғы жылдары академиялық ортада бағдарламалауды оқытуда жасанды интеллект рөлінің елеулі өзгерісі айқын байқала бастады: ол кодты автоматты тексерудің құралы болудан шығып, студентпен пікір алмасып, оның ойлау үдерісін бағыттай алатын толыққанды «когнитивтік серіктеске» айналуға. Жақында жүргізілген бірқатар эмпириялық зерттеулер қазіргі заманғы

модельдердің, әсіресе GPT-4 нұсқасының, алдыңғы нұсқалармен салыстырғанда айтарлықтай жетілдірілгенін көрсетеді. Мәселен, Phung және әріптестері (2023) CS1–CS2 деңгейіндегі 150 тапсырмамен жүргізілген экспериментте GPT-4 моделі CS1 деңгейінде шамамен 89 %, ал CS2-де 80 %-ға жуық дәлдік көрсеткенін анықтаған. Бұл ретте GPT-3.5 (ChatGPT) тиісінше 74 % және 65 % деңгейінде шектелген. Сонымен қатар GPT-4 неғұрлым мазмұнды түсіндірмелер ұсынып, оқытушының логикасына ұқсас релевантты мысалдар келтіре алады, ал GPT-3.5 түсіндірмелері жиі құрылымсыз болып келеді [13]. Осындай мәліметтер Kiesler мен Schiffner (2023) еңбегінде де келтіріледі: Python тіліндегі 72 жаттығу сериясында GPT-4 моделі 95,8 % дәлдік көрсетіп, GPT-3.5 — 94,4 % нәтижеге қол жеткізген [14]. Екі модель де алгоритмдік шешімдерді сапалы сипаттайды, дегенмен GPT-4 бұл әрекетті анағұрлым жинақы және қисынды түрде орындайды. Llerena-Izquierdo және авторлар (2024) 210 студент қамтылған жеті топпен жүргізілген квазиэкспериментте Gemini моделінің Google Colab платформасында Python оқыту үдерісіне енгізілуін зерттеген [15]. Нәтижесінде қатысушылардың 91 %-ы пәнге деген мотивацияның артқанын, ал 90 %-ы оқуға қанағаттанудың жоғары деңгейін атап өткен. Бұл көрсеткіштер аралық тест нәтижелерінің бақылау тобына қарағанда орта есеппен 14 %-ға жоғары болуына себеп болған. Бұдан бөлек, Zviel-Girshin (2024) «Программалау» пәні бойынша 276 студент арасында жүргізілген сауалнамада олардың 68 %-ы ChatGPT-ді алгоритмдік концепцияларды түсіндіру құралы ретінде белсенді пайдаланатынын көрсетсе, 43 %-ы дайын шешімдердің тым қолжетімділігі синтаксисті өз бетінше терең меңгеруге деген мотивацияны төмендететінін мойындаған [16]. Бұл зерттеулердің жиынтығы қазіргі заманғы ЖИ модельдері, әсіресе GPT-4, тек синтаксистік тұрғыдан дұрыс кодты генерациялау қабілетімен ғана шектелмей, құрылымдалған ой-тұжырымдар жасауға да бейім екенін дәлелдейді. Бұл өз кезегінде жасанды интеллектіні тек «автотексеруші» емес, сонымен қатар «оқытушы серіктес» ретінде қарастыруға мүмкіндік ашады.

Жасанды интеллект құралдарының мүмкіндіктері кеңейе түскен сайын, студенттердің ойлау қызметінің сапасына қатысты алаңдаушылық та арта түсуде. Атап айтқанда, оқу барысында ЖИ-мен жұмыс істегенде «метатанымдық енjarлық» деп аталатын құбылыс байқалуы мүмкін — бұл жағдайда студенттер сындарлы ойлау мен рефлексияны ығыстырып, ЖИ ұсынған жауаптарды ойсыз көшіріп, тұтынуға бейімделеді. Осыған байланысты қазіргі таңда оқу үдерісіне метатанымдық интервенцияларды кірістіру мәселесіне арналған зерттеулер саны арта түсуде. Мысалы, Lim (2025) жасаған DeBiasMe жобасы адамның ЖИ-пен әрекеттесуіндегі когнитивтік жаңсақтықтарды азайтуға бағытталған. Бұл жүйеде студенттерге код ішінде «ықтимал қисықтық тудырушы жалаушалар» көрсетіліп, когнитивтік жаңсақтық ықтималдығы жоғары аймақтар визуалды түрде белгіленеді. Нәтижесінде студенттер сұрауларды неғұрлым саналы түрде қалыптастырып, ЖИ ұсынған шешімдерді сыни тұрғыдан бағалауға дағдыланады. Төрт апта бойы DeBiasMe қолданылған эксперимент көрсеткендей, студенттер дайын шешімдерді талдаусыз көшіруді сирек жасайтын болған және өзін-өзі реттеу деңгейі айтарлықтай артқан [17]. Susskind (2025) өз еңбегінде ЖИ құралдарын оқыту тек техникалық машықтармен шектелмеуі керек екенін атап көрсетеді [18]. Оның пікірінше, оқу бағдарламасының кем дегенде үштен бірін ЖИ-дің даму тарихы, жұмыс істеу шектеулері және этикалық аспектілері секілді іргелі қағидаттарға арнау қажет. Бұл студенттердің ЖИ-ді «қара жәшік» ретінде емес, оның шешім қабылдау логикасын түсінетіндей деңгейде қабылдауына мүмкіндік береді. Осыған ұқсас көзқарас Active Learning Plan әдістемесінде де байқалады, оны Portella-Cleves және Rodríguez-Hernández (2024) ұсынған [19]. Бұл әдісте студенттер «жалған код → ChatGPT көмегімен валидация → рефлексия және жетілдіру» циклінен өтеді. Зерттеу нәтижесінде осы әдістеме арқылы оқыған студенттер түсінікті бақылау дағдыларын 31 %-ға, ал шешім қабылдауды жоспарлау қабілеттерін 28 %-ға жақсартқаны анықталған. Алайда Keuning және әріптестері (2024) 312 студентпен жүргізілген сауалнамада 73 %-ы ЖИ-ді қателерді түзету, ал 68 %-ы түсіндіру үшін пайдаланатынын айтқанымен, тек 34 %-ы ғана ЖИ-дің кодын жүйелі түрде тексеріп отыратынын мойындаған. Бұл жайт студенттердің дербестігіне төнетін қауіптерді көрсетеді. Сонымен бірге Naznin, Hossain және Rahman (2025) ChatGPT қолданылатын 120 зерттеуге жүргізген жүйелі шолуда олардың тек 16 %-ы ғана метатанымдық стратегиялардың дамуына назар аударатынын атап өткен [20-21]. Бұл ЖИ-мен оқытуда метатаным аспектісіне жеткілікті көңіл бөлінбейтінін көрсетеді. Осылайша, зерттеушілер арасында нақты бір пікір қалыптасып келеді: егер ЖИ оқыту үдерісіне метатанымдық интервенциялар арқылы мұқият енгізілмесе, онда ол білімді үстірт меңгертуге ғана әкелуі мүмкін.

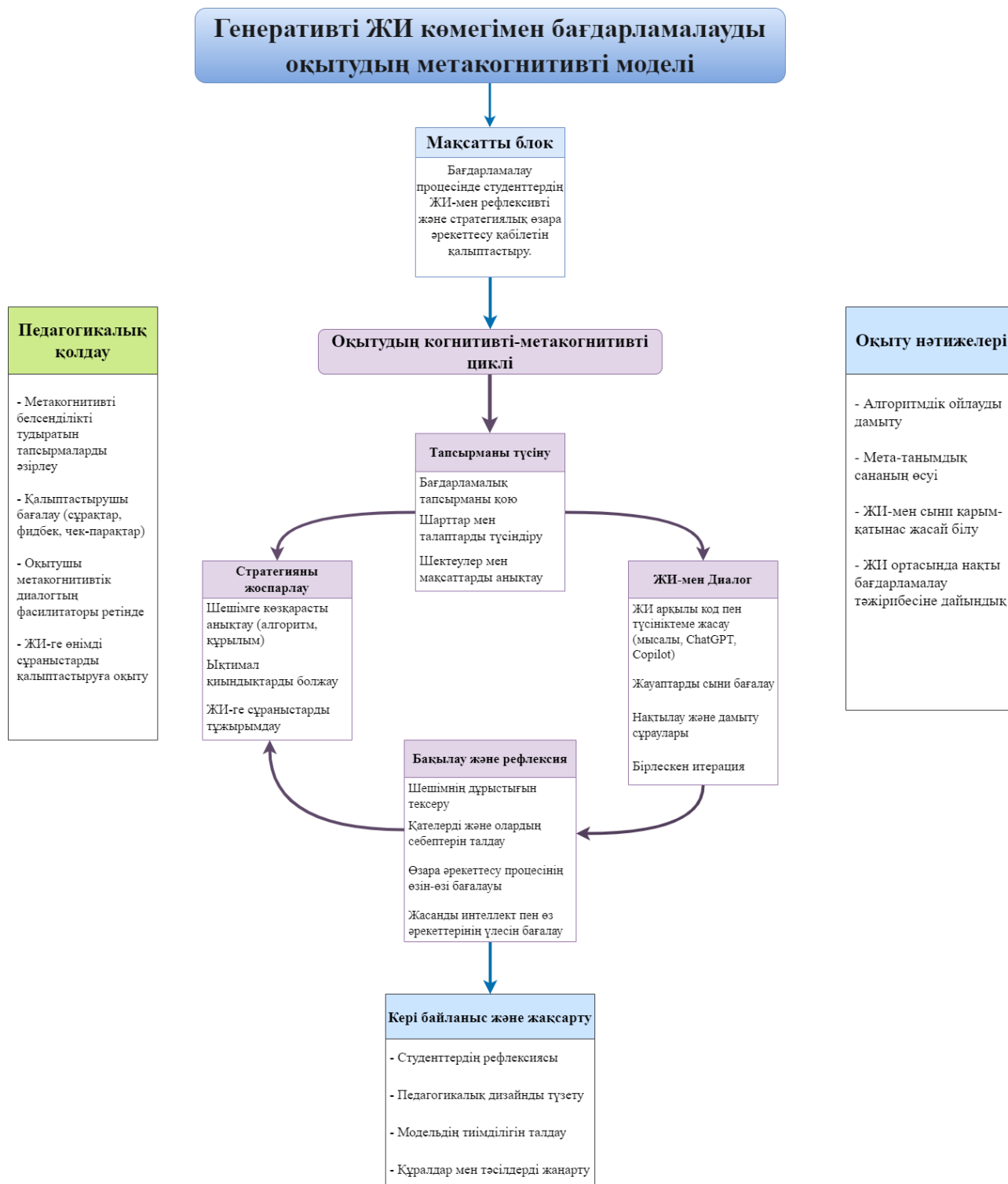
Denry және әріптестері (2024) «Бағдарламалау біліміндегі ЖИ оқытушыларының көмекшілері үшін қажетті сипаттамалар» мақаласында 813 студенттің пікірін зерттей отырып, бағдарламалау пәнінде тиімді ЖИ-нұсқаушының бес маңызды сипаттамасын анықтады: жедел кері байланыс, қолдануға ыңғайлы интерфейс, студенттің деңгейіне бейімделе алатын күрделілік, қателерге қатысты позитивті қолдау (яғни қате — бұл оқу процесінің ажырамас бөлігі ретінде қарастырылуы), сондай-ақ студенттің шешім қабылдау еркіндігін сақтау [22]. Зерттеушілер бұл сипаттамалар сақталмаған жағдайда ЖИ-ассистенттер әсіресе жаңадан бастағандар үшін мотивацияның төмендеуіне және оқу нәтижесінің әлсіреуіне себеп болуы мүмкін екенін атап көрсетеді [23-24]. Осылайша, ЖИ-дің білім беру жүйесіндегі рөлі тек көмекші құрал ретінде емес, сонымен бірге психологиялық, педагогикалық және әдістемелік тұрғыдан ойластырылған серіктес ретінде қарастырылуы тиіс.

Жалпылама алғанда, жасанды интеллектіні (ЖИ) білім беру жүйесіне тиімді енгізу үшін оқу бағдарламаларын әзірлеу кезінде кемінде үш маңызды аспектіні ескеру қажет екені анық көрінеді. Біріншіден, оқытушы өзінің «ментор» ретіндегі рөлін сақтап қалуы тиіс — яғни студентті дайын шешімдерді ұсынуға емес, керісінше, жеке талдау мен рефлексияға бағыттауы қажет. Екіншіден, метатанымдық механизмдерді (мысалы, DeBiasMe, MetacogAI, Active Learning Plan) оқу процесіне интеграциялау қажет, бұл студенттердің ЖИ-ден алынған жауаптарды ойсыз қабылдауын шектеп, сыни ойлау дағдыларын дамытады. Үшіншіден, оқу бағдарламаларын қайта құрастыру қажет: оқыту уақытының елеулі бөлігін ЖИ-дің жұмыс принциптері, оның шектеулері, этикалық мәселелері және «адам–ЖИ» арасындағы тиімді өзара әрекеттестік тәсілдері жөніндегі білімге арнау қажет.

2023–2025 жылдар аралығындағы эмпирикалық және шолу еңбектерінің синтезі жаңа буындағы жасанды интеллект (GPT-4, Gemini) модельдері қазіргі таңда толыққанды зияткерлік кеңесші рөлін атқара алатынын көрсетеді — олар тек синтаксистік жағынан дұрыс код ұсынып қана қоймай, сондай-ақ мазмұнды әрі құрылымды түсініктемелер де береді. Алайда, бағдарламалауды оқыту терең әрі саналы болып қалуы үшін, метатанымдық стратегияларды мақсатты түрде біріктіру қажет: студенттер өз әрекеттерін жоспарлауды, түсінігін бақылауды және ЖИ ұсынған нәтижелерді сыни тұрғыдан бағалауды үйренуі тиіс. Сонымен қатар оқытушы рөлін де қайта қарастыру маңызды — оны «бақылаушыдан» «адам–ЖИ» процесінің ментор-фасилитаторына айналдыру қажет. Егер метакогнитивтік стратегиялар жүйелі түрде енгізілмесе және оқытушының фасилитаторлық рөлі сақталмаса, жасанды интеллектіні қолдану оқытуды терең түсінік пен сыни ойлаудан айырып, оны механикалық түрде дайын жауаптарды көшіру үрдісіне айналдырады.

Зерттеудің әдістемесі генеративті жасанды интеллектіні қолдана отырып бағдарламалауды оқытудың когнитивтік және метакогнитивтік үлгісіне негізделеді. Бұл үлгі ұсынылған диаграммада бейнеленіп, оқу процесін танымдық белсенділік пен осы белсенділікті рефлексивті түрде басқару арасындағы циклдік өзара әрекет ретінде қарастырады. Мұндай контексте жасанды интеллект жай ғана құрал емес, білім алушының когнитивтік қызметіндегі серіктес рөлін атқарады.

Зерттеу *design-based research* (жобалық-негізделген зерттеу) тәсілі аясында жүзеге асырылды. Бұл тәсіл нақты оқу жағдайларында білім беру интервенциясын әзірлеу, енгізу және бағалауды біріктіреді. Мұндай тәсіл педагогикалық үлгінің тиімділігін тексеріп қана қоймай, оны қолдану барысында қатысушылардың кері байланысы мен жасанды интеллектпен өзара әрекет динамикасына сүйене отырып, бейімдеуге мүмкіндік береді.



1-сурет. Генеративті жасанды интеллекті қолдануға негізделген когнитивті-метакогнитивті бағдарламалауды оқыту моделі

Зерттеу дизайнын қалыптастыруда негізгі әдіснамалық негіз ретінде 1-суретте ұсынылған генеративті жасанды интеллектіні (ЖИ) қолдануға негізделген бағдарламалауды когнитивті-метакогнитивті тұрғыдан оқыту моделі алынды. Бұл модель оқыту үдерісін білім алушының танымдық белсенділігі мен оны басқаруға бағытталған метакогнитивті қызметінің өзара әрекеттесуінен тұратын қайталанатын цикл ретінде сипаттайды. Аталған цикл тапсырманы ұғыну, ЖИ-мен диалог жүргізу, стратегияны жоспарлау, процесті бақылау және нәтижелерге рефлексия жасау кезеңдерін қамтиды. Әр кезеңде нақты метакогнитивтік үдерістер — мақсат қою, стратегияны

таңдау және бейімдеу, модель жауаптарын интерпретациялау, өз шешімдерін сын тұрғысынан қайта қарау сияқты әрекеттер белсенді іске қосылады. Бұл модель тек теориялық тұғырнама ретінде ғана емес, сонымен қатар оқу үдерісін жобалауға арналған практикалық бағдар ретінде пайдаланылды: оқу сценарийі тапсырманы зерделеу, шешу жоспарын түзу, ЖИ-мен өзара әрекеттесу, алынған нәтижелерді бағалау, ойлау барысына рефлексия жасау және жинақталған тәжірибе негізінде келесі әрекеттерді жоспарлау тәрізді бірізді циклдер тізбегіне негізделді. Әрбір кезең педагогикалық тұрғыдан арнайы қолдау арқылы күшейтілді: бағыттаушы сұрақтар, фасилитация, ЖИ-мен өзара әрекеттесудің тиімді үлгілерін көрсету және рефлексияны ынталандыратын тапсырмалар қолданылды. Модельдің сол жағында когнитивті және метакогнитивті әрекеттерді белсендіруге ықпал ететін негізгі педагогикалық қолдау түрлері, ал оң жағында — оқу нәтижелері: танымдық рефлексия, стратегиялылық, білімді жаңа контекстерге көшіру қабілеті және бағдарламалау үдерісіндегі дербестік көрсетілген. Осылайша, ұсынылған модель теория мен практиканы байланыстырып, оқу ортасын құрылымдауға және білім алушылардың метакогнитивтік дамуын бағалауға арналған тұтас негіз ретінде қызмет етті.

Бағдарламалауды оқыту процесі жоғары оқу орнында жүргізілді және студенттердің жобалық сипаттағы тапсырмаларды кезең-кезеңімен шешуі арқылы ұйымдастырылды. Бұл тапсырмаларды орындау барысында студенттер ChatGPT, GitHub Copilot сынды генеративті жасанды интеллект модельдерін шешімдерді іздеу, кодты талдау, түсіндіру және жетілдіру бойынша ұсыныстар алу үшін жүйелі түрде пайдаланды. Оқытудағы басты мақсат дайын жауаптарды механикалық түрде қабылдау емес, керісінше, жасанды интеллект ұсынған жауаптарды сын тұрғысынан зерделеу, оларды жеке түсінікпен салыстыру, нақтылаушы сұраныстарды сауатты құра білу және баламалы нұсқалар арасынан негізделген, саналы шешім қабылдау қабілетін қалыптастыру болды.

Зерттеу барысында деректер бірнеше бағыт бойынша жиналды: жасанды интеллектпен өзара әрекеттесу барысындағы фасилитацияланған сессиялардың аудиожазбалары, экран жазбалары (скринкасттар), студенттердің рефлексивті күнделіктері, жобалық тапсырмалардың аралық және қорытынды нәтижелері, сондай-ақ жартылай құрылымдалған сұхбаттар. Талдау барысында негізгі назар студенттердің оқу үдерісіндегі өзгерістеріне, атап айтқанда — мақсат қою, өз ілгерілеуін бағалау, сұраныстарды саналы түрде жоспарлау және алынған ақпаратты сын тұрғысынан қайта қарастыру қабілеттеріне аударылды.

Бұл модель шеңберінде оқытушының рөлі дәстүрлі «білім жеткізушіден» метакогнитивтік жетекшіге ауысты: оның басты міндеті — дұрыс жауаптарды тексеру емес, студенттердің ойлау үдерісін қолдау, білімдегі олқылықтарды анықтауға көмектесу, бағыттаушы сұрақтар арқылы студентті өз ойына рефлексия жасауға ынталандыру және жасанды интеллектпен саналы әрі мақсатты әрекеттестікке тарту. Мұндай педагогикалық қолдау тек ауызша кері байланыспен шектелмей, сұраныс құрастыруға арналған құрылымдалған шаблондар, өзіндік бағалау рубрикалары мен рефлексиялық карталар арқылы да қамтамасыз етілді.

Бағалау оқу нәтижелерін ғана емес, оқу процесінің өзін де қамтыды. Бір жағынан, студенттердің жобалық тапсырмаларды орындауы, жұмыс істейтін код әзірлеуі және жобаны қорғауы сияқты нақты өнімдер ескерілді. Екінші жағынан, ерекше назар студенттердің жасанды интеллектпен саналы және мақсатты түрде жұмыс істеу қабілетіне аударылды: яғни ЖИ жауаптарын түсіндіру, оларды өз түсінігімен салыстыру, қажет жағдайда бастапқы болжамдарын қайта қарау және жинақталған тәжірибені жалпылау сияқты әрекеттер бағаланды. Бұл үшін қалыптастырушы және жиынтық бағалау әдістері қатар қолданылды: бағалау рубрикалары, өзіндік есептер, сарапшылар бағасы және метатану қабілеттерінің даму динамикасы.

Осы әдістемелік тәсіл педагогикалық модельді тек тәжірибеде сынауға ғана емес, оның тиімділігін дәлелдеп, кең көлемде енгізуге негіз қалады. Зерттеу көрсеткендей, генеративті жасанды интеллектті оқыту процесіне сәтті енгізу үшін оны дайын шешімдердің көзі ретінде емес, студенттердің ойлау қабілетін дамытуға арналған құрал ретінде қолдану қажет. Бұл мақсатқа жету үшін педагог тарапынан жүйелі қолдау мен құрылымдалған рефлексия маңызды рөл атқарады.

Нәтижелер және оларды талдау

Зерттеуге генеративті жасанды интеллектті жүйелі түрде кіріктіру негізінде ұйымдастырылған бағдарламалауды оқыту үдерісіне 52 студент қатысты. Зерттеу жасанды интеллект құралдарын, атап айтқанда тілдік модельдерді, тұрақты қолдану тек техникалық дағдылардың дамуына ғана емес, ең

алдымен студенттердің метакогнитивтік стратегияларының — саналы жоспарлау, өзін-өзі бақылау және рефлексия жасау қабілеттерінің қалыптасуына қалай ықпал ететінін зерделеуге бағытталды.

Жасанды интеллектпен арнайы құрылымдалған тапсырмалар және рефлексивті тәжірибе аясында жүйелі өзара әрекеттесу тек нақты міндеттерді шешуге ғана емес, сонымен қатар студенттердің саналы жоспарлау, өзіндік бақылау және әрекеттерін бағалау қабілеттерін дамытуға ықпал етті — бұл олардың метатанымдық ойлау деңгейінің артуына негіз болды.

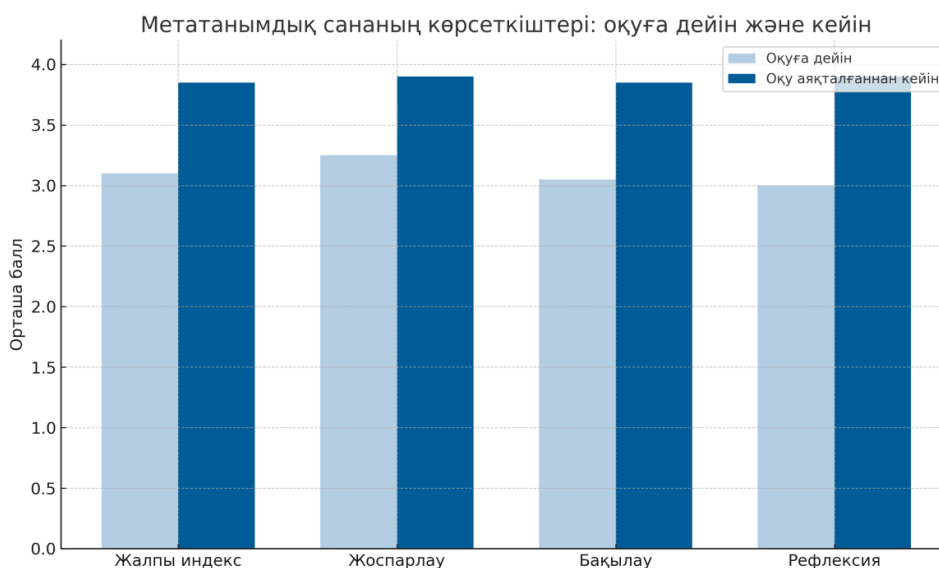
Бақылау барысында студенттердің ЖИ-мен жұмыс кезіндегі мінез-құлқы жүйелі түрде зерттелді: жасалған сұраныс түрлері тіркеліп отырды, рефлексивтік жазбалар жиналды, сондай-ақ оқытуға дейін және кейін метакогнитивтік сананың деңгейі стандартталған әдістер арқылы сандық тұрғыда бағаланды.

Алынған нәтижелер айқын оң өзгерістерді көрсетеді. Мұнда тек студенттердің жасанды интеллектпен жұмыс барысында не істегені ғана емес, сонымен бірге өз ойлау үдерісін қалай сипаттағаны да шешуші мәнге ие болды. Бұл деректер генеративті жасанды интеллекттің тиісті педагогикалық қолдау жағдайында жай техникалық құрал емес, керісінше, саналы білім алудың катализаторы ретінде әрекет ете алатынын, студенттерді өздерінің танымдық әрекеттері мен стратегияларын терең ұғынып, қайта қарауға итермелейтінін дәлелдейді.

1. Метатанымдық сананың артуы

Талдаудың негізгі бағыттарының бірі ретінде студенттердің метатанымдық сана деңгейіндегі өзгерістерді өлшеу қарастырылды. Бұл мақсатта жоспарлау, бақылау және рефлексия сияқты үш негізгі компонентті қамтитын Metacognitive Awareness Inventory (MAI) сауалнамасының бейімделген нұсқасы қолданылды. Өлшеу екі рет — оқу басталғанға дейін және аяқталғаннан кейін жүргізілді.

2-суретте көрсетілгендей, әрбір компонент бойынша орташа мәндерді көрнекі түрде салыстыру оқу соңында көрсеткіштердің айтарлықтай артқанын көрсетеді. Әсіресе, рефлексия көрсеткішіндегі өсім анық байқалады, бұл студенттердің жүйелі түрде рефлексиялық тапсырмалармен жұмыс істеуіне баса назар аударылған педагогикалық дизайнмен толық сәйкес келеді.



2-сурет. MAI көрсеткіштерінің үш компонент (жоспарлау, бақылау, рефлексия) бойынша оқуға дейінгі және кейінгі орташа мәндерінің салыстырмалы графигі

Нәтижелерге жүргізілген статистикалық талдау деректердің қалыпты бөлінбегенін ескере отырып, байланысты таңдауларға арналған Уилкоксонның параметрлік емес критерийі арқылы жүзеге асырылды.

1-кестеде көрсетілгендей, MAI құраушы үш қосалқы шкаласының барлығы статистикалық тұрғыдан маңызды өсім көрсетті:

- Жоспарлау көрсеткіші 3.22-ден 3.89-ға дейін артты ($p < 0.001$);
- Бақылау — 3.05-тен 3.85-ке дейін өсті ($p < 0.001$);

– Рефлексия — 3.01-ден 3.91-ге дейін жоғарылады ($p < 0.001$).

Метатанымдық саналық жиынтық интегралдық көрсеткіші 0.70 баллға өсіп, 3.10-нан 3.80-ге дейін жетті ($p < 0.001$). Бұл өзгерістердің жүйелі сипатқа ие екенін көрсетеді.

1 - кесте

Метатанымдық саналық көрсеткіштерінің оқу басталғанға дейін және аяқталғаннан кейінгі өзгерісі (n = 52)

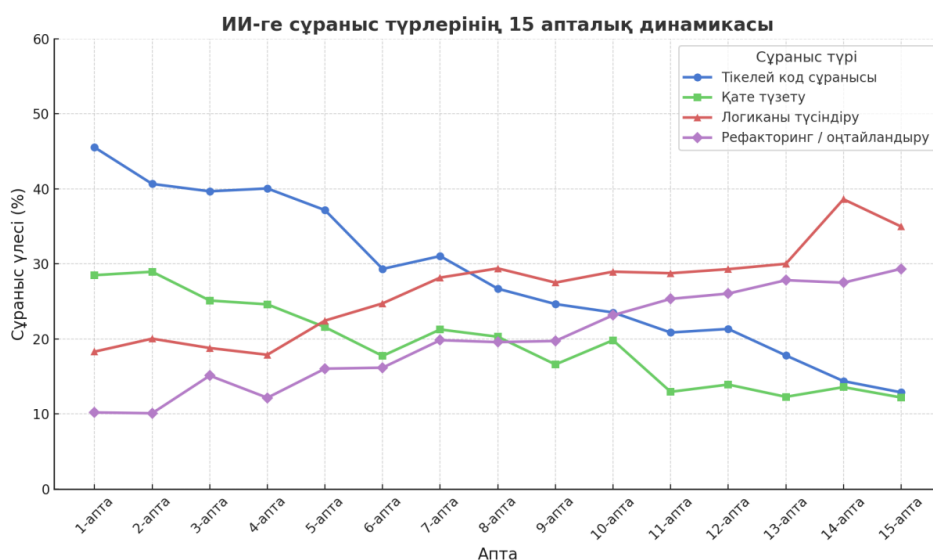
МАІ көрсеткіші	Оқудан бұрын (M ± SD)	Оқудан кейін (M ± SD)	Δ (орта мән айырмасы)	p-маңызы (Уилкоксон критерийі)
Жалпы индекс	3.10 ± 0.41	3.80 ± 0.38	0.70	< 0.001
Жоспарлау	3.22 ± 0.45	3.89 ± 0.41	0.67	< 0.001
Бақылау	3.05 ± 0.50	3.85 ± 0.43	0.80	< 0.001
Рефлексия	3.01 ± 0.52	3.91 ± 0.40	0.90	< 0.001

Ең үлкен өсім рефлексия шкаласы бойынша тіркелгенін атап өткен жөн (+0.90), бұл жасанды интеллектпен өзара әрекеттесу барысында ойлауды ұғынуға, өзін-өзі талдауға және қабылданған шешімдерді қайта қарауға бағытталған тапсырмалардың тиімділігін растайды. Мұндай нәтиже ЖИ-ді дайын жауап көзі емес, ойлау серіктесі ретінде қарастыратын когнитивтік-метатанымдық модельдің сәтті енгізілгенін көрсетеді.

2. Жасанды интеллектпен өзара әрекеттесу стратегияларының эволюциясы

Келесі маңызды талдау бағыты студенттердің оқу тапсырмаларын шешу барысында генеративті жасанды интеллектке (бұл жағдайда ChatGPT, GitHub Copilot, DeepSeek, Gemini және LLaMA) жолдаған сұраныстарының сипаты қалай өзгергенін зерделеуге арналды. Оқу үдерісі барысында студенттердің мінез-құлқы айтарлықтай өзгергені байқалды: олар дайын кодты тікелей сұратуға негізделген репродуктивті тәсілдерден біртіндеп бас тартып, жасанды интеллектпен өзара әрекеттесудің анағұрлым аналитикалық әрі метатану стратегияларына көшті.

3-суретте студенттердің әртүрлі типтегі сұраныстарының үлесі қалай өзгергені көрсетілген: курстың басында (бірінші апта) және соңына қарай (он бесінші апта). Көріп отырғанымыздай, тәжірибе артқан сайын студенттер «код жаз» секілді тікелей командаларға сирек жүгініп, оның орнына логиканы түсіндіру, шешімдерді рефакторинг жасау және қателерді талдау сияқты күрделірек, танымдық тұрғыда байытылған сұраныстарды жиі қолдана бастаған.



3-сурет. Оқу барысындағы 1-аптадан 15-аптаға дейінгі ЖИ-ге жолданған сұраныс түрлерінің динамикасы

Төменде берілген 2-кестедегі статистикалық деректер визуалды байқауларды нақтылай түседі. Мәселен, дайын кодты тікелей сұрататын сұраныстардың үлесі 42.3 %-дан 17.2 %-ға дейін азайып (–25.1 пайыздық көрсеткішке), ал кодты оңтайландыру мен рефакторингке бағытталған сұраныстар үш есеге жуық өсіп, 10.9 %-дан 34.3 %-ға дейін артты (+23.4 пайыздық көрсеткіші). Мұндай өзгеріс студенттердің стратегиялық ойлау тереңдігінің артқанын және жасанды интеллектіні дайын нәтиженің көзі емес, сыни қолдаудың құралы ретінде пайдалану қабілетінің өскенін көрсетеді.

Сұраныс түрлерінің өзгерісі статистикалық тұрғыдан да мәнді болып шықты: хи-квадрат критерийінің нәтижесі екі кезең арасындағы айырмашылықтың айқын екенін көрсетті ($\chi^2 = 48.7$, еркіндік дәрежесі = 3, $p < 0.001$).

2 - к е с т е

ЖИ-ге сұраныс түрлерінің апталық өзгерісі

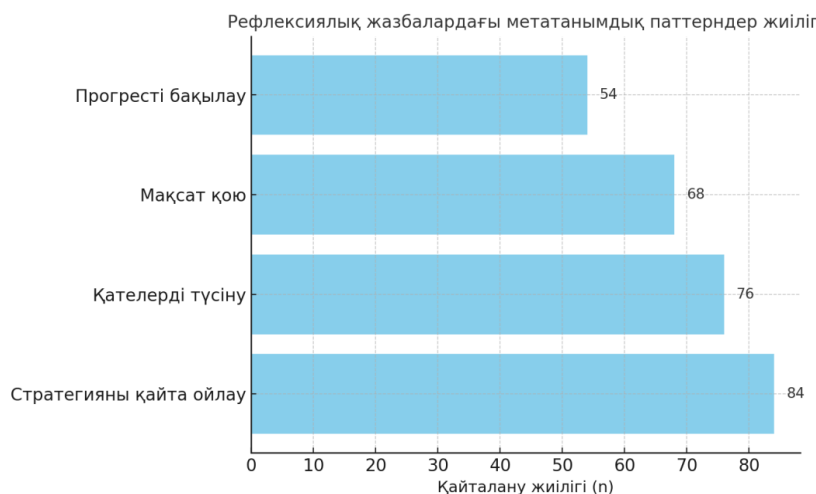
Сұраныс түрі	1-апта (%)	15-апта (%)	Δ (өзгеріс, п.к.)	χ^2 (df = 3)	p-маңызы
Дайын кодты тікелей сұрату	42.3	17.2	-25.1		
Қате түзету	28.8	14.5	-14.3		
Логиканы түсіндіру	18.0	34.0	+16.0		
Оңтайландыру / рефакторинг	10.9	34.3	+23.4		
ЖАЛПЫ				$\chi^2 = 48.7$	$p < 0.001$

Мұндай мінез-құлық трансформациясы студенттердің жасанды интеллектіні тек жауап беруші жүйе ретінде емес, тапсырмаларды шешудегі интерпретативтік серіктес ретінде қабылдай бастау қабілетінің артқанын көрсетеді. Бұл өз кезегінде өзара әрекеттесудің үстірт деңгейінен терең деңгейіне біртіндеп ауысуды, сондай-ақ оқыту үдерісінің метатану ұстанымдары мен стратегияларын қалыптастыруға жағдай жасағанын білдіреді.

3. Метакогнитивті паттерндерді сапалық талдау

Анализдің маңызды аспектісі — студенттердің рефлексивті жазбаларында ($n = 312$ жазба, 52 қатысушыдан алынған) көрінген метакогнитивті ойлау паттерндерін зерттеу болды. Осы кезеңнің негізгі мақсаты — рефлексивті әрекеттердің басым түрлерін анықтау және ИИ-мен өзара әрекеттесу барысында ойлау стратегияларының өзін-өзі реттеу динамикасы мен таралуын зерттеу.

4-суретте метакогнитивті паттерндердің категорияларын көрсетеді, олар рефлексивті жазбаларда анықталды. Визуалды түрде ең жиі кездескен паттерндер — өз стратегиясын қайта қарау (26,9 %) және қателерді түсіну (24,4 %), бұл студенттердің когнитивті икемділігі мен өзін-өзі түзету қабілетінің жоғары деңгейін көрсетеді.



4-сурет. Студенттердің рефлексивті жазбаларындағы метакогнитивті паттерндер ($n = 312$)

Нәтижелер Фридман тесті арқылы статистикалық түрде тексерілді, ол бақыланған санаттардың жиілігінде айтарлықтай айырмашылықтарды көрсетті ($p < 0.001$), бұл олардың таралуының кездейсоқ еместігін білдіреді. 3-кестеде көрсетілген деректер әр санаттың рефлексивті әрекеттер құрылымындағы үлесін сандық тұрғыдан бағалауға мүмкіндік береді.

3 - кесте

Студенттердің рефлексивті жазбаларындағы метакогнитивті паттерндер мен олардың жиілігі (n = 312)

Паттерн категориясы	Жиілік (n)	Жалпы үлесі (%)	p-мәні (Фридман тесті)
Стратегияны қайта бағалау	84	26.9	< 0.001
Қателерді түсіну	76	24.4	< 0.001
Мақсат қою	68	21.8	< 0.001
Прогрессті бақылау	54	17.3	< 0.001

– Бұл паттерндер құрылымдық тапсырмалар мен фасилитаторлық талқылаулар аясында қалыптасты, олар студенттердің ИИ-мен өзара әрекеттесуді саналы түрде талдау қабілетін дамытуға бағытталған. Көптеген студенттердің жазбаларында ИИ-мен сәтсіз диалогтардың негізгі сәттерін анықтау, қателіктің көзін табу (мысалы, сұраудың дұрыс қойылмауы немесе ұсынылған кодты ерте қабылдау), сондай-ақ болашақта қабылданған әрекеттерді сипаттау қабілеті көрініс тапты.

– Рефлексивті күнделіктерде тіркелген типтік пікірлердің мысалдары:

– «Мен кодты жазуға тым ерте кірістім, шешімнің логикасын нақты анықтамай» — (категория: қателіктерді түсіну);

– «Мен ЖИ-ге нақтылау сұрағын қойдым және бұл менің бастапқы гипотезамдағы қайшылықты анықтауға көмектесті» — (категория: стратегияны қайта қарастыру);

– «Мақсат тек код алу емес, екі түрлі шешім жолын салыстырып, олардың тиімділігін бағалау болды» — (категория: мақсат қою).

Осылайша, оқу барысында метакогнитивті рефлексияның тереңдеуі байқалады. ЖИ осы контексте тек ақпарат алу құралы ғана емес, сонымен қатар студенттерге өз ойлау стратегияларын баламалы нұсқалармен салыстырып, өз пікірін нақтылау үшін айна сияқты қызмет атқарады.

4. Метакогнитивті сананың өсуі мен жобалық шешімдердің сапасы арасындағы байланыс

Метакогнитивті өсудің оқу нәтижелеріне әсерін бағалау үшін метакогнитивті сананың өзгеруі (МАІ шкаласы бойынша) мен курс соңында студенттердің ұсынған жобалық шешімдерінің күрделілігі, негізділігі және түпнұсқалылығы арасындағы корреляциялық талдау жүргізілді. Шешімдердің сапасы сарапшылардың бағалау жүйесі бойынша бағаланды, онда үш критерий болды: стратегиялық көзқарастың тереңдігі, ИИ жауаптарын негізделген түрде түсіндіру қабілеті және алынған кодты ерекше жағдайларға бейімдеу деңгейі.

Талдау нәтижелері «Рефлексия» шкаласы бойынша өзгеріс пен жобалық жұмыстың сапасы арасында статистикалық тұрғыдан маңызды оң байланыс бар екенін көрсетті ($\rho = 0.58$, $p < 0.001$), сондай-ақ жалпы МАІ индексімен орташа күшті корреляция ($\rho = 0.44$, $p < 0.01$) анықталды. Бұл метакогнитивті сана-сезімнің жоғары деңгейі мен ИИ-мен өзара әрекеттесу стратегиясын саналы түрде талдаудың оқу жұмысының өнімділігімен тікелей байланысты екенін көрсетеді.

5-суретте осы байланысты визуалды түрде көрсетеді, мұнда метакогнитивті сананың өсуі мен жобалық жұмыстың сараптамалық бағалары арасындағы оң үрдіс анық байқалады. Суреттен МАІ көрсеткіштері бойынша ең жоғары динамиканы көрсеткен студенттер сондай-ақ түпнұсқалы, негізделген және функционалдық тұрғыдан тұрақты жобалық шешімдер ұсынғаны көрініс табады.



5-сурет. МАІ көрсеткішінің өзгерісі мен қорытынды жобалық шешімнің сапасы арасындағы корреляция

Айқын байқалатын компоненттер — «рефлексия» және «бақылау», олар студенттерге ЖИ ұсынған шешімдерді сыни тұрғыдан бағалауға, логикалық қателіктерді анықтауға және болашақ жұмыс бағытын түзетуге мүмкіндік берді. Интервью барысында қатысушылар бірнеше рет өз логикасын қайта қарап, оны модельдің жауаптарымен салыстыру жобалық қызметтегі табыстың негізгі факторына айналғанын атап өтті.

Осылайша, метакогнитивті сана тек ЖИ-мен рефлексивті өзара әрекеттесу жағдайында ғана өсіп қоймай, сонымен қатар студенттердің интеллектуалдық автономиясының жоғарылауында көрініс табады. Бұл олардың күрделі, саналы және бейімделген бағдарламалық шешімдер жасаудағы қабілетін білдіреді.

Зерттеу нәтижелері бағдарламалауды оқытуда басты назарды синтаксисті меңгеруден метакогнитивті стратегияларды қалыптастыруға ауыстырудың теориялық тұрғыдан да, педагогикалық тұрғыдан да тиімді екенін көрсетеді.

Design-based research барысында алынған эмпирикалық деректер метакогнитивті сананың көрсеткіштерінің (1-кесте) мағыналы өсуін, генеративті ЖИ-мен өзара әрекеттесу сипатының өзгеруін (2-кесте) және студенттердің рефлексивті метакогнитивті паттерндерінің жоғары жиілігін (3-кесте) көрсетеді, бұл студенттердің бағдарламалауды саналы және стратегиялық меңгеруге бағытталғанын білдіреді.

Бірінші маңызды бақылау студенттердің метакогнитивті санасының өсуіне қатысты. Барлық негізгі шкалалар (жоспарлау, бақылау, рефлексия) статистикалық тұрғыдан маңызды өсімді көрсетті, әсіресе рефлексия компоненті бойынша ($\Delta = 0.90$, $p < 0.001$). Бұл педагогикалық қолдаудың дұрыс ұйымдастырылуы жағдайында генеративті ЖИ студенттердің тек техникалық тапсырмаларды шешу қабілетін ғана емес, сонымен қатар өздерінің ойлау стратегияларын саналы талдау қабілетін де дамытуға ықпал ете алатынын білдіреді.

Екінші маңызды ЖИ-ге сұраулар түрлеріндегі байқалған динамика (2-кесте, 3-сурет) студенттердің өзара әрекеттесу тәсілдерінің айқын өзгергенін көрсетеді: ЖИ-ді тек дайын код алу үшін пайдаланудан, оны аналитикалық, түсіндіретін және стратегиялық мақсатта қолдануға көшу. Әсіресе рефакторинг пен оңтайландыру сұрауларының үлесінің өсуі (10.9 %-дан 34.3 %-ға дейін) және логиканы түсіндіру сұрауларының үлесінің өсуі (18.0 %-дан 34.0 %-ға дейін) маңызды. Бұл студенттердің сыни талдау және интерпретация дағдыларын қалыптастыруды білдіреді, тек пассивті көшірмей, белсенді түрде ойлау қабілетін дамытуды көрсетеді. Осы генеративті модельдер тек автоматтандыру құралы ғана емес, сонымен бірге студенттердің мағыналы белсенділігін дамытуға ынталандыратын құрал бола алатынын дәлелдейді — егер педагогикалық қолдау және бағыттау дұрыс ұйымдастырылса.

Үшінші маңызды бақылау студенттердің рефлексивті жазбаларында тіркелген метакогнитивті паттерндердің тереңдігімен байланысты (3-кесте). Атап айтқанда, «стратегияны қайта қарастыру» (26.9 %) және «қателерді түсіну» (24.4 %) категорияларының жиілігі, курс барысында студенттер тек тапсырмаларды механикалық түрде орындап қана қоймай, өздерінің көзқарастарының тиімділігін жүйелі түрде талдап, бұрын қабылданған шешімдерді қайта қарастыратынын көрсетеді. Бұл

интеллектуалдық автономияны қалыптастыру тұрғысынан маңызды. Яғни жетілген метатанымдылықтың негізгі көрсеткіші.

МАІ көрсеткіштерінің өсуі мен қорытынды жобалық шешімдердің сапасы арасындағы оң байланыс (5-сурет) метакогнитивті сананың дамуы тек процестік қана емес, сонымен қатар өнімділік тұрғысынан да маңызды әсер ететінін көрсетеді. Рефлексия көрсеткіштері бойынша жоғары динамиканы көрсеткен студенттер түпнұсқалы, тұрақты және бейімделген жобалар жасады. Бұл саналы өзара әрекеттесудің, яғни ЖИ-мен құрал ретінде емес, тереңірек және конструктивті түрде жұмыс жасаудың күрделі тапсырмаларды шешуде тиімді екенін дәлелдейді.

Осылайша, алынған деректер когнитивті-метакогнитивті модельдің тиімділігін ғана емес, сонымен қатар кеңірек тұжырым жасауға мүмкіндік береді: генеративті ИИ тек көмекші құрал емес, білім беру процесінде дамытушы функция атқара алады — егер білім беру ортасы рефлексия, стратегиялық жоспарлау және сыни ойлауды ынталандыру үшін құрылса. Бұл ұсынған тәсілді басқа пәндерде әрі қарай зерттеп, кеңейту үшін жаңа мүмкіндіктер ашады.

Қорытынды

Бұл зерттеу бағдарламалауды оқытуға арналған педагогикалық модельдің теориялық негіздемесін және эмпирикалық тексерісін жүргізуге бағытталды. Осы модельде синтаксисті меңгеруден генеративті жасанды интеллектпен өзара әрекеттесуге арналған метакогнитивті стратегияларды қалыптастыруға назар аударылды. Жасанды интеллекттің білім беру процесіне жедел енгізілуі жағдайында, оның техникалық тиімділігінен бөлек, оқытуда студенттердің интеллектуалдық автономиясын, стратегиялық ойлауын және сындарлы рефлексиясын дамытуға қалай ықпал етуі болды.

Design-based research негізінде жасалған когнитивті-метакогнитивті модель оқыту процесін ЖИ-мен саналы түрде өзара әрекеттесудің бірнеше кезеңі ретінде ұйымдастыруға мүмкіндік берді. Әр кезең — мақсат қоюдан бастап, нәтижелерді рефлексиялау — педагогикалық тұрғыдан қолдаумен қамтылды, ал ЖИ тек дайын шешімдер көзі емес, ойлау серіктесі ретінде қарастырылды, бұл өз кезегінде интерпретация, бағалау және қайта қарастыру қажеттілігін туындатты.

Оқу барысында қатысқан 52 студенттің нәтижелеріне негізделген эмпирикалық деректер ұсынылған әдістің тиімділігін растайды. Студенттердің метакогнитивті саналық көрсеткіштерінің статистикалық тұрғыдан маңызды өскені байқалды, әсіресе рефлексия компонентінде. ЖИ-ге қойылған сұрақтардың түрлері өзгеріп, олардың тереңдігі артты, яғни қарапайым сұраныстардан аналитикалық, түсіндірмелі сұрауларға ауысты. Студенттердің рефлексивті жазбаларында стратегиялық жоспарлау, стратегияны қайта қарастыру, қателіктерді түсіну және прогресті бақылау сияқты паттерндер айқын байқалды. Бұл нәтижелер студенттердің ЖИ-мен жұмыс істеу тәсілдерінің және олардың когнитивті белсенділігінің құрылымындағы сапалы өзгерістерді көрсетеді.

Осылайша, алынған нәтижелер генеративті ЖИ-ді студенттердің метакогнитивті өсуін катализатор ретінде пайдалануға болатынын көрсетеді, егер мақсатты педагогикалық дизайн мен қолдау қамтамасыз етілсе. Мұндай модельде бағдарламалауды оқыту өнімді диалог сипатын алады, онда студент тек тапсырмаларды орындап қана қоймай, өз ойлауын басқаруды, негізделген шешімдер қабылдауды, ақпаратты сыни тұрғыдан талдауды және стратегияларды өзгертін жағдайларға бейімдеуді үйренеді.

Ұсынылған модель басқа білім беру контексттеріне, соның ішінде инженерлік, жаратылыстану және гуманитарлық пәндерге масштабталуы мен бейімделуі мүмкін. Сонымен қатар оның тиімділігінің негізгі шарты тек білімді беру емес, ойлауды дамытуға — мағыналы, стратегиялық және рефлексивті ойлауға бағытталғандығы. ЖИ-мен білім беру болашағы оқытудың автоматтандырылуында емес, адамның үйрену қабілетін күшейтуде.

Әдебиеттер тізімі

1 Kerimbayev, N., Menlibay, Z., Garvanova, M., Djaparova, S., & Jotsov, V. (2024, October). A comparative analysis of generative AI models for improving learning process in higher education. In *2024 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)* (pp. 271–276). IEEE. DOI: 10.1109/ICAI63388.2024.10851491

2 Du, X., Liu, M., Wang, K., Wang, H., Liu, J., Chen, Y., & Lou, Y. (2024, April). Evaluating large language models in class-level code generation. In *Proceedings of the IEEE/ACM 46th International Conference on Software Engineering* (pp. 1–13). <https://doi.org/10.1145/3597503.3639219>

- 3 Fan, G., Liu, D., Zhang, R., & Pan, L. (2025). The impact of AI-assisted pair programming on student motivation, programming anxiety, collaborative learning, and programming performance: a comparative study with traditional pair programming and individual approaches. *International Journal of STEM Education*, 12(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40594-025-00537-3>
- 4 Lyu, W., Wang, Y., Sun, Y., & Zhang, Y. (2025, July). Will Your Next Pair Programming Partner Be Human? An Empirical Evaluation of Generative AI as a Collaborative Teammate in a Semester-Long Classroom Setting. In *Proceedings of the Twelfth ACM Conference on Learning@ Scale* (pp. 83–94). <https://doi.org/10.1145/3698205.3729544>
- 5 Shekerbekova, Sh., Sagymbaeva, A., Zhaksylykov, A., Artykbaev, H., & Nagmetov, A. (2025). Potential of genai technology in designing programming assessment criteri. *Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series of Physical and Mathematical Sciences*, 90(2), 351–360. <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.90.2.031>
- 6 Vadaparty, A., Zingaro, D., Smith IV, D.H., Padala, M., Alvarado, C., Gorson Benario, J., & Porter, L. (2024). Cs1-llm: Integrating llms into cs1 instruction. In *Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education, Vol. 1* (pp. 297–303). <https://doi.org/10.1145/3649217.3653584>
- 7 Denny, P., Leinonen, J., Prather, J., Luxton-Reilly, A., Amarouche, T., Becker, B.A., & Reeves, B.N. (2024, March). Prompt Problems: A new programming exercise for the generative AI era. In *Proceedings of the 55th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Vol. 1* (pp. 296–302). <https://doi.org/10.1145/3626252.3630909>
- 8 Martin, F., Zhuang, M., & Schaefer, D. (2024). Systematic review of research on artificial intelligence in K-12 education (2017–2022). *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100195. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100195>
- 9 Kasneci, E., Sessler, K., Küchenhoff, L., Bannert, M., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- 10 Prather, J., Reeves, B. N., Leinonen, J., MacNeil, S., Randrianasolo, A.S., Becker, B.A., & Briggs, B. (2024, August). The widening gap: The benefits and harms of generative ai for novice programmers. In *Proceedings of the 2024 ACM Conference on International Computing Education Research-Volume 1* (pp. 469–486). <https://doi.org/10.1145/3632620.3671116>
- 11 Paludo, G., & Montesor, A. (2024). Fostering metacognitive skills in programming: Leveraging ai to reflect on code. In *CEUR Workshop Proceedings (Vol. 3879)*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/385620293_Fostering_Metacognitive_Skills_in_Programming_Leveraging_AI_to_Reflect_on_Code
- 12 Kerimbayev, H., & Menlibay, Zh. (2025). Learning a programming language by integrating generative artificial intelligence. *Bulletin of Abai Kazakh National Pedagogical University. Series of Physical and Mathematical Sciences*, 89(1). <https://doi.org/10.51889/2959-5894.2025.89.1.025>
- 13 Phung, T., Pădurean, V. A., Cambroner, J., Gulwani, S., Kohn, T., Majumdar, R., & Soares, G. (2023, August). Generative AI for programming education: benchmarking ChatGPT, GPT-4, and human tutors. In *Proceedings of the 2023 ACM Conference on International Computing Education Research-Volume 2* (pp. 41–42). <https://doi.org/10.1145/3568812.3603476>
- 14 Kiesler, N., & Schiffner, D. (2023). Large language models in introductory programming education: Chatgpt's performance and implications for assessments. *arXiv preprint arXiv:2308.08572*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.08572>
- 15 Llerena-Izquierdo, J., Mendez-Reyes, J., Ayala-Carabajo, R., & Andrade-Martinez, C. (2024). Innovations in Introductory Programming Education: The Role of AI with Google Colab and Gemini. *Education Sciences*, 14(12), 1330. <https://doi.org/10.3390/educsci14121330>
- 16 Zviel-Girshin, R. (2024). The Good and Bad of AI Tools in Novice Programming Education. *Education Sciences*, 14(10), 1089. <https://doi.org/10.3390/educsci14101089>
- 17 Lim, C. (2025). DeBiasMe: De-biasing Human-AI Interactions with Metacognitive AIED (AI in Education) Interventions. *arXiv preprint arXiv:2504.16770*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.16770>
- 18 Susskind, D. (2025). What Will Remain for People to Do? Sébastien A. Krier using Midjourney 6.1. *Artificial Intelligence*. Retrieved from <https://knights.columbia.org/content/what-will-remain-for-people-to-do>
- 19 Portella-Cleves, J. E., & Rodríguez-Hernández, A. A. (2024). Enhancing programming education with an active learning plan and artificial intelligence integration. *Revista Facultad de Ingeniería*, 33(67). DOI:10.19053/01211129.v33.n67.2024.16328
- 20 Keuning, H., Alpizar-Chacon, I., Lykourantzou, I., Beehler, L., Köppe, C., de Jong, I., & Sosnovsky, S. (2024, November). Students' Perceptions and Use of Generative AI Tools for Programming Across Different Computing Courses. In *Proceedings of the 24th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 1–12). <https://doi.org/10.1145/3699538.3699546>
- 21 Naznin, K., Al Mahmud, A., Nguyen, M. T., & Chua, C. (2025). ChatGPT Integration in Higher Education for Personalized Learning, Academic Writing, and Coding Tasks: A Systematic Review. *Computers*, 14(2), 53. <https://doi.org/10.3390/computers14020053>
- 22 Denny, P., MacNeil, S., Savelka, J., Porter, L., & Luxton-Reilly, A. (2024). Desirable characteristics for ai teaching assistants in programming education. In *Proceedings of the 2024 on Innovation and Technology in Computer Science Education, Vol. 1* (pp. 408–414). <https://doi.org/10.1145/3649217.365357>
- 23 Boguslawski, S., Deer, R., & Dawson, M. G. (2025). Programming education and learner motivation in the age of generative AI: student and educator perspectives. *Information and Learning Sciences*, 126(1/2), 91–109. <https://doi.org/10.1108/ILS-10-2023-0163>
- 24 Phung, T., Pădurean, V.A., Singh, A., Brooks, C., Cambroner, J., Gulwani, S., & Soares, G. (2024, March). Automating human tutor-style programming feedback: Leveraging gpt-4 tutor model for hint generation and gpt-3.5 student model for hint validation. In *Proceedings of the 14th learning analytics and knowledge conference* (pp. 12–23). <https://doi.org/10.1145/3636555.363684>

Н.Н. Керимбаев, Ж.Г. Менлибай

Обучение программированию в эпоху генеративного искусственного интеллекта: переход от синтаксиса к метакогнитивному мышлению

В условиях стремительной интеграции генеративных систем искусственного интеллекта в сферу образования возникает необходимость переосмысления целей и методов обучения программированию в системе высшего образования. Целью данного исследования стало разработать теоретическое обоснование педагогической модели, которая акцентирует внимание не на усвоении синтаксических структур языков программирования, а на развитии метакогнитивных стратегий для осознанного и целенаправленного взаимодействия с искусственным интеллектом, а также эмпирически проверить эту модель. В качестве методологической основы была выбрана когнитивно-метакогнитивная модель, включающая в себя этапы осознанного планирования учебного процесса, ведения диалога с искусственным интеллектом, мониторинга действий и рефлексии. Исследование было проведено в рамках подхода *design-based research*, что позволило проектировать, внедрять и анализировать педагогические решения в реальных образовательных условиях. В исследовании приняли участие 52 студента, которые в процессе изучения программирования использовали генеративные модели (ChatGPT, GitHub Copilot, DeepSeek, Gemini и LLaMA). В ходе обучения взаимодействие студентов с искусственным интеллектом фиксировалось в виде скринкастов, также собирались аудиозаписи фасилитационных сессий, рефлексивные дневники студентов и артефакты проектных работ. Сравнительный анализ данных, собранных в начале и в конце курса, показал статистически значимый рост уровня метакогнитивной осознанности студентов по результатам критерия Уилкоксона ($p < 0.001$). Кроме того, был выявлен сдвиг характера запросов к ИИ — от репродуктивных к аналитическим, а в самоописаниях студентов всё чаще проявлялись стратегические и рефлексивные модели мышления. Результаты исследования показали, что при соответствующей педагогической поддержке искусственный интеллект может выступать не только в роли технического инструмента, но и как фактор, стимулирующий когнитивную активность и способствующий развитию самостоятельной, критически мыслящей личности. Предлагаемая педагогическая модель, основанная на метакогнитивном диалоге между студентом и искусственным интеллектом, представляет собой новую парадигму обучения программированию и открывает возможности для пересмотра образовательных стратегий в условиях цифровой эпохи.

Ключевые слова: метакогниция, генеративный искусственный интеллект, обучение программированию, педагогическая модель, когнитивные стратегии, *design-based research*.

N.N. Kerimbayev, Zh.G.Menlibay

Teaching Programming in the Age of Generative Artificial Intelligence: From Syntax to Metacognitive Thinking

The rapid integration of generative artificial intelligence systems into the educational domain necessitates a reconsideration of the goals and methods of teaching programming within higher education. The aim of this study was to develop a theoretical foundation for a pedagogical model that prioritizes the cultivation of metacognitive strategies for deliberate and purposeful interaction with AI, rather than focusing solely on the mastery of programming language syntax. The study also sought to empirically validate this model. The methodological foundation of the research was a cognitive-metacognitive framework that encompasses stages such as conscious planning of the learning process, dialogic engagement with AI, monitoring of actions, and reflective thinking. The study was conducted within the design-based research (DBR) paradigm, which enabled the iterative design, implementation, and analysis of pedagogical solutions in authentic learning environments. The participants of the study were 52 students who employed generative AI models (ChatGPT, GitHub Copilot, DeepSeek, Gemini, and LLaMA) during their programming learning journey. Throughout the instructional process, students' interactions with AI were recorded as screencasts; additional data included audio recordings of facilitation sessions, students' reflective journals, and project-related artifacts. A comparative analysis of data collected at the beginning and end of the course, using the Wilcoxon signed-rank test ($p < 0.001$), revealed a statistically significant increase in students' metacognitive awareness. Furthermore, a shift was observed in the nature of students' queries to AI — from reproductive to analytical — as well as a notable emergence of strategic and reflective patterns in students' self-descriptions. The findings suggest that, when accompanied by appropriate pedagogical support, AI can function not only as a technical aid but also as a catalyst for cognitive engagement and the development of autonomous, critically minded learners. The proposed pedagogical model, grounded in a metacognitive dialogue between student and AI, introduces a new paradigm for teaching programming and offers a framework for rethinking educational strategies in the digital era.

Keywords: metacognition, generative artificial intelligence, programming education, pedagogical model, cognitive strategies, *design-based research*.

Information about the authors

Kerimbayev, N. — Doctor of Pedagogic Sciences, Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: nurasil@mail.ru

Menlibay, Zh. (corresponding person) — 2nd year Doctoral Student in the Educational Program 8D01502 — “Computer Science”, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; e-mail: janbo_077@mail.ru