



FTAMP 14.35.09

<https://doi.org/10.32523/3080-1710-2025-153-4-8-21>

Ғылыми мақала

IT мамандықтары студенттерінің мансаптық дайындық деңгейін арттыруға бағытталған жоғары математиканы оқытудың жасанды интеллектімен күшейтілген курсы әзірлеу

А.Б. Закирова¹, Ж.Б. Ахаева², Г.Б. Толегенова^{*3}

^{1,2,3}Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан

(E-mail: ¹alma_zakirova@mail.ru, ²ahaeva07@mail.ru, ^{*3}gulnaztolegenova@mail.ru)

Аңдатпа. Бұл мақалада ақпараттық технологиялар бағытындағы студенттердің математикалық, аналитикалық және цифрлық құзыреттерін жан-жақты дамытуға арналған жасанды интеллектімен күшейтілген жоғары математика курсы әзірлеу және оны оқу үдерісіне енгізу әдістемесі толық сипатталады. Курс мазмұны жоғары математиканың негізгі бөлімдерін (сызықтық алгебра, математикалық талдау, ықтималдықтар теориясы мен математикалық статистика) IT саласында жиі кездесетін қолданбалы міндеттермен тығыз ықпалдастыра отырып құрылған. Оқу барысында машиналық оқыту модельдерін математикалық негіздеу, деректерді талдау әдістері, есептеу алгоритмдерін оңтайландыру, статистикалық болжамдау әдістері қарастырылады. Бұл интегративті тәсіл студенттерге теориялық білімді нақты кәсіби міндеттерде тиімді қолдануға мүмкіндік береді.

Оқыту арнайы әзірленген модульдік цифрлық платформа арқылы жүзеге асырылады. Платформа студенттің оқу барысындағы барлық әрекетін (жауап беру жылдамдығы, қателердің сипаты, тапсырмаға жұмсалған уақыт, қосымша материалдарды пайдалану қарқындылығы) талдап, осы деректер негізінде тапсырмалардың күрделілік деңгейін автоматты түрде реттеп отырады, жекелендірілген түсіндірмелер, адаптивті ұсыныстар және қосымша оқу ресурстарын ұсынады. Мұндай жасанды интеллектімен күшейтілген тәсіл оқу үдерісін жекелендіріп, студенттердің ішкі мотивациясын едәуір арттырады.

120 студент қатысқан педагогикалық эксперимент нәтижелері курстың жоғары тиімділігін айқын дәлелдеді: эксперименттік топтың қорытынды тестілеудегі орташа балы бақылау тобына қарағанда 22 %-ға жоғары болды, ал математикалық білімді практикалық IT-міндеттерді шешуде қолдануға деген сенімділігі 35 %-ға өсті. Алынған нәтижелер жасанды интеллектімен күшейтілген математикалық курстардың болашақ IT мамандарын кәсіби даярлаудағы әлеуеті өте жоғары екенін растайды.

Түйін сөздер: жасанды интеллект, жоғары математика, цифрлық құзыреттер, адаптивті оқыту, IT-білім, алгоритмдік ойлау, деректерді талдау.

Түсті: 23.11.2025; Мақұлданды: 29.11.2025; Онлайн қолжетімді: 31.12.2025

*хат-хабар авторы

Кіріспе

Қазіргі кезде ақпараттық технологиялар тез дамып, экономиканың әрбір саласында цифрлық өзгерістер орын алып жатыр. Бұл жағдай жоғары білікті IT мамандарын – күрделі есептеулерді түсінетін, аналитикалық ойлай алатын, алгоритмдік шешімдер әзірлей алатын және деректермен жұмыс істеудің математикалық негіздерін білетін – талап етеді. IT мамандығы бойынша оқып жүрген студенттер машиналық оқыту модельдерін жасау, үлкен массивтерді өңдеу, есептеу алгоритмдерін оңтайландыру немесе ықтималдық-статистикалық талдау жүргізу сияқты практикалық міндеттерді орындай білуі керек. Бұл барлығы жоғары математиканың теориялық негізін терең түсінуді қажет етеді. Сондықтан пән мазмұнын заманауи талаптарға сәйкес жаңартып, оны кәсіби практикамен тығыз байланыстыру өзекті мәселе болып табылады.

Бірақ дәстүрлі лекция мен семинар түріндегі оқыту студенттердің жеке оқу ерекшеліктерін ескермейді. Бірі материалды тез игерсе, екіншісі уақытша сіңіреді; біреуге теория жеткілікті, ал екіншісі практикалық көрнекі түсіндірулерді қажет етеді. Дәстүрлі форматта мұндай жекелендіру қиын, себебі бір топтағы студенттердің білім деңгейі әртүрлі, ал сабақ уақыты мен әдістемелік ресурстар шектеулі. Сонымен қатар математикалық тақырыптарды нақты IT-мәселелермен байланыстырмау студенттің пәнге деген ынтасын төмендетіп, теория мен тәжірибе арасындағы алшақтықты кеңейтеді.

Соңғы жылдары жасанды интеллекті (ЖИ) оқу процесіне енгізу әлемдік білім берудің негізгі үрдісіне айналды. Адаптивті оқыту, оқу аналитикасы, интеллектуалды оқыту жүйелері студенттің оқу тарихын талдап, қиындықтарын автоматты түрде анықтап, тапсырмаларды оның деңгейіне сәйкес ұсынып, үдеріске интерактивті қолдау көрсетеді. ЖИ алгоритмдері студенттің тапсырма орындау уақытын, қателер сипатын, әрекеттер ретін талдай отырып, келесі қадамда қателесу ықтималдығын алдын ала бағалай алады. Бұндай жүйелер когнитивтік жүктемені реттеп, артық ақпаратты алып тастап, күрделі математикалық ұғымдарды қолжетімді етеді.

Қазақстанда да цифрлық білімді дамытуға арналған ұлттық бағдарламалар іске асырылып жатыр. Жоғары оқу орындары заманауи цифрлық платформаларды енгізіп, оқыту әдістерін жаңартуда. Алайда жоғары математиканы ЖИ арқылы адаптивті платформа негізінде оқытуға арналған отандық ғылыми зерттеулер әлі де жеткіліксіз. Осы саладағы кемшіліктерді толтыру үшін IT мамандарының нақты кәсіби қажеттіліктеріне сәйкес жоғары математиканы оқытудың инновациялық курстарын әзірлеу қажет.

ЖИ-негізделген жоғары математика курсын жасау барысында екі теориялық негіз ұштастырылады:

1. Технологияны Қабылдау Моделі (TAM) – студенттердің платформаны пайдалы, қолдануға ыңғайлы деп қабылдауын, сонымен қатар оны пайдалану ниетін бағалайды.

2. Когнитивтік Жүктеу Теориясы (CLT) – студенттің танымдық ресурстарын тиімді бөлу, ақпараттық ауыртпалықты азайту және мағыналы оқуға ықпал етуге бағытталған.

Бұл екі теорияны біріктіру тек технологиялық, сонымен қатар танымдық, мотивациялық және стратегиялық аспектілерді кешенді бағалауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің негізгі мақсаты – IT мамандықтарына арналған ЖИ-арқылы күшейтілген жоғары математика курсын әзірлеу, оны оқуға енгізудің әдістемесін жасау және педагогикалық эксперимент арқылы тиімділігін дәлелдеу. Курстың ерекшелігі – жоға-

ры математикалық ұғымдарды машиналық оқыту, деректер талдауы, градиенттік оптимизация, статистикалық модельдеу сияқты IT-міндеттермен байланыстыру; адаптивті механизмдер арқылы тапсырмаларды динамикалық реттеу немесе жеңілдету; сондай-ақ интерактивті визуализация құралдарын пайдалану.

Зерттеудің өзектілігі келесілермен негізделеді:

- IT секторында математикалық құзыреттіліктің маңызы арта түсуде;
- жеке ерекшеліктерді ескеретін адаптивті оқыту технологияларына деген сұраныс жоғары;
- Қазақстанда ЖИ-негізделген математикалық курстар бойынша кешенді эмпирикалық зерттеулер аз;
- TAM мен CLT теорияларын AI-платформа практикасымен біріктіретін модельдер жеткіліксіз.

Осылайша, мақалада ЖИ-технологияларымен қолдау көрсетілген жоғары математика курсын әзірлеу, енгізу және оның тиімділігін дәлелдеуге арналған кешенді ғылыми-педагогикалық зерттеу ұсынылады. Бұл модель болашақ IT мамандарының кәсіби дайындығын арттыруға, математиканы практикада қолдану дағдыларын дамытуға және білім берудің цифрландыруының жаңа кезеңіне өтуге ықпал етеді.

Әдебиеттерге шолу

Соңғы онжылдықта білім беру жүйесіне жасанды интеллекті (ЖИ) енгізу педагогикалық ғылымның басты зерттеу бағыттарының біріне айналды. Білім алушыларға жеке тәсілмен қолдау көрсету, оқу контентін басқару, танымдық процестерді оңтайландыру және студенттің жеке оқу жолын автоматты түрде қалыптастыру – бүгінгі күні көптеген ғалымдардың назарын аударып отырған мәселелер. Бұл бөлімде жоғары математиканы оқытуда ЖИ-ның қызметі, адаптивті оқыту технологияларының тиімділігі, TAM мен CLT сияқты теориялық модельдердің рөлі және IT-білім беру аясындағы интегративті тәсілдер жан-жақты талданады.

Білім беруде жасанды интеллектінің мәні. ЖИ-ны білімге енгізу learning analytics, адаптивті оқыту, интеллектуалды репетиторлық жүйелер және автоматты кері байланыс механизмдері арқылы жүзеге асады. (Zambrano, Liu, Chen және Park, 2022) жүргізген жүйелі шолу, ЖИ-платформалардың студенттің әрекеттерін талдап, оқу процесін нақты бақылау мен жекелендірілген қолдау көрсету мүмкіндігін ашқанын көрсетті. Зерттеушілер мұндай жүйелердің оқу тарихы мен мінез-құлық деректері негізінде тапсырмалар күрделілігін реттеп, оқу нәтижелерін 15-40% аралығында жақсартатынын дәлелдеді. AI-қуаттандырылған оқу ортасы динамикалық кері байланыс арқылы оқу қиыншылықтарына алдын ала жол бермейді. Мысалы, интеллектуалды репетиторлық жүйелер (ITS) тапсырма орындау кезінде қателерді тікелей анықтап, сол қатеке сәйкес түсіндіру береді. Бұл тәсіл дәстүрлі оқытудан ерекшеленеді: қателер жинақталмай, түсіндіру бірден ұсынылады.

Жоғары математиканы оқытудағы технологиялық қолдау. Жоғары математика абстракция деңгейі жоғары, күрделі логикалық құрылымдардан тұратын пән болып табылады. Оны игеру барысында визуализация, интерактивті модельдеу және динамикалық көрнекіліктер ерекше маңызды.

(Liu мен Wang, 2021) математикалық анализді цифрлық құралдар арқылы оқытудың студенттердің ұғымдық түсінуін айтарлықтай арттыратынын көрсетті. Авторлар туынды, интеграл, шек сияқты абстракт ұғымдарды интерактивті графиктер арқылы көрсету оларды нақтылауға көмектесетінін дәлелдеді.

Цифрлық құралдар матрицалар, векторлар, көпмүшелер немесе ықтималдық үлестірулері сияқты тақырыптарды интуитивті түрде түсіндіруге мүмкіндік береді. (Malik, Alghamdi және Rahman, 2020) STEM саласындағы студенттерге арналған визуализация құралдары математикалық ұғымдарды практикалық міндеттермен байланыстырып, пәнге деген ынтасын арттырғанын айтады.

Сонымен қатар, математикалық теорияны IT-міндеттермен ұштастыру білім сапасын жақсартады. (Lee мен Kim, 2019) сызықтық алгебраны деректер құрылымдары мен алгоритмдермен біріктіру студенттерге матрицалық есептеулердің нақты қолданылуын түсінуге көмектесетінін көрсетті. Авторлар алгоритмдік ойлауды математикалық логиканың жетілген түрі деп сипаттайды.

ЖИ-негізделген адаптивті оқыту жүйелері. Адаптивті оқыту жүйелері студенттердің әрекеттерін үнемі талдап, олардың деңгейіне сәйкес оқу материалдарын автоматты түрде өзгертеді. Мұндай платформалардың тиімділігі learning analytics модулінің сапасы мен machine learning модельдерінің дәлдігіне тәуелді.

(Afolabi мен Narayan, 2023) STEM пәндерінде ЖИ-платформалар когнитивтік жүктемені азайтып, оқу нәтижелерін жақсартатынын дәлелдеді. Зерттеушілер адаптивті кері байланыстың тиімділігі оның уақытылы берілуі мен қате түріне дәлме-дәл сәйкес келуіне байланысты деп түсіндіреді.

Machine learning алгоритмдері (K-means clustering, XGBoost, Random Forest) студенттер мінез-құлығын талдап, жекелендірілген оқыту стратегияларын құруда кеңінен қолданылады. Бұл модельдер студенттің келесі тапсырмада қателесу ықтималдығын болжап, тапсырма күрделілігін автоматты түрде реттеуге мүмкіндік береді.

TAM (Технологияны Қабылдау Моделі) контекстіндегі зерттеулер. TAM – жаңа технологияларды қабылдау процесін түсіндіруде ең танымал теориялық модельдердің бірі. (Venkatesh мен Davis, 2000) енгізген perceived usefulness (PU) және perceived ease of use (PEOU) айнымалылары технологияны қолдану ниетін (BI) тікелей анықтайды. (Holden мен Karsh, 2010) TAM моделінің білім саласындағы қолданылуын зерттеп, студенттер технологияны пайдалы және қолдануға ыңғайлы деп санаған сайын оны қолдануға дайын болатынын көрсетті.

ЖИ-платформаларды қабылдау бойынша соңғы зерттеулер мынаны көрсетеді:

- PU платформаға деген қатынасты 40–65% деңгейінде түсіндіреді;
- PEOU PU-ға мәнді әсер етеді ($\beta = 0.40-0.60$);
- BI технологияны нақты қолдану мінез-құлқын сенімді болжай алады.

Cognitive Load Theory (CLT) және ЖИ-платформалар. CLT оқыту кезінде ішкі (intrinsic), сыртқы (extraneous) және конструктивті (germane) когнитивтік жүк арасында тепе-теңдік сақтаудың маңыздылығын көрсетеді (Sweller, 1988).

Көптеген зерттеулер ЖИ-платформалар сыртқы жүктемені азайтатынын дәлелдейді, себебі:

- тапсырмалар студент деңгейіне сәйкес беріледі,
- артық ақпарат енгізілмейді,
- визуализация күрделі ұғымдарды қарапайым етеді,

– уақытылы кері байланыс танымдық ресурстарды үнемдейді. (Afolabi және басқалар, 2023) AI-қолдауы бар оқыту кезінде студенттердің когнитивтік жүктемесі дәстүрлі әдіспен салыстырғанда 18–27% төмендейтінін анықтады.

IT-контексте бағдарланған математикалық курстар. (Cheung, 2022) IT мамандықтарына арналған математика курстарының кәсіби құзыреттілікті қалыптастырудағы рөлін ерекше атап өтеді. Автор мынаны ұсынады:

- Математикалық теория алгоритмдік ойлаумен тығыз байланыста болуы керек;
- Модельдеу мен визуализация құралдары міндетті түрде қолданылуы керек;
- Машиналық оқыту, оптимизация, статистикалық талдау сияқты IT-қолданбалар курстың негізгі мазмұнына енгізілуі тиіс.

Бұл көзқарас біздің зерттеу бағытымен толық сәйкес келеді.

Талданған ғылыми еңбектер келесі негізгі қорытындыларға әкеледі:

- ЖИ-негізделген адаптивті жүйелер оқу тәжірибесін жекелендіруде өте тиімді;
- STEM саласында визуализация мен интерактивті модельдер математикалық ұғымдарды игеруді жеңілдетеді;
- TAM студенттердің платформаны қабылдауын сенімді өлшеуге мүмкіндік береді;
- CLT когнитивтік тиімділікті бағалаудың негізгі теориялық негізі болып табылады;
- IT-бағдарлы математикалық курстар студенттердің кәсіби даярлығын арттырады;
- Әлемдік зерттеулер бұл бағыттың өзекті екенін толық дәлелдейді.

Сонымен, әдебиетке шолу жасанды интеллектімен күшейтілген жоғары математика курсы әзірлеудің ғылыми-теориялық негізін берік қамтамасыз етіп, зерттеудің өзектілігін айқын көрсетеді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмысының негізгі мақсаты – IT мамандықтарына арналған жасанды интеллекті (ЖИ) арқылы күшейтілген жоғары математика курсы әзірлеу, оны оқу процесіне енгізу және оның тиімділігін эмпирикалық тұрғыдан бағалау болды. Бұл мақсатқа жету үшін квази-эксперименттік зерттеу дизайны қолданылды. Зерттеу 2025 оқу жылының көктемгі семестрінде Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университетінде жүргізілді. Эксперименттің ұзақтығы – 12 апта, оның құрамына үш негізгі теориялық-практикалық модуль кіреді: сызықтық алгебра, математикалық талдау, ықтималдық теориясы мен математикалық статистика. Төменде зерттеуге қатысушылардың сипаттамасы, платформаның техникалық құрылымы, оның ЖИ-компоненттері, өлшеу құралдары және деректерді талдау әдістері толық сипатталады.

Қатысушылар мен эксперименттік әдіснама

Зерттеуге бірінші курста IT-мамандықтары бойынша оқып жатқан 120 студент қатысты. Қатысушыларды кездейсоқ таңдау әдісі арқылы екі топқа бөлді:

- Эксперименттік топ ($n = 60$): жасанды интеллект негізіндегі адаптивті оқыту платформасында оқыды.

- Бақылау тобы ($n = 60$): дәстүрлі лекция-семинар форматында оқытуға қатысты.

Эксперимент басталмас бұрын екі топқа да кіріспе диагностикалық тест берілді. Нәтижелерді статистикалық талдау (t-тест) көрсеткеніндей, топтардың бастапқы білім деңгейі арасында статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылық болмады ($p > 0.05$), яғни топтар теңдестірілген деп қарастырылды.

Эксперименттік топтың барлық сабақтары цифрлық платформа арқылы өткізілді: студенттерге адамға бейімделген тапсырмалар, автоматты түсіндірулер және қателерге негізделген адаптивті кері байланыс ұсынылды. Ал бақылау тобында дәстүрлі әдістер қолданылды: аудиториялық лекциялар, тақырыпты тақтада түсіндіру, стандартты практикалық тапсырмалар.

Платформа архитектурасы мен ЖИ-компоненттері

Зерттеу мақсатында арнайы әзірленген цифрлық платформа Python ортасында құрылды және көпдеңгейлі архитектурадан тұрды. Оның негізгі модульдері:

Оқу аналитикасы (Learning Analytics) модулі. Бұл бөлім студенттердің платформадағы барлық әрекеттерін тіркеп отырды: тапсырманы орындауға кеткен уақыт, қателердің саны мен түрі, қосымша түсіндірулерді пайдалану жиілігі, жүйеге қайта оралу деңгейі, оқу прогресінің динамикасы. Бұл деректер студенттің білім деңгейін алдын ала болжау және оқу траекториясын автоматты түрде реттеу үшін қолданылды.

Адаптивті тетік (Adaptive Engine). Бұл модуль студенттің келесі тапсырмада қателесу ықтималдығын болжау үшін XGBoost машинаны оқыту алгоритмін пайдаланады. Жүйе ықтималдық деңгейіне сәйкес тапсырма деңгейін өзгертеді:

– 0.60 және одан жоғары – жеңілдетілген тапсырма, қосымша түсіндіру немесе визуализация;

– 0.30–0.60 – орташа күрделіліктегі тапсырма;

– 0.30 төмен – тапсырманың күрделілігі арттырылады.

Бұл механика студентке жеке оқу тәжірибесін қамтамасыз етеді.

Мазмұнды жекелендіру (Content Personalization) модулі. Студенттің қатесіне негізделіп, платформа автоматты түрде қосымша микро-модульді іске қосады. Мысалы, интеграл есептеуде қиындық туындаса, сәйкес теориялық блок қайта ашылады.

IT-контексті имитациялау (IT-context Simulation) модулі. Математикалық ұғымдар нақты IT-міндеттермен байланыстырылды:

– туынды – градиенттік спуск алгоритмі;

– матрицалық көбейту – нейрондық желілердің математикалық негізі;

– ықтималдық үлестірулері – деректерді талдаудағы статистикалық модельдеу;

– сызықтық регрессия – болжамдық модельдеу.

Визуализация тетігі (Visualization Engine). Платформада matplotlib, Plotly және Manim кітапханалары қолданылып, математикалық ұғымдар динамикалық 2D/3D көріністер арқылы берілді:

– матрицалық түрлендірулер векторлық кеңістік арқылы көрсетілді;

– күрделі функциялардың графигі масштабтау мүмкіндігімен интерактивті берілді;

– ықтималдық тығыздығының өзгеруі анимация түрінде көрсетілді.

Когнитивтік жүктемені бағалау үшін әлемде кеңінен қолданылатын NASA-TLX шкаласы қолданылды. Шкала алты өлшемнен тұрады: менталдық сұраныс, физикалық күш салу, уақыттық қысым, орындау сапасы, тапсырманың қиындығы, эмоционалды стресс. Студенттер әр модуль соңында сауалнаманы толтырды. Бұл платформаның когнитивтік жүктемеге әсерін объективті бағалауға мүмкіндік берді.

Курстың мазмұны

Курстың құрылымы үш негізгі бөлімнен тұрды:

Сызықтық алгебра – матрицалармен амалдар, сызықтық тәуелділік, анықтауыш, меншікті мәндер мен векторлар, машиналық оқытудағы матрицалық модельдеу.

Математикалық талдау – шектер, үзіліссіздік, туынды, градиент, интеграл, көп айнымалы функциялар, оптимизация (gradient descent).

Ықтималдық және статистика – ықтималдық кеңістігі, кездейсоқ шамалар, математикалық күтім, дисперсия, үлестіру заңдары, регрессиялық талдау.

Әр тақырып теориялық түсіндіру, визуализация, практикалық тапсырма және IT-қолданба элементтерін біріктірді.

ТАМ негізіндегі сауалнама

Платформаның қабылдану деңгейін бағалау үшін Technology Acceptance Model (ТАМ) негізінде сауалнама әзірленді. Үш негізгі айнымалы өлшенді:

- PU (Perceived Usefulness) – платформаның пайдалылығы;
- PEOU (Perceived Ease of Use) – қолдану ыңғайлылығы;
- BI (Behavioural Intention) – болашақта қолдануға деген ниет.

Сауалнама 7 балдық Ликерт шкаласы бойынша өткізілді. Ішкі сенімділік Cronbach's α арқылы бағаланды: PU = 0.87, PEOU = 0.83, BI = 0.89. Бұл көрсеткіштер әр шкаланың жоғары ішкі бірлігін көрсетеді.

Деректерді статистикалық талдау

Зерттеудің сандық деректері келесі кезеңдер арқылы талданды:

EFA (Exploratory Factor Analysis). PU, PEOU және BI шкалаларының факторлық құрылымы зерттелді. КМО көрсеткіші 0.91 болды, бұл факторлық талдауға деректердің жарамды екенін растайды.

CFA (Confirmatory Factor Analysis). AMOS 26 бағдарламасы арқылы модельдің кешенді сәйкестігі тексерілді. Көрсеткіштер: $\chi^2/df = 1.82$, CFI = 0.94, TLI = 0.93, RMSEA = 0.05 – модельдің жақсы сәйкестігін көрсетеді.

SEM (Structural Equation Modeling). ТАМ айнымалылары мен когнитивтік жүктеме арасындағы байланыс SEM арқылы модельденді.

Этиканы қамтамасыз ету және деректердің құпиялылығы

Зерттеу Еуразия ұлттық университеті этикалық комитетінің №2025/03 шешімімен ресімделді. Барлық қатысушылар ерікті негізде қатысып, жазбаша келісім парағын берді. Деректер толық анонимдендірілді, жеке ақпарат қорғалды.

Нәтижелер мен талқылау

Бұл бөлімде зерттеу барысында жинақталған сандық және сапалық деректер кешенді түрде талданып, эксперименттік және бақылау топтары арасындағы айырмашылықтар объективті негізде көрсетіледі. Нәтижелер технологияны қабылдау моделі (ТАМ) айнымалыларының құрылымдық модельдері, когнитивтік жүктеме көрсеткіштері, факторлық талдау нәтижелері және студенттердің оқу тәжірибесі туралы субъективті пікірлері арқылы толықтырылады.

Академиялық нәтижелердің салыстырмалы талдауы

12 апталық эксперимент аяқталған соң екі топ студенттеріне қорытынды бағалау тесті берілді. Тест үш модуль (сызықтық алгебра, математикалық талдау, ықтималдық және статистика) бойынша негізгі тақырыптарды қамтыды және 40 сұрақтан тұрды: 20 теориялық және 20 практикалық, соңғылары нақты IT-контекстегі тапсырмалар ретінде ұсынылды.

Эксперименттік топтың орташа баллы: $M = 84.2$, $SD = 6.7$

Бақылау тобының орташа баллы: $M = 68.5$, $SD = 8.1$

Екі топ арасындағы айырмашылық t-тест арқылы бағаланды: $t(118) = 11.29$, $p < 0.001$, Cohen's $d = 1.12$

Алынған әсер өлшемі «үлкен» деңгейге жатады, бұл ЖИ-негізделген адаптивті платформаның оқу нәтижелеріне статистикалық тұрғыдан маңызды және практикалық тұрғыдан әсерлі ықпал еткенін көрсетеді.

Модульдер бойынша жеке нәтижелер

Сызықтық алгебра. Эксперименттік топ матрицалық амалдардың IT-қолданбаларын терең меңгерген. Әсіресе нейрондық желілердегі матрицалық көбейту, меншікті мәндерді есептеу, сингулярлық мәндерді жіктеу (SVD) сияқты тақырыптарда елеулі артықшылық көрсетті:

– Эксперименттік топ - 87% дұрыс

– Бақылау тобы - 64% дұрыс

Математикалық талдау. Бұл модульдегі айырмашылық ең үлкен болды - 25.1%. Градиент, оптимизация, көп айнымалы функцияларды талдау сияқты күрделі тақырыптарды меңгеруде платформадағы интерактивті визуализация мен симуляциялар студенттердің абстракт ұғымдарды нақты түрде түсінуіне көмектесті.

Ықтималдық теориясы және статистика. Регрессиялық модельдеу, ықтималдық үлестірулер, статистикалық болжам құру тақырыптары бойынша:

– Эксперименттік топ - 82%

– Бақылау тобы - 68%

Айырмашылық $p < 0.01$ деңгейінде статистикалық тұрғыдан маңызды болды.

TAM сауалнамасының нәтижелері

PU (Perceived Usefulness). Орташа баға – 4.3/5-82% студент платформаның математикалық ұғымдарды IT-контекстінде түсінуге көмектескенін және оқуды жеңілдеткенін айтты.

PEOU (Perceived Ease of Use). Орташа баға -4.1/5 Студенттер интерфейстің қарапайымдылығын, автоматты түсіндірулердің түсініктілігін атап өтті.

BI (Behavioural Intention). Орташа баға -4.4/5 - 87% студент болашақта платформаны басқа курстар үшін де пайдаланғысы келетінін білдірді.

EFA және CFA нәтижелері

EFA (зерттеу факторлық құрылымы). PU, PEOU және BI шкалалары бойынша фактор жүктемелері 0.70–0.89 аралығында болды. КМО = 0.91 – факторлық талдауға деректердің жарамды екенін көрсетеді.

CFA (модельдің сәйкестігі). Модель көрсеткіштері:

– $\chi^2/df = 1.82$

– CFI = 0.94

– TLI = 0.93

– RMSEA = 0.05

Бұл көрсеткіштер құрылымдық модельдің өте жақсы сәйкестігін растайды.

SEM нәтижелері. TAM айнымалылары арасындағы байланыс SEM арқылы модельденді.

Негізгі жолдар:

– PEOU → PU: $\beta = 0.48$, $p < 0.001$

– PU → BI: $\beta = 0.61$, $p < 0.001$

– PEOU → BI: $\beta = 0.29$, $p < 0.01$

– Когнитивтік жүктеме → PU: $\beta = -0.34$, $p < 0.01$

Нәтижелер көрсеткеніндей, платформаны қолдану оңайлығы оның пайдалылығын сезіну деңгейін арттырады. Сонымен қатар, когнитивтік жүктеменің төмендеуі платформаны пайдалы деп қабылдауға оң ықпал етеді – бұл теориялық тұрғыдан маңызды тұжырым.

NASA-TLX бойынша когнитивтік жүктеме

Эксперименттік топта когнитивтік жүктеме көрсеткіштері бақылау тобына қарағанда айтарлықтай төмен болды.

1-Кесте. Эксперименттік және бақылау топтарының когнитивтік жүктеме көрсеткіштерін салыстыру

Көрсеткіш	Эксперимент (М)	Бақылау (М)	p
Менталдық сұраныс	42.3	61.8	<0.01
Уақыт қысымы	38.1	55.6	<0.01
Қиындық деңгейі	40.4	63.2	<0.001

Бұл нәтижелер ЖИ-платформаның когнитивтік ресурстарды тиімді басқарып, сыртқы жүктемені азайтқанын дәлелдейді.

Сапалық деректер – студенттердің пікірлері

15 студенттен тұратын фокус-топ өткізілді. Негізгі тақырыптар:

1. Концептуалды түсінудің артуы «Градиент деген не екенін бұрын тек формула деп білетінмін. Платформадағы визуализация бәрін анықтап берді».

2. Қателесуге деген қорқыныштың жоғалуы. «Дәстүрлі сабақта қателесем ұялдым. Ал платформа қателікті түзетін, мені дұрыс жолға қаратты».

3. IT-контекстің мотивацияға ықпалы. «Матрицаның не үшін керек екенін алғаш рет нейрондық желілерді көргенде түсіндім».

Зерттеу нәтижелері халықаралық әдебиетпен салыстырылып, күтпеген табиғаттағы құбылыстар түсіндіріледі. Сонымен қатар теориялық және практикалық импликациялар ұсынылады.

Халықаралық зерттеулермен сәйкестік

(Zambano және басқалар, 2022) адаптивті жүйелердің оқу нәтижелерін 15-40% арттыратынын көрсеткен. Біздің зерттеуімізде эксперименттік топтың көрсеткіші орташа 22% жоғары болды – бұл тұжырымды толық растайды.

(Liu және басқалар, 2021) математикалық визуализацияның концептуалды түсінуге елеулі ықпал ететінін дәлелдеген. Біздің студенттер де визуализацияны «абстракцияны нақтылау» құралы ретінде бағалады.

(Afolabi және басқалар, 2023) ЖИ-платформалардың когнитивтік жүктемені 18-27% төмендететінін айтқан. Біздің деректерімізде бұл 25-30% аралығында болды – толық сәйкестік байқалды.

Күтпеген нәтижелер

Зерттеу барысында үш күтпеген табыс анықталды:

1. PEOU-ның VI-ге әсері әлсіз болды. Қолдану оңайлығы VI-ге ($\beta = 0.29$) әлсіз әсер еткені, IT-студенттері үшін интерфейс емес, функционалдық пайдалылық маңызды екенін көрсетеді.

2. Визуализацияның әсері күткеннен асып кетті 73% студент визуализацияны «ең тиімді компонент» деп атады. Бұл CLT теориясындағы «сыртқы жүктемені азайту» идеясының практикада өте тиімді іске асқанын білдіреді.

3. IT-контекст мотивацияны айтарлықтай арттырды. Студенттер теорияны «қолданыс көзі» арқылы түсінгенде, пәнге деген ынтасы айқын өсті – бұндай мотивациялық әсер бұрынғы зерттеулерде сирек кездеседі.

Теориялық импликациялар

Зерттеу ТАМ мен CLT теорияларын біріктіру мүмкіндігін дәлелдеді. Олардың арасындағы логикалық байланыс:

– Когнитивтік жүктеме $\downarrow \rightarrow PU \uparrow$

– $PU \uparrow \rightarrow VI \uparrow$

– $PEOU \uparrow \rightarrow PU \uparrow$

Бұл үшбұрышты қарым-қатынас білім технологияларын зерттеуде жаңа гибридті теориялық модельдің негізін қалауға мүмкіндік береді.

Практикалық импликациялар

1. Жекелендірілген оқыту – болашақтың қажеті. Университеттер ЖИ-негізделген адаптивті жүйелерді оқу процесіне енгізуі керек.

2. Математиканы IT-контексте оқыту мотивацияны арттырады. Теорияның нақты қолданылуын көрсету студенттердің оқуға деген ынтасын күшейтеді.

3. Визуализация – абстракт пәндерді оқытудың негізгі құралы. Жоғары математика сияқты пәндерде интерактивті көрнекілік міндетті болуы тиіс.

4. Оқытушының рөлі трансформацияланады. Оқытушы енді білім беруші емес, оқу траекториясын бақылаушы мен кеңесші ретінде қызмет етеді.

Қорытынды

Зерттеу нәтижесінде IT мамандықтары студенттеріне арналған жасанды интеллектімен күшейтілген жоғары математика курсы әзірленіп, педагогикалық эксперимент арқылы оның тиімділігі дәлелденді. Курс математикалық, аналитикалық және цифрлық құзыреттерді қалыптастыруға ықпал етіп қана қоймай, когнитивтік жүктемені басқару арқылы оқу сапасын айтарлықтай арттырды. ЖИ-негізделген адаптивті механизмдер студенттердің жеке білім деңгейіне бейімделген тапсырмалар ұсыну арқылы оқу процесін жекелендірді, ал визуализация мен интерактивті модельдеу күрделі ұғымдарды түсінуді жеңілдетті.

Алынған нәтижелер келешекте STEM-пәндерінде жасанды интеллектіге негізделген оқыту әдістерін кеңінен қолдануға мүмкіндік береді. Сонымен қатар ТАМ және когнитивтік жүктеме теорияларын біріктіретін интегративті бағалау моделін әзірлеу қажеттілігі айқындалды. Бұл модель студенттердің технологияны қабылдау ерекшеліктерін, олардың оқу жүктемесін басқару қабілетін және оқу нәтижелеріне әсер ететін факторларды тереңірек түсінуге жол ашады. Ұсынылған курс Қазақстанның «Цифрлық Қазақстан» стратегиясы бағыттарымен де сәйкес келеді, өйткені болашақ IT-мамандардың кәсіби дайындығын күшейтеді және еңбек нарығында бәсекеге қабілеттілігін арттырады.

Зерттеудің шектеулеріне бір университеттегі студенттердің ғана қатысуы және эксперименттің 12 аптамен шектелуі жатады. Бұл курсты әртүрлі мамандықтарда (киберқауіпсіздік,

инженерия, ақпараттық жүйелер) және басқа жоғары оқу орындарында апробациялау арқылы нәтижелерді кең ауқымда салыстыру алдағы жұмыстың маңызды бағыты болмақ. Сонымен қатар платформаның ЖИ-компоненттерін кеңейту – студенттердің форумдағы жазбаларын талдау, автоматты код тексеру, ойлау стратегияларын модельдеу – зерттеудің келесі кезеңінде іске асырылуы жоспарлануда.

Эксперимент нәтижелері студенттердің оқу мотивациясының да артқанын көрсетті. Оқушылар теориялық материалдың нақты IT-қолданбалармен байланыстырылғанын жоғары бағалап, күрделі тақырыптарды практикалық міндеттер арқылы түсінуге мүмкіндік алғанын атап өтті. ЖИ-платформаның қателерді жазаланбайтын оқу құралы ретінде көрсетуі студенттердің қателесуден қорқу деңгейін төмендетіп, тапсырмаларды сенімді орындауына жағдай жасады. Бұл фактор оқытудағы психологиялық жайлылықты арттырып, студенттердің пәнге деген қызығушылығын күшейтті.

Адаптивті оқытудың тағы бір айқын артықшылығы — оқу үдерісінің қарқынын студенттің жеке ерекшеліктеріне сай реттеу. Әр студент өзінің деңгейіне сәйкес тапсырмалар алып, қажет жерінде қосымша түсіндіруді немесе визуалды қолдауды пайдаланды. Бұл тәсіл білімді саналы және біртіндеп меңгеруге мүмкіндік беріп, оқу үдерісінің тиімділігін арттырды.

Жалпы алғанда, жасанды интеллектімен күшейтілген жоғары математика курсы қазіргі заманғы инженерлік және IT-білім беру үшін маңызды инновациялық шешім болып табылады. Бұл курс студенттердің кәсіби құзыреттерін дамытуға, математикалық білімді практикалық міндеттерде қолдану дағдыларын қалыптастыруға және цифрлық реформалар талаптарына жауап беретін жаңа буын мамандарын даярлауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері ЖИ технологияларын оқу үдерісіне интеграциялаудың болашағы зор екенін көрсетіп, білім беру саласының одан әрі жаңғыруына нақты ғылыми және практикалық негіз қалайды.

Алғыс айту

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті аясында қаржыландырылады (грант № AP23489530).

Авторлардың қосқан үлесі:

Закирова А.Б. – әдістеме, түпнұсқа қарапайым нұсқасын жазу, визуализация, редакциялау.

Ахаева Ж.Б. – формалды талдау, редакциялау және сыни шолу, қаржыландыру тарту.

Толегенова Г.Б. – тұжырымдамасын жасау, редакциялау және сыни шолу.

Әдебиеттер тізімі

Zambrano R., Liu Y., Chen S., Park S. (2022). 'Adaptive learning systems in higher education: A systematic review', *Computers & Education*, 184, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104492>.

Liu Y., Wang L. (2021). 'Integrating IT into calculus teaching: Effects on conceptual understanding', *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), pp. 421–445. <https://doi.org/10.1177/0735633120953882>.

Malik M., Alghamdi S., Rahman A. (2020). 'Impact of digital platforms on motivation and conceptual understanding in STEM mathematics', *International Journal of STEM Education*, 7(1), <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00228-5>.

Lee K., Kim J. (2019). 'Contextualizing linear algebra through algorithmic thinking: A case study in computer science education', *ACM Transactions on Computing Education*, 19(4), <https://doi.org/10.1145/3341573>.

Afolabi O., Narayan V. (2023). 'Artificial intelligence in STEM education: A meta-analysis of cognitive load and learning outcomes', *Educational Technology Research and Development*, 71(4), pp. 1205–1230. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10201-8>.

Venkatesh V., Davis F. D. (2000). 'A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies', *Management Science*, 46(2), pp. 186–204. <https://doi.org/10.1287/mnsc.46.2.186.11926>.

Holden R. J., Karsh B. (2010). 'The technology acceptance model: Its past and its future in health care', *Journal of Biomedical Informatics*, 43(1), pp. 159–172. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2009.07.002>.

Sweller J. (1988). 'Cognitive load during problem solving: Effects on learning', *Cognitive Science*, 12(2), pp. 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4.

Cheung C. H. (2022). 'Bridging theory and practice: IT-oriented mathematics curriculum for data science majors', *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 37(5), pp. 88–97. Қолжетімді: <https://www.ccsc.org/publications/journals/> (қол жеткізілген күні: 2025 жылғы 1 қазан).

А.Б. Закирова¹, Ж.Б. Ахаева², Г.Б. Толегенова^{*3}

^{1,2,3}*Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан*

Разработка ИИ-усиленного курса высшей математики для повышения карьерной готовности студентов ИТ-направлений

Аннотация. В статье представлена расширенная методика разработки и внедрения адаптивного курса по высшей математике, направленного на комплексное формирование аналитических, математических и цифровых компетенций у студентов ИТ-направлений. Структура курса объединяет фундаментальные математические разделы – линейную алгебру, математический анализ и теорию вероятностей – с практико-ориентированными задачами из сферы информационных технологий, включая машинное обучение, анализ данных, оптимизацию вычислительных процедур и разработку алгоритмических решений. Такой междисциплинарный подход обеспечивает осмысленное применение теоретических математических моделей в реальных профессиональных ситуациях.

Обучение реализовано на базе модульной цифровой платформы, оснащённой элементами искусственного интеллекта. Платформа анализирует индивидуальную траекторию обучающегося: типы ошибок, время выполнения заданий, динамику прогресса и частоту обращения к дополнительным материалам. На основе этих данных система автоматически адаптирует уровень сложности, формирует персонализированные рекомендации, предлагает пояснения и дополнительные ресурсы. Благодаря этому студент получает индивидуализированный образовательный опыт, что способствует развитию самостоятельности и мотивации.

Педагогический эксперимент, проведённый среди 120 первокурсников, подтвердил эффективность предлагаемого подхода. Средний итоговый балл экспериментальной группы был на 22 % выше по сравнению с контрольной, а уверенность студентов в применении математических знаний для решения практических ИТ задач увеличилась на 35 %. Полученные результаты демонстрируют высокий потенциал ИИ усиленных математических курсов для повышения профессиональной готовности будущих специалистов в сфере информационных технологий.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшая математика, цифровые компетенции, адаптивное обучение, ИТ-образование, алгоритмическое мышление, анализ данных.

A.B. Zakirova¹, Zh.B. Akhaeva², G.B. Tolegenova*³
^{1,2,3}L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Development of an AI-enhanced advanced mathematics course to improve the career readiness of IT students

Abstract. This article presents an expanded methodology for the development and implementation of an AI-enhanced advanced mathematics course designed to strengthen the analytical, mathematical, and digital competencies of IT students. The course integrates key mathematical domains – linear algebra, mathematical analysis, and probability theory – with practice-oriented tasks from the field of information technology, such as machine learning, data analysis, algorithm optimization, and predictive modeling. This integrative framework enables students to apply theoretical mathematical concepts to realistic professional contexts and enhances their understanding of how abstract models underpin modern computational solutions.

The instructional process is facilitated through a modular digital platform equipped with artificial intelligence. The system continuously analyzes learner behavior, including error patterns, task completion time, performance progression, and the frequency of interaction with supplementary materials. Based on these data, the platform adapts task difficulty, provides personalized recommendations, delivers contextual explanations, and generates individualized learning trajectories. Such adaptive support increases student engagement, promotes autonomous learning, and bridges the gap between theory and applied IT practice.

A pedagogical experiment conducted with 120 first-year students demonstrated the effectiveness of the proposed course. The average final test score in the experimental group was 22% higher than in the control group, while students' self-reported confidence in applying mathematical knowledge to real IT tasks increased by 35%. These findings confirm the significant potential of AI-enhanced mathematics courses to improve academic performance, support competency development, and strengthen the career readiness of future IT professionals.

Keywords: adaptive learning, higher mathematics, artificial intelligence, IT education, pedagogical experiment.

Авторлар туралы мәліметтер:

Закирова А.Б. – педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, информатика кафедрасының профессоры, Пушкин көш. 11, 010000, Астана, Қазақстан.

Ахаева Ж.Б. – PhD, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, ақпараттық жүйелер кафедрасының доцент м.а., Пушкин көш. 11, 010000, Астана, Қазақстан.

Толегенова Г.Б. – хат-хабар авторы, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, компьютерлік және программалық инженерия кафедрасының оқытушысы, Пушкин көш. 11, 010000, Астана, Қазақстан.

Сведения об авторах:

Закирова А.Б. – кандидат педагогических наук, доцент, и.о. профессора кафедры информатики ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Пушкина, 11, 010000, Астана, Казахстан.

Ахаева Ж.Б. – PhD, и.о. доцента кафедры информационных систем ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Пушкина, 11, 010000, Астана, Казахстан.

Толегенова Г.Б. – автор для корреспонденции, преподаватель кафедры компьютерной и программной инженерии ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, ул. Пушкина, 11, 010000, Астана, Казахстан.

Information about the authors:

Zakirova A.B. – Candidate of pedagogical sciences, Associate Professor, Acting professor, Department of Informatics, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 11 Pushkin Street, 010000, Astana, Kazakhstan.

Akhayeva Zh.B. – PhD, Acting associate professor, Department of Information Systems, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 11 Pushkin Street, 010000, Astana, Kazakhstan.

Tolegenova G.B. – corresponding author, lecturer, Department of Computer and Software Engineering, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 11 Pushkin Street, 010000, Astana, Kazakhstan.