

А.Е. Сериков<sup>1\*</sup>, А.А. Билощицкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Astana IT University, Астана қ., Қазақстан

<sup>2</sup> Киев ұлттық құрылыс және сәулет университеті, Киев қ., Украина

\*e-mail: [ayanbek.as@gmail.com](mailto:ayanbek.as@gmail.com)

## АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДЕ ПАЙДАЛАНУҒА АРНАЛҒАН БІЛІМ БЕРУ БАҒДАРЛАМАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ АЛГОРИТМДЕРІ

### *Аңдатпа*

Бұл мақалада заманауи ақпараттық жүйелердегі білім беру бағдарламаларын әзірлеудің алгоритмдік негізі ұсынылған, дәстүрлі оқу бағдарламасының дизайнын еңбек нарығының динамикалық сұраныстарымен байланыстырады. Онда білім беру бағдарламаларының дизайнын әзірлеуші (DDEduP), яғни жетілдірілген Llama 3 моделін іздеу арқылы кеңейтілген генерациямен (RAG) біріктіретін веб-платформа ұсынылған. Жүйе мақсаттарды қалыптастыру, құзыреттіліктерді алу және курстарды ұсыну үшін семантикалық енгізулерді, косинус ұқсастығын және гибриді іздеуді пайдалана отырып, қазақстандық жұмыс платформаларынан (Enbek.kz, HeadHunter), жаңа мамандықтар атласынан және кәсіби стандарттардан нақты уақыт режиміндегі деректерді алады. Информатика, биология және тарих пәндері бойынша бағаланған ол 0,24-тен 1,00-ге дейін F1 баллына қол жеткізді, мақсатты тұжырымдау және техникалық салаларда үздік болды, бірақ әртүрлі оқу нәтижелері мен пәнаралық бейімделуде қиындықтарға тап болды. Зерттеу білім беру жүйелерінде тиімді жасанды интеллектке негізделген оқу бағдарламасын жобалау үшін адам цикліндегі интеграцияны және пәнге тән жетілдірулерді жақтайды.

**Түйін сөздер:** білім берудегі ЖИ, оқу бағдарламасын жобалау, білім беру технологиясы, еңбек нарығын үйлестіру, ЖИ моделін өңдеу, семантикалық енгізулер.

А.Е. Сериков<sup>1</sup>, А.А. Билощицкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Astana IT University, г. Астана, Казахстан

<sup>2</sup> Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина

## АЛГОРИТМЫ РАЗРАБОТКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

### *Аннотация*

В статье представлена алгоритмическая структура для разработки образовательных программ в современных информационных системах, объединяющая традиционные учебные программы с динамичными требованиями рынка труда. В ней представлен разработчик образовательных программ (DDEduP) – веб-платформа, интегрирующая доработанную модель Llama 3 с генерацией дополненного поиска (RAG). Система использует данные в режиме реального времени с казахстанских платформ поиска работы (Enbek.kz, HeadHunter), Атласа новых профессий и профессиональных стандартов, используя семантическое встраивание, косинусное сходство и гибридный поиск для формирования целей, извлечения компетенций и рекомендации курсов. При оценке по предметам «Информатика», «Биология» и «История» система получила баллы F1 от 0,24 до 1,00, продемонстрировав превосходные результаты в формулировании целей и технических областях, но столкнувшись с трудностями в достижении различных результатов обучения и междисциплинарной адаптации. В исследовании обосновывается необходимость интеграции человеческого фактора и усовершенствований, учитывающих специфику дисциплин, для эффективной разработки учебных программ на основе ИИ в образовательных системах.

**Ключевые слова:** ИИ в образовании, разработка учебных программ, образовательные технологии, адаптация к рынку труда, тонкая настройка моделей ИИ, семантические вложения.

A. Serikov<sup>1</sup>, A. Biloshchytskyi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Astana IT University, Astana, Kazakhstan

<sup>2</sup>Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

## ALGORITHMS FOR DEVELOPING EDUCATIONAL PROGRAMS FOR USE IN INFORMATION SYSTEMS

### *Abstract*

This paper presents an algorithmic framework for educational program development in modern information systems, bridging traditional curriculum design with dynamic labor market demands. It introduces the Design Developer of Educational Programs (DDEduP), a web-based platform integrating a fine-tuned Llama 3 model with retrieval-augmented generation (RAG). The system draws real-time data from Kazakhstani job platforms (Enbek.kz, HeadHunter), the Atlas of New Professions, and professional standards, using semantic embeddings, cosine similarity, and hybrid retrieval to generate goals, extract competencies, and recommend courses. Evaluated across Computer Science, Biology, and History, it achieved F1 scores from 0.24 to 1.00, excelling in goal formulation and technical fields but facing challenges in diverse learning outcomes and interdisciplinary adaptation. The study advocates human-in-the-loop integration and discipline-specific refinements for effective AI-driven curriculum design in educational systems.

**Keywords:** AI in education, curriculum design, educational technology, labor market alignment, AI model fine-tuning, semantic embeddings.

### **Кіріспе**

Жасанды интеллект (ЖИ) білім беруде үлкен өзгеріс әкелуде, бейімделгіш платформалар мен ақылды репетиторлар сияқты құралдар арқылы оқуды жекешелендіруге, қолжетімді етуге және тиімді етуге мүмкіндік береді. Әлемдік инвестициялардың артуына байланысты білім беру саласындағы жасанды интеллект нарығының көлемі 2021 жылғы 1,82 млрд АҚШ долларынан 2030 жылға қарай 31,78 млрд АҚШ долларына дейін өседі деп болжануда. Бұл өсім генеративті жасанды интеллект пен болжамды аналитиканың білім беру үдерісіне жедел еніп жатқанын көрсетеді [1]. Білім беру бағдарламаларын жобалаудың дәстүрлі тәсілдері оқу бағдарламаларын қолмен картаға түсіруге, сарапшылардың кеңестеріне және институционалдық кері байланысқа арналған сирек түзетулерге негізделген. Бұл әдістер адамның академиялық тереңдігі мен түсінігін қамтамасыз етеді, бірақ олар тез өзгеретін салалық талаптарға және білім алушылардың әртүрлі профилдеріне жауап беруде көп еңбекті қажет ететін, қымбат және икемсіз болып табылады. Білім берудің ақпараттық жүйелері күрделене түскен сайын, бағдарламаларды құруды жеделдету және жетілдіру үшін алгоритмдік араласудың қажеттілігі айқын болды.

Есептеу алгоритмдері білім беру бағдарламаларын дамытуда, әсіресе қазіргі заманғы ақпараттық жүйелерге енгізілген кезде маңызды рөл атқаратынын дәлелдеді. Машиналық оқыту, табиғи тілдерді өңдеу (NLP) және оңтайландыру әдістерінің арқасында оқу орындары оқу бағдарламаларын құзыреттілік стандарттарына сәйкестендіруді автоматтандыруға, еңбек нарығындағы тенденцияларды мұқият зерттеуге және жеке өнімділік деректеріне негізделген оқыту траекторияларын бейімдеуге болады [2]. Бұл деректерге бағытталған әдістеме білім беру мазмұны, бағалау механизмдері және цифрлық инфрақұрылым бойынша үздіксіз интеграцияны ілгерілету арқылы дамып келе жатқан контексттерге жауап беретін масштабталатын, бейімделетін әзірлемелерді қамтамасыз етеді, бұл үздіксіз біліктілікті арттыру мен өмір бойы оқытуды қолдау үшін. Алгоритмдік құралдар дәстүрлі дизайнға бұрыннан келе жатқан мәселелерді жеңілдетеді: мысалы, ұсыныс алгоритмдері дағдылардағы кемшіліктерді анықтайды және жаңартуларды ұсынады, ал кластерлеу әдістері модульдер бойынша оқыту нәтижелерін стандарттайды. Оңтайландыру оқу бағдарламаларының реттілігін, ресурстарды бөлуді және алғышарттарды конфигурациялауды одан әрі оңтайландырады, бұл білім алушылардың жалпы тиімділігі мен табысын арттырады. Түсіндірілетін ЖИ саласындағы жетістіктер алгоритмдік нәтижелерді ашып көрсету,

автоматтандыру мен білім беруді қадағалау арасындағы үйлесімділікке ықпал ету арқылы мүдделі тараптардың сенімін арттырады [3].

GPT-4 сияқты үлкен тілдік модельдердің (LLMs) пайда болуы білім беру жүйелерінде интеллектуалды, масштабталатын бағдарламаларды құрудың жаңа жолдарын ашты. LLMs күрделі педагогикалық материалдарды түсінуде және өндіруде, теңшелген нұсқаулық және динамикалық оқу бағдарламасының эволюциясының негізін қалауда үздік [4]. Дегенмен, мұндай жүйелердің тиімділігін шектейтін бірқатар факторлар бар. Олардың ішінде галлюцинациялар - модельдің шындыққа жанаспайтын, бірақ нанымды көрінетін жауаптар құрастыруы, сондай-ақ оқу деректерінің белгілі бір кезеңмен шектелуіне байланысты ақпараттың ескіруі жатады.

Қалпына келтірумен күшейтілген генерация (RAG) архитектуралары бұл кемшіліктерді LLM-дерді нақты уақыт режимінде сыртқы білім қоймаларынан сұрауға қатысты ақпаратпен толықтыру арқылы жояды, осылайша білім беру қолданбаларындағы фактілік дәлдік пен контекстік сәйкестікті күшейтеді [5]. Тығыз үзінділерді іздеу және гибриді іздеу сияқты әдістер оқу бағдарламаларын әзірлеу, курс реттілігі және нәтижелерді артикуляциялау сияқты әрекеттердегі өнімділікті арттыру арқылы алынған мазмұнның сәйкестігін жақсартады [6, 7]. RAG модельдерге қайта даярлаусыз жаңа идеяларды енгізуге мүмкіндік береді, бұл оқу бағдарламаларының ағымдағы стандарттарға, нарық қажеттіліктеріне және ғылыми прогреске сәйкестігін қамтамасыз етеді [8]. Эмпирикалық шолулар RAG білімді қажет ететін тапсырмалар бойынша, әсіресе оқу жоспарлары мен құзыреттілік шеңберлерін картаға түсіруде, нақтылық пен шынайылықты қажет ететін тапсырмалар бойынша дербес LLM-ден асып түсетінін растайды [9].

Алдыңғы автоматтандырылған оқу бағдарламаларының стратегияларында онтологияға негізделген модельдеу және ережелерге негізделген жүйелер қолданылды, олар сараптамалық білімді тиімді кодтады және эталондардың сақталуын қамтамасыз етті, бірақ ауқымдылықта, құрылымсыз кірістерге бейімделуде және нақты уақыттағы жаңартуларда сәтсіздікке ұшырады [10, 11]. Соңғы NLP қолданбалары нәтижелер мен мақсаттар арасындағы салыстыруды автоматтандырылған және кеңес беру үшін деректерге негізделген ұсыныс жүйелерін әзірледі, бірақ оларда LLM-RAG гибриділерінің нәзік семантикалық мүмкіндіктері жиі жетіспейді [12]. Түсініктілік негізгі мәселеге айналады; ЖИ-тің білім берудегі интеграциясы ашықтыққа, әсіресе бағдарламаның тұтастығына және аккредиттеуге әсер ететін шешімдерге байланысты, мұнда мөлдір емес RAG процестері сенімге нұқсан келтіруі мүмкін [13].

Бұл зерттеу білім беру бағдарламаларын әзірлеуді автоматтандыру үшін веб-негізделген ақпараттық жүйеде жаңа алгоритмдік жұмыс процесін енгізеді. Ол деректерді алдын ала өңдеуді, құзыреттілікті алуды, нәтижелерді теңестіруді және құрылым синтезін енгізуді біріктіруден валидацияға дейінгі бүкіл процесті визуализациялайтын интерактивті платформаға біріктіреді. Теориялық модельдерді практикалық енгізумен біріктіре отырып, жүйе оқытушыларға, дизайнерлерге және жоспарлаушыларға заманауи білім беру ландшафттарында деректерге негізделген, салаға жауап беретін бағдарламаларды жасау үшін сенімді, бейімделгіш құралды пайдалануға мүмкіндік береді.

### **Зерттеу әдіснамасы**

Білім беру бағдарламаларын әзірлеуші (DDEduP) - бұл білім беру бағдарламаларын жартылай автоматтандырылған түрде жасауға арналған веб-платформа. Жүйе бағдарламаны әзірлеуді жеңілдету үшін бекенд және фронтенд технологияларды ЖИ-пен біріктіреді, нақты сұраныстарға сәйкестігін қамтамасыз етеді. Бекенд IntelliJ IDEA-дағы Java Spring Framework, фронтенд Visual Studio Code-та React JS және Prettier және үшінші қалыпты формаға (3NF) қалыпқа келтірілген PostgreSQL көмегімен әзірленген. Сонымен қатар, RAG жүйесі бағдарламаларды талдау, олқылықтарды анықтау және жақсартуларды ұсыну үшін векторлық ендірулерді пайдаланады.

Негізгі бөлігінде білім беру бағдарламаларының, еңбек нарығының сипаттамаларының және кәсіби стандарттарының салалық деректер жиынтығына бейімделген, дәл реттелген Llama 3 үлкен тіл моделі (Fralet/DDeduPModelv7) орналасқан.  $1 \times 10^{-5}$  оқу жылдамдығы (Төмен болғанымен, LoRA қолданған кезде модельдің ұмытушылық болдырмау үшін стандартты таңдау болып табылады), 8 және 10 дәуірлік топтама мөлшері сияқты гиперпараметрлерді пайдалана отырып, бақыланатын әдістерді адами кері байланыстан (RLHF) біріктіріп, дәл баптау жүргізілді. Төменгі дәрежелі бейімделу (LoRA) базалық модельдің өнімділігін сақтай отырып, есептеу қажеттіліктерін азайтты.

Еңбек нарығының деректері үкіметтік жұмыспен қамту статистикасы үшін Enbek.kz және нақты уақыт режиміндегі бос жұмыс орындары үшін HH.kz сайттарынан алынған. Дағдылар лауазымдық сипаттамаларды серверлік NLP негізіндегі скрепинг және талдау арқылы алынады. Сала мамандарының болжау құралы болып табылатын Жаңа мамандықтар мен құзыреттер атласы 5-10 жыл ішінде пайда болатын лауазымдарға ақпарат береді, дамып келе жатқан және ескірген лауазымдарды қоса алғанда, салалық үрдістерді жіктейді. Кәсіби стандарттар – білімді, дағдыларды, тәжірибені және құзыреттілікті көрсететін нормативтік құжаттар – Қазақстан билігінен алынған, ресми, бейресми және бейресми білім беруді ескереді. Пайдаланушылар ЖИ ұсынған стандарттарды қабылдай алады немесе икемділік үшін арнайы стандарттарды енгізе алады.

Жұмыс процесі пайдаланушы ұсынған бағдарлама атауларынан басталады, косинус ұқсастығын пайдаланып мақсат ұсыныстары үшін семантикалық ендірімелер арқылы талданады:

$$\text{Cosine Similarity} = \frac{A \cdot B}{\|A\| \cdot \|B\|} \quad (1)$$

Мұнда

- A – эталондық мәтіннің векторлық ендірімесі
- B – құрылған мәтіннің векторлық ендірімесі

Содан кейін жасанды интегралды деректерден тапсырмалар ұсынады, дағдыларды алады және баға беру функциясы арқылы курстарды картаға түсіреді:

$$\text{Skill} - \text{Course Score} = \sum_{i=1}^n w_i \cdot s_{ij} \quad (2)$$

Мұнда

- $w_i$  –  $i$ -дағдының салмағы (маңыздылық коэффициенті)
- $s_{ij}$  – BERT ендірімелерінен алынатын  $i$ -дағдының  $j$ -курспен сәйкестік дәрежесі
- $n$  – қарастырылатын дағдылар саны

(BERT ендірімелерінен  $s_{ij}$  арқылы). RAG бос орындарды талдау және ұсыныстар үшін гибридті кілт сөз-семантикалық іздеулерді орындайды. Информатика, биология және тарих пәндері бойынша үлгі бағдарламалар React негізіндегі визуалды материалдарды және PostgreSQL сақтау орнын қамтиды. Бағалау контекстік туралау үшін BERT, сәйкестендіру үшін дәлдік/еске түсіру/F1 ұпайларын пайдаланады:

$$\text{Precision} = TP / (TP + FP) \quad (3)$$

$$\text{Recall} = TP / (TP + FN) \quad (4)$$

$$F1 = (2 * \text{Precision} * \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall}) \quad (5)$$

Мұнда

- TP (True Positive) – дұрыс анықталған оң жауаптар
- FP (False Positive) – қате оңға жатқызылған жауаптар
- FN (False Negative) – модель жіберіп алған оң жауаптар

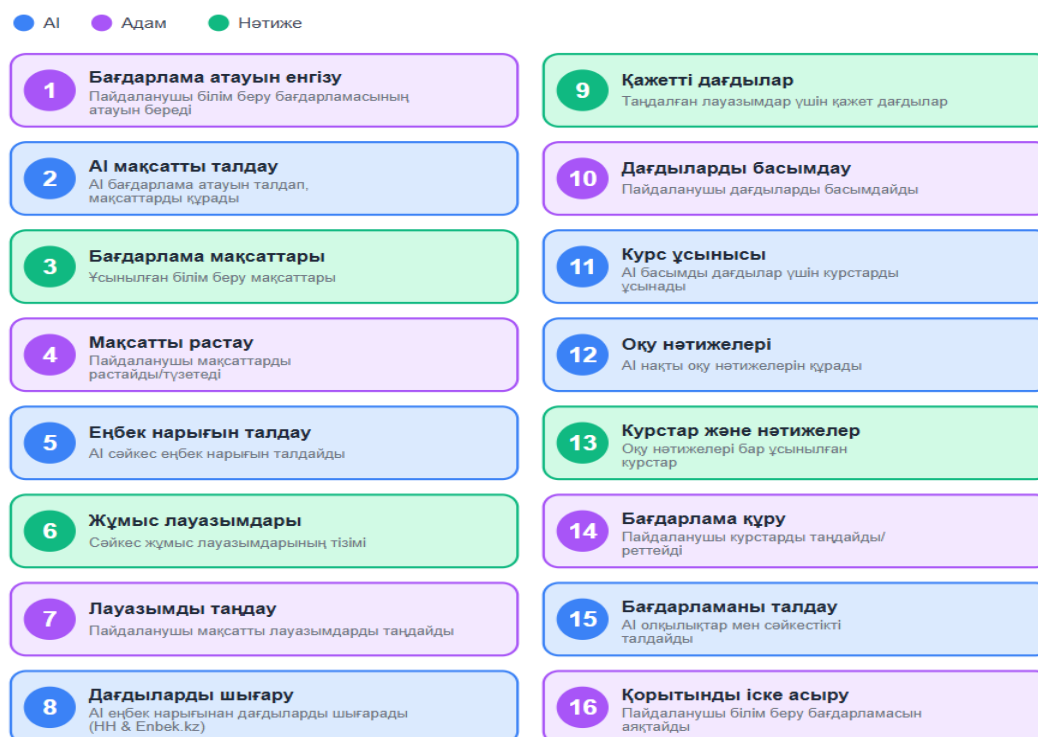
N-граммдық қабаттасу ұқсастықты бағалайды, ал Distinct-1/2 метрикалары мазмұнның әртүрлілігін қамтамасыз етеді.

## Зерттеу нәтижелер

Пайдаланушылар бағдарлама атауын беруден бастайды, бұл ЖИ-ке білім беру мақсаттарын талдауға және ұсынуға итермелейді. Оларды адамдар мекемелік мақсаттар мен педагогикалық стандарттарға сәйкестендіру үшін қарап, жетілдіреді. Әрі қарай, жүйе еңбек нарығын талдауды жүргізеді, тиісті жұмыс орындарын және пайда болатын мансаптық мүмкіндіктерді көрсететін сәйкес Атлас мамандықтарын ұсынады. Толық жұмыс ағыны 1-суретте көрсетілді.

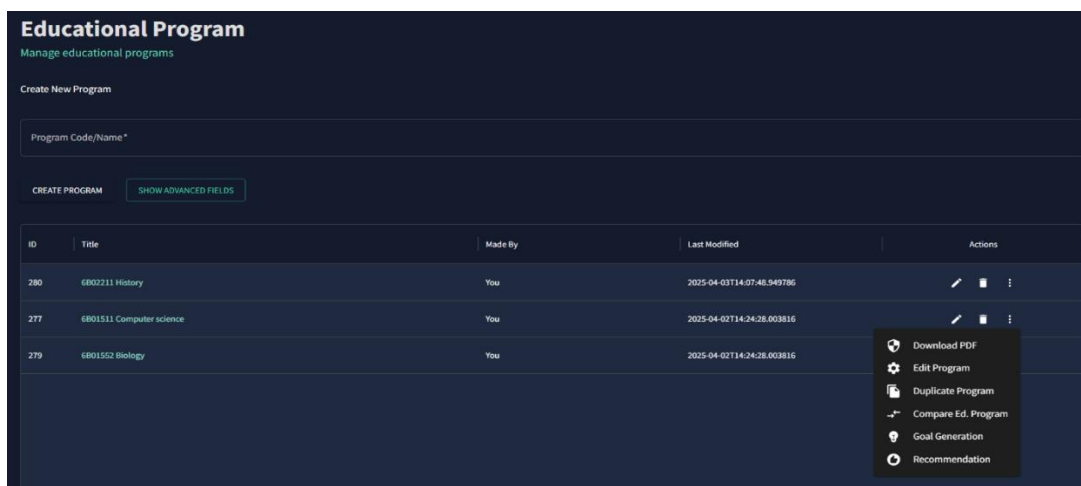
Жаңа мамандықтар мен құзыреттер атласы салалық сарапшылардың болжамы бойынша алдағы бес-он жылда күтілетін болашақ мамандықтарды каталогтандыратын негізгі ресурс болып табылады. Ол пайдаланушыларға салалық үрдістерді, жаңа рөлдерді және дамып келе жатқан немесе жоғалып бара жатқан жұмыс орындарын зерттеуге мүмкіндік береді. Атлас мамандықтары беті санатталған қолжетімділікті, егжей-тегжейлі құзыреттілік профильдерін және трансформация туралы түсініктерді ұсынады, бұл бағдарламалардың жұмыс күшінің сұраныстарына сәйкес болуын қамтамасыз етеді.

Курс репозиторийін басқару жүйесі тиімді таңдау және бағдарламаны құрастыру үшін мекемелік курстарды бірыңғай интерфейсте орталықтандырады. Ол мақсаттар, алғышарттар, кредиттер және құзыреттер сияқты мәліметтерді сақтайды. Курс беті жасауды, өзгертуді және ұйымдастыруды қолдайды, метадеректер дағдылар мен стандарттарға байланыстырылады, бұл жобалау кезінде ЖИ-ке ұсыныстарды береді.



Сурет 1. Адам мен ЖИ өзара әрекеттесуі DDEduP жұмыс ағыны

Кәсіби стандарттар тағы бір тірек болып табылады, ол белгілі бір салалардағы білімге, дағдыларға және құзыреттіліктерге қойылатын талаптарды белгілейді. Стандарттар беті осы құжаттарға шолуға, іздеуге және таңдауға мүмкіндік береді. Жүйе оларды білім беру салаларында біріктіреді, ал ЖИ бағдарлама қажеттіліктеріне негізделген сәйкестіктерді ұсынады, ал пайдаланушылар сәйкестікті реттей алады. Білім беру бағдарламаларын басқару интерфейсі 2-суретте бағдарламаның күйін, ілгерілеуін және көрсеткіштерін бақылайтын орталық басқару тақтасы ретінде қызмет етеді. Ол жаңа бағдарламаларды бастауды, бар бағдарламаларды өңдеуді және нұсқаларды басқару және шешім қабылдау құжаттамасы арқылы әзірлеу өмірлік циклдерін басқаруды қолдайды.



Сурет 2. Білім беру бағдарламаларын басқару беті

Жұмысты басқару интерфейсі Enbek.kz және HeadHunter сияқты қазақстандық платформалардан деректерді талдайды. Пайдаланушылар рөлдер мен Atlas лауазымдарын таңдайды, бұл ЖИ-ке аймақтық дағдылар талаптарын алуға және нақтылауға, жергілікті бағдарламаның өзектілігі үшін үлгілер мен пайда болатын құзыреттіліктерді анықтауға мүмкіндік береді. Дағдыларға басымдық бергеннен кейін платформа құзыреттіліктерге сәйкес құрылымдалған оқу нәтижелерін жасайды. Нәтижелер жүйесі институционалдық тәсілдерге бейімдеуге мүмкіндік береді, сонымен бірге когнитивтік деңгейлер бойынша өлшенетіндікті және қамтуды қамтамасыз етеді. Курстарды таңдау және картаға түсіру дизайнды оқу бағдарламасына аударады: ЖИ репозиторийлік курстарды ұсынады, оларды дағдылар мен нәтижелерге картаға түсіреді, әзірлеу уақытын қысқартады. Пайдаланушылар ресурстар мен алғышарттарға негізделген реттілік пен түзетулерді басқарады. Соңында, RAG бағдарламаны артықшылыққа және салыстыруға талдайды, оңтайлы үйлесімділікке қол жеткізілгенше жетілдіру бойынша ұсыныстар береді.

1-кестедегі көрсеткіштер мәтіндік сәйкестендіру және бағалау нәтижелерін сипаттайды: Precision – модель тапқан нәтижелердің қаншасы дұрыс екенін көрсетеді, Recall – шын мәнінде дұрыс нәтижелердің қаншасы табылғанын, ал F1 – дәлдік пен қамтуды теңдестіретін орташа көрсеткіш. N-gram – мәтіндердегі қарапайым сөз немесе сөз тіркестерінің ұқсастығын бағалайтын әдіс, ал BERT – сөздердің контекстіне негізделген семантикалық ұқсастық, ал Sim – жалпы ұқсастық коэффициенті (0–1 аралығында).

Кесте 1. Пән және тапсырма түрі бойынша өнімділік көрсеткіштері

Пән	Тапсырма	Precision	Recall	F1	N-gram	BERT Sim
Информатика	Оқыту нәтижелері	0.60	0.22	0.32	0.09	0.74
	Кәсіби стандарттар	0.69	0.60	0.64	0.21	0.84
	Бағдарламалық мақсат	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Биология	Оқыту нәтижелері	0.68	0.14	0.24	0.05	0.68
	Кәсіби стандарттар	0.26	0.50	0.34	0.10	0.26
	Бағдарламалық мақсат	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Тарих	Оқыту нәтижелері	0.57	0.38	0.46	0.11	0.88
	Кәсіби стандарттар	0.33	0.42	0.37	0.14	0.64
	Бағдарламалық мақсат	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Мысалы, Информатика пәні бойынша “Оқыту нәтижелері” тапсырмасында Precision 0.60, Recall 0.22, F1 0.32, N-gram 0.09 және BERT Sim 0.74 көрсетілген, яғни модель тапқан нәтижелердің жартысынан көбі дұрыс болса да, барлық дұрыс нәтижелерді толық қамти алмайды, қарапайым сөз тіркестері бойынша сәйкестік төмен, бірақ семантикалық ұқсастық

жақсы. DDEduP ЖИ тиімділігін адами сараптамамен теңестіреді, нарықтық деректерді, стандарттарды және тиісті бағдарламаларға арналған болжамдарды біріктіреді. Оның тиімділігі биология, тарих және информатика пәндері бойынша үш бағдарлама арқылы расталды. Нәтижелер пәндер бойынша алгоритмдік өзгергіштікті көрсетеді, ЖИ негізіндегі оқу бағдарламасын жасаудағы күшті және шектеулерді көрсетеді, бұл контекстке байланысты оңтайландыру маңызды болып табылатын NLP және ML жетістіктеріне сәйкес келеді.

### **Дискуссия**

Бағдарлама мақсаттары жалпы алғанда мінсіз ұпайларға (1,00) қол жеткізді, бұл модельдің оқыту деректеріндегі жалпыланған білім үлгілерімен үйлесетін кең, декларативті мақсаттарды синтездеудегі шеберлігін көрсетеді. Керісінше, оқу нәтижелері мен кәсіби стандарттар өзгергіштік көрсетті, F1 ұпайлары 0,24-тен 0,64-ке дейін өзгеріп, егжей-тегжейлі, салаға тән тапсырмалардағы қиындықтарды атап өтті. Төмен N-граммдық қабаттасу (0,05–0,21) жоғары BERT ұқсастықтарымен (0,26–0,88) салыстырғанда, дәл мәтіндік репликацияға қарағанда семантикалық түсінудегі күшті жақтарды көрсетеді.

Сала тұрғысынан алғанда, информатика пәні теңдестірілген дәлдікті (0,60–0,69) көрсетті, бірақ оқу нәтижелерінде (0,22) төмен еске түсіру көрсетті, бұл модель алгоритмдер сияқты логикалық құрылымдарды тиімді түрде бейнелейтінін, бірақ жан-жақты мәліметтерді қалдыратынын көрсетеді. Биология пәні ең төмен нәтиже көрсетті, нәтижелер үшін F1 баллы 0,24 және стандарттар үшін 0,34 болды, бұл еске түсірудің төмендігіне (0,14) және дәлдікке (0,26) байланысты, бұл саланың эмпирикалық және жаргонға бай сипатына, мысалы, молекулалық процестерге байланысты болуы мүмкін. Тарих пәні көрсеткіштерді жақсы теңестірді (F1 0,46–0,37), BERT нәтижелеріне ұқсастық бойынша (0,88) үздік болды, бұл тарихи талдаулар сияқты түсіндірмелі әңгімелерге бейімділікті көрсетеді.

Бұл нәтижелер LLM-дердің жоғары деңгейлі абстракцияда шебер екенін, бірақ оқу бағдарламасын жобалау немесе автоматтандырылған бағалау сияқты білім беру қолданбалары үшін маңызды түйіршікті, мамандандырылған мазмұнда кемшіліктерге ұшырайтынын көрсетеді. Дәл емес немесе толық емес нәтижелер білім алушыларды адастыруы, техникалық салалардағы білімдегі олқылықтарды жоюы және сенімділікті қамтамасыз ету үшін адамның бақылауы қажеттігін баса көрсетуі мүмкін.

Бұл бұрынғы зерттеулерге, мысалы, GPT модельдері бойынша зерттеулерге сәйкес келеді, олар ұқсас семантикалық күшті жақтарын, бірақ танымал тақырыптарға қатысты оқыту деректерінің ауытқуына байланысты STEM салаларындағы еске түсіру кемшіліктерін атап өтті [4]. Wei және т.б. зерттеуінде биология пәнінде дәл сәйкестік көрсеткіштерінің төмен екенін атап өтті, мұны біздің N-граммдық зерттеулеріміздің нәтижелеріне сәйкес келетін тармақша терминологиясының сирек ұсынылуымен байланыстырды [14]. Тарих пәнінде жоғары семантикалық ұпайлар Vubesk және т.б. зерттеулерімен сәйкес келеді, олар LLM-дерді баяндау тапсырмалары үшін тиімді деп тапты, бірақ стандарттарды үйлестіруде сәйкессіздіктер бар, бұл біздің кәсіби стандарттар нәтижелерімізге ұқсас [15].

Зерттеудің болашағына биология пәнінде еске түсіруді және тарих пәніндегі дәлдікті арттыру үшін кураторлық деректер жиынтығын жетілдіру, гибридті модельдерді сала мамандарымен біріктіру кіреді. Жедел инженерия немесе көпмодальды енгізулерді зерттеу семантикалық дәлдікті сақтай отырып, N-грамм дәлдігін арттыруы мүмкін. Grok итерациялары сияқты дамып келе жатқан LLM нұсқаларын эталондармен салыстыратын бойлық зерттеулер жақсартуларды бақылап, білім берудегі этикалық орналастыруды хабардар етіп, пәндер арасындағы айырмашылықтарды азайта алады.

### **Қорытынды**

DDEduP тілдік модельдерді RAG-пен біріктіру арқылы оқу бағдарламасын автоматтандыруды дамытады және білім беру бағдарламаларын еңбек нарығының қажеттіліктеріне сәйкестендіреді. Нәтижелер алгоритмдер жоғары деңгейлі мақсат қоюда

ерекше нәтиже көрсеткенімен, әртүрліліктің төмен көрсеткіштерінен көрінетіндей, әртүрлі, педагогикалық тұрғыдан бай оқу нәтижелерін жасауда қиындықтарға тап болатынын көрсетеді. Өнімділік пәнге байланысты өзгереді – информатика пәні ( $F1 = 0,64$ ) сияқты стандартталған құрылымдары бар салалар биология пәні ( $F1 = 0,34$ ) сияқты икемді салалардан асып түседі - бұл алгоритмдік тиімділік пәндік стандарттау дәрежесіне байланысты екенін көрсетеді. Платформаның нақты уақыт режиміндегі еңбек деректерін және аймақтық теңшеуді (мысалы, Қазақстан контексті) біріктіруі практикалық құндылықты көрсетеді, бірақ мазмұнды қайталау мен үстірт семантикалық модельдеуді жеңудегі қиындықтар әлі де бар. Болашақтағы прогресс пәнге тән бағалау көрсеткіштерін, әртүрлілікті арттыру механизмдерін және үйлесімділікті қамтамасыз ету үшін білім беру білімі графиктерін пайдалануды талап етеді. Түптеп келгенде, бұл зерттеу тиімді білім беру ақпараттық жүйелері автоматтандыруды адамның бақылауымен ұйымдастыруы керек екенін, білім берушілердің орнын басу емес, оларды көбейту үшін ЖИ-ті пайдалануы керек екенін атап көрсетеді. DDEduP осы гибриді модельді көрсетеді, масштабталатын, контекстке бейімделген және педагогикалық тұрғыдан негізделген оқу бағдарламасын жобалауға прагматикалық жол ұсынады.

*Пайдаланылған дереккөздердің тізімі*

- [1] Al-Rzoky H. M. M., Abdulredha S. K. *The Transformative Role of Artificial Intelligence in Modern Education* //Teknika. – 2025. – Т. 14. – №. 3. – С. 408-414. <https://doi.org/10.34148/teknika.v14i3.1367>
- [2] Zawacki-Richter O. et al. *Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education—where are the educators?* //International journal of educational technology in higher education. – 2019. – Т. 16. – №. 1. – С. 1-27. <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- [3] Holmes W., Bialik M., Fadel C. *Artificial intelligence in education promises and implications for teaching and learning.* – Center for Curriculum Redesign, 2019.
- [4] Achiam J. et al. *GPT-4 technical report* //arXiv preprint arXiv:2303.08774. – 2023. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- [5] Lewis P. et al. *Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive nlp tasks* //Advances in neural information processing systems. – 2020. – Т. 33. – С. 9459-9474.
- [6] Karpukhin V. et al. *Dense Passage Retrieval for Open-Domain Question Answering* //EMNLP (1). – 2020. – С. 6769-6781. <https://doi.org/10.18653/v1/2020.emnlp-main.550>
- [7] Izacard G., Grave E. *Leveraging passage retrieval with generative models for open domain question answering* //Proceedings of the 16th conference of the european chapter of the association for computational linguistics: main volume. – 2021. – С. 874-880. <https://doi.org/10.18653/v1/2021.eacl-main.74>
- [8] Borgeaud S. et al. *Improving language models by retrieving from trillions of tokens* //International conference on machine learning. – PMLR, 2022. – С. 2206-2240. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.04426>
- [9] Gao Y. et al. *Retrieval-augmented generation for large language models: A survey* //arXiv preprint arXiv:2312.10997. – 2023. – Т. 2. – №. 1.
- [10] Piriyaopongpipat P., Goldin S., Ditcharoen N. *An alternative approach to ontology-based curriculum development in higher education* //Smart Learning Environments. – 2024. – Т. 11. – №. 1. – С. 20. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00307-8>
- [11] Vo N. N. Y. et al. *Domain-specific NLP system to support learning path and curriculum design at tech universities* //Computers and Education: Artificial Intelligence. – 2022. – Т. 3. – С. 100042. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100042>
- [12] Atalla S. et al. *An intelligent recommendation system for automating academic advising based on curriculum analysis and performance modeling* //Mathematics. – 2023. – Т. 11. – №. 5. – С. 1098. <https://doi.org/10.3390/math11051098>
- [13] Khosravi H. et al. *Explainable artificial intelligence in education* //Computers and education: artificial intelligence. – 2022. – Т. 3. – С. 100074. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100074>
- [14] Wei J. et al. *Emergent abilities of large language models* //arXiv preprint arXiv:2206.07682. – 2022.
- [15] Bubeck S. et al. *Sparks of artificial general intelligence: Early experiments with gpt-4* //arXiv preprint arXiv:2303.12712. – 2023. <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/sparks-of-artificial-general-intelligence-early-experiments-with-gpt-4/>