

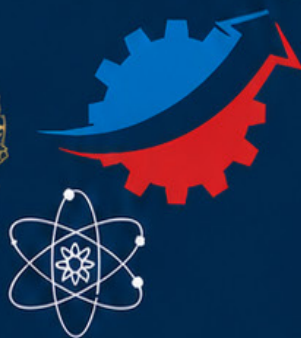
MUHANDISLIK

& IQTISODIYOT

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

2026-YIL

IYUL/7-SON, II-QISM



Milliy nashrlar

OAK: <https://oak.uz/pages/4802>

05.00.00 – Texnika fanlari

08.00.00 – Iqtisodiyot fanlar



Google
Scholar

ISSN
INTERNATIONAL
STANDARD
SERIAL
NUMBER
INTERNATIONAL CENTRE

OpenAIRE



ISSN: 3060-463X

РЭУ.РФ
РОССИЙСКИЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Г.В. ПЛЕХАНОВА
ФИЛИАЛ В г. ТАШКЕНТЕ



muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Elektron nashr, 2026-yil, iyul.

Bosh muharrir:

Zokirova Nodira Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, DSc, professor

Bosh muharrir o'rinbosari:

Shakarov Zafar G'afarovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori, PhD, dotsent

Tahrir hay'ati:

Abduraxmanov Kalendar Xodjayevich, O'z FA akademigi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Sharipov Kongratbay Avezimbetovich, texnika fanlari doktori, professor

Maxkamov Baxtiyor Shuxratovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Abduraxmanova Gulnora Kalandarovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shaumarov Said Sanatovich, texnika fanlari doktori, professor

Turayev Bahodir Xatamovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Nasimov Dilmurod Abdulloyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Allayeva Gulchexra Jalgasovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Arabov Nurali Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Maxmudov Odiljon Xolmirzayevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Xamrayeva Sayyora Nasimovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bobonazarova Jamila Xolmurodovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Irmatova Aziza Baxromovna, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bo'taboyev Mahammadjon To'ychiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Shamshiyeva Nargizaxon Nosirxuja kizi, iqtisodiyot fanlari doktori, professor,

Xolmuxamedov Muhsinjon Murodullayevich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Xodjayeva Nodiraxon Abdurashidovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Amanov Otabek Amankulovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Toxirov Jaloliddin Ochil o'g'li, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Qurbonov Samandar Pulatovich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Zikriyoyev Aziz Sadulloyevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tabayev Azamat Zaripbayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sxay Lana Aleksandrovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Ismoilova Gulnora Fayzullayevna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Djumaniyazov Umrbek Ilxamovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kasimova Nargiza Sabitdjanovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi, dotsent

Kalanova Moxigul Baxritdinovna, dotsent

Ashurzoda Luiza Muxtarovna, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sharipov Sardor Begmaxmat o'g'li, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Tursunov Ulug'bek Sativoldiyevich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), dotsent

Bauyetdinov Majit Janizaqovich, Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti dotsenti, PhD

Botirov Bozorbek Musurmon o'g'li, Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Sultonov Shavkatjon Abdullayevich, Kimyo fanlari doktori, (DSc)

Jo'raeva Malohat Muhammadovna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor.

Yusupov Maxamadamin Abduxamidovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor

Kalonova Moxigul Baxritdinovna, iqtisodiyot fanlari nomzodi (PhD), dotsent

Mirzayev Kulmamat Djanzakovich, iqtisodiyot fanlari nomzodi (DSc), professor.

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Norboyev Odil Abrayevich, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), dotsent

Karimova Nilufar Sadirdin qizi, iqtisodiyot fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Pardaev Umidjon Uralovich, iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), professor

Xolmirzayev Ulug'bek Abdulazizovich, Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc)

muhandislik & iqtisodiyot

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

- 05.01.00 – Axborot texnologiyalari, boshqaruv va kompyuter grafikasi
- 05.01.01 – Muhandislik geometriyasi va kompyuter grafikasi. Audio va video texnologiyalari
- 05.01.02 – Tizimli tahlil, boshqaruv va axborotni qayta ishlash
- 05.01.03 – Informatikaning nazariy asoslari
- 05.01.04 – Hisoblash mashinalari, majmualari va kompyuter tarmoqlarining matematik va dasturiy ta'minoti
- 05.01.05 – Axborotlarni himoyalash usullari va tizimlari. Axborot xavfsizligi
- 05.01.06 – Hisoblash texnikasi va boshqaruv tizimlarining elementlari va qurilmalari
- 05.01.07 – Matematik modellash
- 05.01.11 – Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt
- 05.02.00 – Mashinasozlik va mashinashunoslik
- 05.02.08 – Yer usti majmualari va uchish apparatlari
- 05.03.02 – Metrologiya va metrologiya ta'minoti
- 05.04.01 – Telekommunikatsiya va kompyuter tizimlari, telekommunikatsiya tarmoqlari va qurilmalari. Axborotlarni taqsimlash
- 05.05.03 – Yorug'lik texnikasi. Maxsus yoritish texnologiyasi
- 05.05.05 – Issiqlik texnikasining nazariy asoslari
- 05.05.06 – Qayta tiklanadigan energiya turlari asosidagi energiya qurilmalari
- 05.06.01 – To'qimachilik va yengil sanoat ishlab chiqarishlari materialshunosligi
- 05.08.03 – Temir yo'l transportini ishlatish
- 05.08.06 – "G'ildirakli va gusenisali mashinalar va ularni ishlatish" (texnika fanlari)
- 05.09.01 – Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlar
- 05.09.04 – Suv ta'minoti. Kanalizatsiya. Suv havzalarini muhofazalovchi qurilish tizimlari
- 10.00.06 – Qiyosiy adabiyotshunoslik, chog'ishtirma tilshunoslik va tarjimashunoslik
- 10.00.04 – Yevropa, Amerika va Avstraliya xalqlari tili va adabiyoti
- 08.00.01 – Iqtisodiyot nazariyasi
- 08.00.02 – Makroiqtisodiyot
- 08.00.03 – Sanoat iqtisodiyoti
- 08.00.04 – Qishloq xo'jaligi iqtisodiyoti
- 08.00.05 – Xizmat ko'rsatish tarmoqlari iqtisodiyoti
- 08.00.06 – Ekonometrika va statistika
- 08.00.07 – Moliya, pul muomalasi va kredit
- 08.00.08 – Buxgalteriya hisobi, iqtisodiy tahlil va audit
- 08.00.09 – Jahon iqtisodiyoti
- 08.00.10 – Demografiya. Mehnat iqtisodiyoti
- 08.00.11 – Marketing
- 08.00.12 – Mintaqaviy iqtisodiyot
- 08.00.13 – Menejment
- 08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari
- 08.00.15 – Tadbirkorlik va kichik biznes iqtisodiyoti
- 08.00.16 – Raqamli iqtisodiyot va xalqaro raqamli integratsiya
- 08.00.17 – Turizm va mehmonxona faoliyati

Ma'lumot uchun, OAK

Rayosatining 2024-yil 28-avgustdagi 360/5-son qarori bilan "Dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro'yxati"ga texnika va iqtisodiyot fanlari bo'yicha "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali ro'yxatga kiritilgan.

Muassis: "Tadbirkor va ishbilarmon" MChJ

Hamkorlarimiz:

1. Toshkent shahridagi G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti
2. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti
3. Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" milliy tadqiqot universiteti
4. Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
5. Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
6. Toshkent davlat transport universiteti
7. Toshkent arxitektura-qurilish universiteti
8. Toshkent kimyo-texnologiya universiteti
9. Jizzax politexnika instituti



MUNDARIJA

OILAVIY KORXONALAR FAOLIYATINI BOSHQARISHNING TASHKILIIY MEXANIZMINI TIZIMLI TAHLILI	10
Sultonov Bobirmirzo Mavlonjon o'g'li	
NEW ZEALAND'S EXPERIENCE IN TRANSITIONING TO INFLATION TARGETING	21
Duskobilov Umidjon Sharofiddinovich	
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ТЕКУЧЕСТИ НА СВОЙСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ В РАМКАХ ЦИРКУЛЯРНОЙ ЭКОНОМИКИ	28
Абдуганиев Азизбек, Кулдашева Азиза	
BUDJET TUSHUMLARINI OSHIRISHDA BOJXONA TO'LOVLARIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI EKONOMETRIK BAHOLASH VA PROGNOZLASH	33
Fayzullayev Farrux Sharofovich	
O'ZBEKISTON KORXONALARIDA MOLYAVIY HISOBOTNING XALQARO STANDARTLARIGA (MHXS) O'TISHDA UCHRAYDIGAN ASOSIY MUAMMOLAR: SO'ROVNOMA NATIJALARI ASOSIDA TAHLIL	41
Safarova Gulbahor Nusratovna	
ТЕМИР YO'L TRANSPORTI INNOVATSION EKOTIZIMINI SHAKLLANTIRISH MODELI	45
Muradov Bahrom, Masharipov Ma'sud	
TIJORAT BANKLARIDA QARZ OLUVCHILARNING TO'LOVGA LAYOQATLILIGINI BAHOLASHNING NAZARIY-USLUBIY ASOSLARI	49
Soibov Jamshid Raxmatqulovovich	
O'ZBEKISTONDA CHEGARALARARO TURIZMNI RIVOJLANTIRISHDA BOJXONA XIZMATLARINI TAKOMILLASHTIRISH ISTIQBOLLARI	56
Ergashev Qobiljon Ernazarovich	
TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDITNING IQTISODIY MOHIYATI VA FUNKSIONAL EVOLYUTSIYASI: XALQARO STANDARTLARNING YANGI AVLADI ASOSIDAGI YONDASHUV	62
Narziyev Xayotjon Azamatovich	
MOLYAVIY INVESTITSİYALAR AUDITINI O'TKAZISH METODIKASINI VA AUDIT RISKLARINI BAHOLASHNI TAKOMILLASHTIRISH	69
Jumamurodov To'libay Yeldashbayevich	
MOLYAVIY HISOBOT IZOHLARIDA UZOQ MUDDATLI AKTIVLAR QADRSIZLANISHI YUZASIDAN OCHIB BERILADIGAN AXBOROTLAR TARKIBINI KENGAYTIRISH ORQALI HISOBOT SHAFFOFLIGINI OSHIRISH.	75
Fayzullayev Begzod Baxtiyor o'g'li	
XORIJIY MAMLAKATLAR TAJRIBASINI O'ZBEKISTON DAVLAT SEKTORI ICHKI AUDITIGA MOSLASHTIRISHNING KONSEPTUAL MODEL VA MUHIMLILIK DARAJALARINI ME'YORIY-HUQUQIY BAZAGA JORIY ETISH	82
Ismatillayev Baypo'lat Xushvaqtovich	
O'ZBEKISTONDA TOVAR YETKAZIB BERISH ZANJIRI ISHTIROKCHILARI FAOLIYATI VA BOJXONA NAZORATI TIZIMINING ZAMONAVIY HOLATI TAHLILI	90
Ergashev Qobiljon, Kilichov Nazar	
DAVLAT XARIDLARI BO'YICHA ICHKI AUDITNING XATARGA YO'NALTIRILGAN METODOLOGIYASI	96
Rajabov Shuxrat Ismayilovich	
TIJORAT BANKLARIDA ICHKI AUDIT XIZMATI TUSHUNCHASINING IQTISODIY MAZMUNI VA UNI TAKOMILLASHTIRISH MASALALARI	101
Ismailov Azizbek Madaminovich	
YENGIL SANOAT KORXONALARIDA XATARGA YO'NALTIRILGAN ICHKI AUDIT METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH	109
Tojiyeva Shahlo Mahmatmurodovna	



IQTISODIY O'SISH OMILLARINI RIVOJLANISHIDA MOLIVAVIY XAVFLARNING TA'SIRI VA ULARNI KAMAYTIRISH IMKONIYATLARI	115
Turotova Nigora Xolmurod qizi	
QASHQADARYO VILOYATIDA YALPI HUDUDII MAHSULOT VA BANDLIK KO'RSATKICHLARI O'RTASIDAGI KORRELYATSION BOG'LIQLIK.....	118
Karimov Olimjon Akramovich	
ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЛИЩНЫМ СТРОИТЕЛЬСТВОМ В Г. ТЕРМЕЗЕ В УСЛОВИЯХ РОСТА ИНВЕСТИЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ	124
Токсонов Хуршид Эгамбердиевич	
VINOCHILIK SANOATI KORXONALARIDA BUXGALTERIYA HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	129
Botirov Lazizbek Botirovich	
MEHNATGA HAQ TO'LASHNING IQTISODII MAZMUNI, TASNIFI VA HISOB OBYEKT LARI SIFATIDAGI XUSUSIYAT LARI	134
Anvar Raximov Maxmarasulovich	
IQTISODII ISLOHOTLAR JARAYONIDA TIJORAT BANKLARI RESURS BAZASI SAMARADORLIGINI OSHIRISH MASALALARI	139
Marpatov Shavkat Mavlonxonovich	
TO'QIMACHILIK SANOATIDA INVESTITSION LOYIHALAR UCHUN MOLIVALASHTIRISH MANBALARINI DIVERSIFIKATSIIYALASHNING USTUVOR YO'NALISHLARI	145
Qurbonov Jasurbek Pozilovich	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	150
Ташмухамедова Карима Саматовна	
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНКУРЕНТНЫМ ПОТЕНЦИАЛОМ ПРЕДПРИЯТИЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ.....	156
Sultonmurod Qurbonov, Ahmadjon Ibadullaev, Elmira Teshabayeva, Umar Chorshanbiev	
ECONOMIC STRUCTURE AND DEVELOPMENT PRIORITIES FOR STRENGTHENING INTERREGIONAL ECONOMIC COOPERATION: EVIDENCE FROM NAMANGAN REGION	161
Sattarov R. A.	
MATERIALLARNING TARKIBI VA TUZILISHINING ULARNING XOSSALARIGA TA'SIRINI TAHLIL QILISH... ..	167
Tuxliyev Muslimbek Sherzod o'g'li	
REMOTE WORK AND EMPLOYEE ENGAGEMENT: INSIGHTS FROM TASHKENT IT FIRMS.....	171
Narmurodova Sitara Aktamovna	
OPTIMIZING CONVERGENT-DIVERGENT ROCKET NOZZLE GEOMETRY (30°/10°) TO ENHANCE THE ALTITUDE PERFORMANCE OF MODEL ROCKETS USING SOLID SUGAR PROPELLANTS.....	176
Berdiyev Usmon Tolib o'g'li	
TIRBAND HUDUDLARDA SODIR BO'LAYOTGAN YO'L-TRANSPORT HODISALARINING TAHLILI.....	181
Xolmatov Umid Sadirdinovich	
TRANSPORT TIZIMIDA HARAKAT XAVFSIZLIGIGA KOMPLEKS TA'SIR ETUVCHI OMILLARNI GIS-TSI ASOSIDA BAHOLASH VA KAMAYTIRISH (JIZZAX SHAHRI MISOLIDA)	186
Kamolov Otabek Quدراتovich	
DEVELOPMENT OF ELASTOMER COMPOSITIONS BASED ON LOCAL RAW MATERIALS FOR RAILWAY RAIL PADS AND EVALUATION OF THEIR DYNAMIC PROPERTIES.....	192
Ibadullaev Akhmadjan, Lesov Kuvandik, Samandarov Xushnodbek, Chorshanbiev Umar	
SHUDGORLANGAN YERLARNI EKISHGA TAYYORLASHDA QO'LLANILADIGAN MASHINA PLANKALI G'ALTAKMOLASINING PARAMETRLARINI ASOSLASH	198
Muqimova Davlatxon, Giyasidinov Abdumannob, Haydarov Murodjon	
HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT AND ITS IMPACT ON THE BUSINESS ENVIRONMENT IN UZBEKISTAN: A LITERATURE REVIEW	203
Dilafroz Kuchkorova	



KLASTERLARDA ASOSIY FAOLIYAT DAROMADLARI HISOBINI TAKOMILLASHTIRISH	209
Shirov Javlonbek Akbarovich	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	
ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В АКЦИОНЕРНЫХ ОБЩЕСТВАХ НА ОСНОВЕ КРИТЕРИЕВ ESG..	215
Айтмуратова Улбике Жалгасовна	
KICHIK VA O'RTA BIZNES SUBYEKTLARI HAYOTIY AYLANISH BOSQICHLARINI ANIQLASH USULLARINI	
AUDITGA TASIRI: YOSHGA OID USUL	222
Muydinov Erkin Djamaldinovich	
HUDUDNING IJTIMOIIY-IQTISODIY RIVOJLANISHINI BOSHQARISHNING MINTAQAVIY XUSUSIYATLARI...	
.....	229
Raximov Jo'rabek Raximovich	
XALQARO MARKETING STRATEGIYALARINING NAZARIY ASOSLARI VA EKSPORT FAOLIYATIDAGI ROLI	
.....	236
Shoxida Ibadullayeva	
EKSPORT SAMARADORLIGINI OSHIRISH ORQALI MINTAQ RAQOBATBARDOSHLIGINI TA'MINLASH	
YO'LLARI.....	240
Matyoqubov Arslonbek G'ayrat o'g'li	
CHORRAHA SVETOFORLARINING AQLLI AVTOMATLASHTIRILGAN BOSHQARUV PARAMETRLARINI	
SUMO MODELI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH.....	244
Bayozov Ravshan Rajabovich	
M-39 YO'LINING 989-1013 KMLARIDAGI TOG'LI HUDUDLARDA SODIR ETILGAN YTHLARNING	
TAHLILI ASOSIDA CHORA-TADBIRLAR ISHLAB CHIQISH SAMARADORLIGI.....	251
Shokirov Ozod G'aybullay o'g'li	
SHAHAR MAGISTRAL YO'LLARINING TUZILISHI VA TRANSPORT OQIMI	258
Xayrullo Raximovich Baynazarov	
ELEKTROMOBILLAR BATAREYALARINI TURLI IQLIM SHAROITLARIDA QIZDIRISH UCHUN	
SARFLANADIGAN ENERGIYA VA VAQT KO'RSATKICHLARINI OPTIMALLASHTIRISH	266
Qosimov Baxtiyor Axmatjonovich	
ELEKTROMOBILLARGA TEXNIK XIZMAT KO'RSATISH STANSIYALARI FAOLIYATINING BOSHQARUV	
MODEL.....	272
Xasanov Bunyodjon Ibragim o'g'li	
KICHIK BIZNES SUBYEKTLARINING INVESTITSION SALOHİYATINI BAHOLASHNING HUDUDIIY	
XUSUSIYATLARI.....	279
Vaisov Dilshod, Madraximov Qahramon	
EKSPORT-LOGISTIKA INFRATUZILMASI SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING XORIY DAVLATLARI	
TARJIBASI	285
Raimboyeva Mashhura Davronbek qizi	
TA'LIM JARAYONIDA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI ADAPTIV BAHOLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH	
VA UNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH.....	291
Madaminov Shoxruxbek Ma'rufjon o'g'li	
FERMENTLANGAN NO'XAT UNI VA BUG'DOY UNI ARALASHMASIDAN TAYYORLANGAN NONNING	
SIFATI VA OZIQAVIY QIYMATINI ASOSLASH.....	295
Kamolova Muxlisa, Barakayev Nusratilla	
QURILISH KORXONALARI UCHUN YASHIL STRATEGIK BOSHQARUV MODEL.....	302
G'ulomova Shaxlo Baxtiyor qizi	
ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СОЛЕВОГО ПЛАСТА И КАРСТА	
ТЮБЕГАТАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	310
Холбаев Бахром, Курбанов Диярбек	
VALIKLI JINNING IKKI PICHQOLI TIZIMIDA TOLA AJRATISH JARAYONINING NAZARIY TAHLILI.....	314
Abdugapparova Sh.N., Yuldashev A.X.	



YO'L-TRANSPORT HODISALARI SODIR BO'LISHIDA HAYDOVCHINING PSIXOFIZIOLOGIK HOLATINING TA'SIRI.....	319
Ulkanov Sardorjon Sodiqjon o'g'li	
QISHLOQ MAHALLALARIDA MARKAZIY ISSIQLIK TIZIMLARINI VODOROD ENERGIYA GENERATORLARI ASOSIDA TASHKIL ETISHNING TEXNOLOGIK VA IQTISODIY ASOSLARI	323
Askarov Xasanjon, Jumaqulova Zulayho	
MUHIM AXBOROT INFRATUZILMASI OBYEKTLARINING RAQAMLI TRANSFORMATSIYASI SHAROITIDA KIBERXAVFSIZLIK BO'YICHA MUTAXASSISLARNI AMALIYOTGA YO'NALTIRILGAN TAYYORLASH	329
G'ulomov Sherzod Rajaboyevich	
BARBOTAJLI ABSORBER QURILMASINING GIDRAVLIK QARSHILIGINI TADQIQ ETISH	338
Xalilov Ismoiljon, Askarov Xasanjon	
MAXSUS IQTISODIY VA SANOAT ZONALARIDA KO'P TARMOQLI KORXONALAR FAOLIYATINI BOSHQARISHNING INSTITUTSIONAL VA TASHKILIY-IQTISODIY XUSUSIYATLARI	345
Xusanova Malohat Mingnorovna	
NEW ZEALAND'S EXPERIENCE IN TRANSITIONING TO INFLATION TARGETING.....	349
Duskobilov Umidjon Sharofiddinovich	
QURILISH MATERIALLARI SANOATI KORXONALARIDA ISHLAB CHIQRISH HAJMINI CHEKLAYOTGAN MUAMMOLAR.....	357
Toshpulatov Asronbek Mutalibovich	
РЕАЛИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПОЛИТИКИ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ «ЗЕЛЁНОЙ» ЭНЕРГЕТИКИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН.....	364
Матчанов Умирзак Сейтжанович	
MEHNAT BOZORI TRANSFORMATSIYASINING ZAMONAVIY SHAKLLARI: NAZARIY ASOSLAR VA GENDER JIHATLARI TAHLILI.....	371
Xasanova Shaxzoda Sarvar qizi	
GLOBALIZATSIYA SHAROITIDA YANGI O'ZBEKISTONDA IQTISODIY TA'LIM RIVOJLANISHINING TENDENSIYALARI VA ISTIQBOLLARI	375
Masharipova Maksuda Beknazarovna	
MEHNAT MUHOFAZASIDA INSON OMILINING O'RNI VA AHAMIYATI	380
Ashirqulova Qurbonoy, Nurbek Mamatov	
BILIMGA ASOSLANGAN AVTONOM AGENTLAR VA RAG TEXNOLOGIYALARI.....	387
Ibragimov Sanjarbek Salijanovich	



BILIMGA ASOSLANGAN AVTONOM AGENTLAR VA RAG TEXNOLOGIYALARI

Ibragimov Sanjarbek Salijanovich

Andijon davlat texnika instituti

Axborot texnologiyalari kafedrası dotsenti, t.f.f.d. (PhD)

ORCID: 0000-0001-5990-8046



Annotatsiya. Ushbu maqolada katta til modellarining parametrik xotiraga qaramligi, bilimlarning eskirishi va gallyutsinatsiya muammolarini kamaytirishga xizmat qiluvchi qidiruv bilan boyitilgan generatsiya (Retrieval-Augmented Generation — RAG) tizimlari agentli yondashuv asosida tahlil qilinadi. RAG tizimlarining oddiy qidiruv-generatsiya arxitekturasidan avtonom va ko'p agentli modellargacha bo'lgan rivojlanish bosqichlari yoritiladi. Bilim talab qiluvchi agentlar bilimni qo'lga kirituvchi va undan foydalanuvchi turlarga ajratilib, ularning so'rovni qayta ishlash, manbalarni tanlash, dalillarni reytinglash, umimlashtirish va saqlashdagi vazifalari ko'rib chiqiladi. Shuningdek, gibril ko'p agentli arxitekturalar, agentlar o'rtasidagi bilim oqimini muvofiqlashtirish, katta til modellarini asosidagi ma'lumotlar sintezi hamda LLM-hakam baholash mexanizmlari tahlil qilinadi. Agentli RAG katta til modellarining ishonchligi, moslashuvchanligi va murakkab vazifalarni bajarish samaradorligini oshiruvchi istiqbolli yo'nalish sifatida baholanadi.

Kalit so'zlar: bilim talab qiluvchi agentlar, RAG, katta til modellari, agentli RAG, ko'p agentli tizimlar.

Аннотация. В статье с позиций агентного подхода рассматриваются системы генерации с дополнением поиска (Retrieval-Augmented Generation, RAG), предназначенные для снижения зависимости больших языковых моделей от параметрической памяти, преодоления проблемы устаревания знаний и уменьшения числа галлюцинаций. Освещаются этапы развития архитектур RAG — от классической схемы «поиск-генерация» до автономных и мультиагентных моделей. Агентные системы, ориентированные на работу со знаниями, классифицируются на агентов получения знаний и агентов их использования; анализируются их функции по обработке запросов, выбору источников, ранжированию доказательств, обобщению и хранению информации. Кроме того, рассматриваются гибридные мультиагентные архитектуры, механизмы координации потоков знаний между агентами, синтез информации на основе больших языковых моделей и механизмы оценки типа LLM-as-a-Judge. Делается вывод, что агентный RAG является перспективным направлением повышения надежности, адаптивности и эффективности больших языковых моделей при решении сложных задач.

Ключевые слова: агенты, работающие со знаниями, RAG, большие языковые модели, агентный RAG, мультиагентные системы.

Abstract. This article analyzes Retrieval-Augmented Generation (RAG) systems from an agent-based perspective as an approach to reducing the dependence of large language models on parametric memory, mitigating knowledge obsolescence, and minimizing hallucinations. The study examines the evolution of RAG architectures from conventional retrieval-generation pipelines to autonomous and multi-agent systems. Knowledge-intensive agents are classified into knowledge-acquisition and knowledge-utilization agents, and their roles in query processing, source selection, evidence ranking, summarization, and knowledge storage are discussed. Furthermore, hybrid multi-agent architectures, inter-agent knowledge coordination, LLM-based information synthesis, and LLM-as-a-judge evaluation mechanisms are analyzed. Agentic RAG is identified as a promising paradigm for improving the reliability, adaptability, and effectiveness of large language models in solving complex tasks.

Keywords: knowledge-intensive agents, Retrieval-Augmented Generation (RAG), large language models, Agentic RAG, multi-agent systems.

KIRISH

Katta til modellari (LLMlar) faktik bilimni parametrik xotirada saqlash hamda kuchli tushunish va mulohaza yuritish qobiliyatlarini namoyish etish orqali salmoqli yuzaga keluvchi imkoniyatlarni ko'rsatdi [2,3] va shu tariqa tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing — NLP) bo'yicha keng ko'lamli vazifalarda ta'sirchan natijalarga erishdi [2]. Biroq LLMlar real amaliyotda, ayniqsa gallyutsinatsiya tufayli, noto'g'ri yoki uydirma ma'lumotlarni yaratish bilan bog'liq jiddiy muammolarga hanz duch kelmoqda [9,11]. LLMlar yaratgan ishonchsiz javoblar foydalanuvchilarni yanada chalg'itishi, yolg'on axborot tarqalishiga ko'maklashishi va jamiyat uchun salbiy oqibatlarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli LLMlarning gallyutsinatsiyasini kamaytirish maqsadida ular yodlagan bilimlarni uzluksiz yangilab borish NLP sohasidagi muhim tadqiqot

yo'nalishiga aylandi [11].

LLMlarni soha ichidagi ma'lumotlar yordamida nozik sozlash o'rniga, RAG tizimlari [4,8] odatda matnli hujjatlar, jadvallar, kod parchalari va tasvirlar kabi multimodal bilim manbalaridan tegishli dalillarni izlash uchun zich qidiruvchidan foydalanadi. So'ngra qidirib topilgan bilim, odatda, LLMga aniqroq javob yaratishga yordam beruvchi kirish konteksti sifatida qaratiladi. Bilimni qo'lga kiritishni model parametrlaridan ajratish orqali RAG LLMlarga murakkab nozik sozlash strategiyalarisiz dolzarb va sohaga xos axborotni integratsiyalash imkonini beradi; tashqi bilimlar bazasini esa undagi bilimlarni bevosita tahrirlash orqali oson saqlash va yangilash mumkin. Dinamik tashqi bilimdan foydalanish imkonini yaratgani sababli RAG sof parametrik til modellaridan keyingi muhim taraqqiyot sifatida tobora ko'proq e'tirof etilmoqda [11] va chuqur tadqiqot [1,8], tibbiy savol-javob [3], faktlarni tekshirish [5] kabi akademik tadqiqotlar va sanoat ilovalarida ustun paradigmlara aylandi.

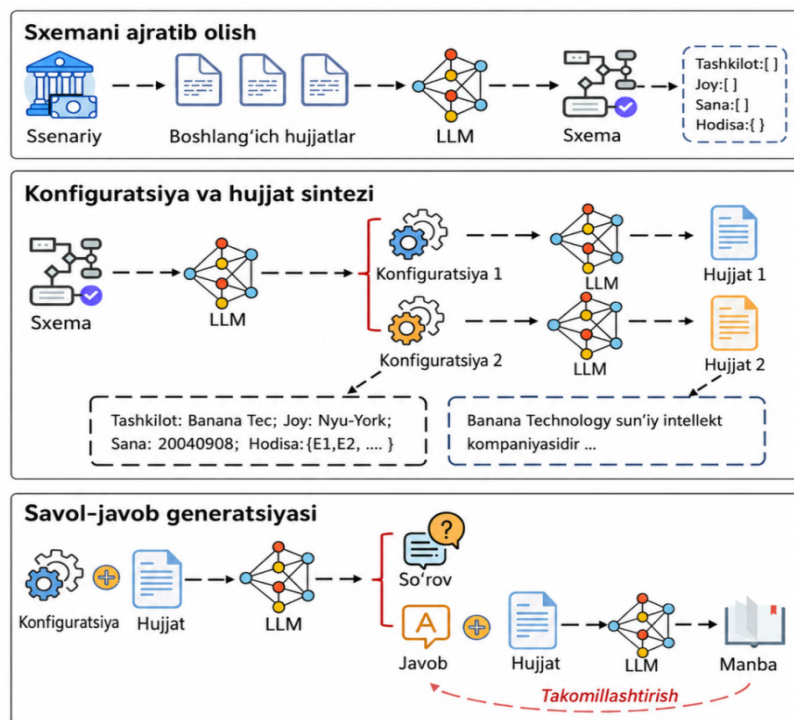
MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

RAG tizimlarining jadal rivojlanishi bilan LLMlarning generatsiya imkoniyatlarini qo'llab-quvvatlash uchun yuqori sifatli tashqi bilimni qo'lga kiritishga imkon beruvchi modulli arxitekturalarni ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlar soni ortdi [6,11]. Ushbu doiralarda qidirib topilgan axborotning tegishliligi va bilimga boyligini oshirish yoki uzoq muddatli hamda shaxsiylashtirilgan bilimni saqlash uchun xotira komponentlarini yaratish maqsadida ixtisoslashgan agentli modullarni integratsiyalaydi [3,6]. Xususan, bunday RAG modullari tizimda so'rovni qayta shakllantirish, nomzod hujjatlarni qayta reytinglash, qidirib topilgan mazmunni umumlashtirish yoki LLM uchun ko'proq tegishli axborot olish maqsadida qo'shimcha qidiruv amallarini bajarish kabi turli rollarni bajaradi [1,7,10]. Bunga parallel ravishda boshqa ishlar qidirib topilgan bilimni takomillashtirish [8] yoki kengaytirilgan fikrlash zanjiri doirasida ko'p bosqichli qidiruv strategiyalarini rejalashtirish uchun LLMlarning mulohaza yuritish imkoniyatlaridan foydalanadi [10]. So'nggi yutuqlarga qaramay, mavjud tadqiqotlarning aksariyati LLMlar ishonchiligidini oshirish uchun qidirib topilgan bilimning tegishliligi va aniqligini yaxshilovchi alohida komponentlar yoki ixtisoslashgan agentlarni loyihalashga asosan e'tibor qaratgan [6]. Biroq ushbu tadqiqotlarda LLMga asoslangan agentlarni modellashtirish nuqtayi nazarini, ayniqsa bilim talab qiluvchi agentlardagi bilimni qo'lga kiritish, uzatish va qo'llash jarayonlari ko'pincha e'tibordan chetda qolmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

RAGni optimallashtirishni yengillashtirish maqsadida RAG modellarini o'qitish va baholash uchun avtomatlashtirilgan ma'lumotlar sintezi usullarini tavsiflaymiz. Amaliyotda RAG tizimlari ko'pincha huquq [6], tibbiyot [5] va moliya [4] kabi ayrim vertikal sohalarda joriy etiladi. Umumiy domen vazifalari bilan taqqoslaganda, sohaga xos ilovalar faktlarga yanada nozik darajada asoslanishni va murakkabroq mulohaza yuritishni talab qiladi. Shu sababli mavjud benchmarklar real hayotdagi sohaga xos ssenariylarda RAG samaradorligini har tomonlama baholash uchun yetarli emas va bu ularning vertikal sohalarda qo'llanilishini cheklaydi. Ushbu bo'shliqni bartaraf etish uchun bir nechta sohaga xos benchmarklar ishlab chiqilgan.

Sohaga xos RAG ma'lumotlarini sintez qilishdagi to'siqdan tashqari, yetarlicha murakkab namunalarni yaratish ham asosiy muammo bo'lib qolmoqda. Mavjud benchmarklar, asosan, nisbatan sodda qidiruv vazifalaridan iborat bo'lib, ko'pchilik so'rovlar faqat bitta yoki bir necha oddiy qidiruv bosqichi bilan yechilishi mumkin; shu sababli ular murakkab, ko'p bosqichli savollarni o'z ichiga olgan chuqur qidiruv ssenariylarida model cheklovlarini ochib bera olmaydi yoki ularning samaradorligini baholay olmaydi [1,4]. Bunday murakkab namunalarda murakkab mulohaza zanjirlarini, noaniq so'rovlar bo'yicha savol berishni va turli manbalardagi dalillarni birlashtirishni talab qiladi. Ularni qo'lda belgilash nihoyatda qimmat bo'lishi bilan birga, avtomatik sintez qilish va tekshirish ham qiyin, shuning uchun bunday ma'lumotlarni ko'lamlashtirish o'z mohiyatiga ko'ra mushkuldir [1,3,4]. Murakkab namunalarning bunday yetishmasligi RAG tizimlarining murakkab real ssenariylarda qo'llanilishini cheklaydi (1-rasm).



5-rasm. Sohaga moslashtirish uchun LLM asosidagi ma'lumotlar sintezi arxitekturasini (Zhu va boshq., 2025a). Ushbu usul sohaga xos o'qitish va baholash uchun ma'lumotlarni sintez qilishda LLMlardan foydalanadi.

1-rasm. Sohaga moslashtirish uchun LLMga asoslangan ma'lumotlar sintezi arxitekturasini.

Sohaga xos ssenariylarda RAG tizimlarining barqarorligi va moslashuvchanligini oshirish uchun yuqori sifatli o'qitish va baholash ma'lumotlarini yaratish zarur, ayniqsa RAG tizimlarini yaratilgan javoblar orqali optimallashtirishda. Shu maqsadda RAGEval [3, 9] LLMlarning emergent qobiliyatlaridan foydalanib, ham optimallashtirish, ham baholashga xizmat qiluvchi sohaga yo'naltirilgan ma'lumotlar to'plamlarini avtomatik ravishda sintez qiladi.

1-rasmda ko'rsatilganidek, RAGEval uchta bosqichdan iborat: sxemani ajratib olish, konfiguratsiya va hujjatlarni sintez qilish hamda savol–manba–javob yaratish. Aniqlik, ish maqsadli sohada boshlang'ich hujjatlardan sxemalarni ajratib olish uchun LLMlarga ko'rsatma berishdan boshlanadi. Ushbu sxemalar tuzilmaviy boshqaruv signallari vazifasini bajarib, faktik mazmuni mustahkamlaydi va sohaga xos bilimni saqlaydi. Keyin LLM ajratib olingan sxemalarni aniq konfiguratsiyalarga aylantiradi; bu konfiguratsiyalar qamrov va boshqariluvchanlikni ta'minlaydigan xilma-xil sintetik hujjatlarni yaratishga yo'l ko'rsatadi. Ushbu konfiguratsiyalar va sintez qilingan hujjatlar asosida RAGEval savol-javob juftliklarini yaratadi. Konfiguratsiyaga asoslangan bu konveyer o'qitish signallarining xilma-xilligini oshiradi, shu bilan birga shovqinni kamaytirish va dolzarblikni asoslashni birgalikda yaxshilaydi. Xususan, RAG tizimi LLMlarni sohaga xos hujjatlar bilan tanishtiradi va ularni qidirib topilgan dalillardan muhim axborotni ajratishga undaydi, natijada qidiruvga sezgirlik kuchayadi va javob aniqligi oshadi.

Sxemani ajratib olish. Xilma-xil va yuqori sifatli sohaga xos ma'lumotlar to'plamlarini sintez qilish uchun avval muayyan sohaning ayrim boshlang'ich hujjatlaridan asosiy tuzilmaviy S sxemani ajratib olish muhimdir.

Sxema tanlangan hujjatlarning asosiy faktik tuzilishini qamrab oluvchi abstrakt tasvir vazifasini bajaradi va shu orqali turli ssenariylar bo'yicha ma'lumotlarni sintez qilish uchun standartlashtirilgan asos yaratadi. Muhimi, sxema muayyan ma'lumot namunalarini kodlamaydi, aksincha mazmun xilma-xilligi va ishonchligini ta'minlaydigan tuzilmaviy doirani belgilaydi. So'nggi ishlar sxema yaratishning turli yondashuvlarini o'rgandi. Masalan, LKD-KGC hujjatlar to'plamidan obyekt sxemalarini avtomatik yaratish uchun LLMga asoslangan bilim bog'liqligini tahlil qilishdan foydalanadi [8]. RAGEvalda boshlang'ich S sxema saralangan boshlang'ich hujjatlar to'plami D_{seed} dan LLM yordamida avtomatik induksiya qilinadi:

$$S = LLM(Instruct_{extract}, D_{seed}) \quad (1)$$

bu yerda $Instruct_{extract}$ LLMga D_{seed} dan sxemani induksiya qilish bo'yicha ko'rsatma beradi. Hosil bo'lgan sxema, odatda, maqsadli sohada tez-tez so'raladigan tashkilot nomlari, joylar va sanalar kabi asosiy fakt turlaridan iborat bo'ladi. Keyin avtomatik yaratilgan sxema soha talablariga moslashtirish uchun ekspert teskari

aloqasi asosida takomillashtiriladi. Yakuniy sxema avtomatlashtirilgan ma'lumotlar sintezi konveyerining tuzilmaviy asosi bo'lib, konfiguratsiyalar, hujjatlar va savol-javob juftliklarini yaratishni yo'naltiradi.

Konfiguratsiya va hujjatlarni sintez qilish. Faktik axborot bilan boyitilgan muayyan sohaga oid hujjatlarni yaratish yuqori sifatli ma'lumotlar to'plamini tuzish, ishonchli baholashni va quyi oqim vazifalarida samarali qo'llashni ta'minlash uchun muhimdir.

Bunga erishish uchun avval har bir soha bo'yicha hujjatlar sintezini yo'naltiradigan xilma-xil va yaxshi tuzilgan konfiguratsiyalarni yaratish zarur. So'nggi tadqiqotlar LLMlarga har bir soha uchun asosiy sxemani aniq namunalarga aylantiruvchi xilma-xil konfiguratsiyalarni yaratish bo'yicha tizimli ko'rsatma berish mumkinligini ko'rsatadi [5]. Ushbu yutuqlardan ilhomlanib, avval LLMga ko'rsatma berish orqali oldindan belgilangan S sxemadan $C = \{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ konfiguratsiyalar to'plamini tanlaymiz:

$$C \sim LLM(Instruct_{config}, S) \quad (2)$$

bu yerda $Instruct_{config}$ konfiguratsiya yaratish bo'yicha ko'rsatmani belgilaydi. RAGEvalda konfiguratsiyani tanlash qoidalarga asoslangan usullarni LLMga asoslangan usullar bilan birlashtiruvchi gibril strategiyaga amal qiladi. Qoidalarga asoslangan komponent tuzilmaviy ma'lumotlarning aniqligi va faktik izchilligini ta'minlaydi, LLMlar esa murakkabroq va xilma-xil namunalarni yaratish uchun ishlatiladi; shu tariqa izchillik va xilma-xillik o'rtasida muvozanat hosil qilinadi.

Keyinchalik C to'plamidagi har bir c_i konfiguratsiya LLM orqali hujjatlarni yaratishda ishlatiladi. Masalan, StructGPT tuzilmaviy konfiguratsiya namunalarni matnli promptlarga aylantirish orqali sohaga xos hujjatlarni yaratish uchun LLMlardan foydalanadi; so'ng ushbu promptlar batafsil va manbaga sodiq hujjatlarni sintez qilishda qo'llanadi [8]. Bu jarayon rasmiy tarzda quyidagicha aniqlanadi:

$$d_i = LLM(Instruct_{doc}, c_i) \quad (3)$$

bu yerda d_i , c_i konfiguratsiya asosida sintez qilingan hujjatni, $Instruct_{doc}$ esa hujjat yaratish bo'yicha ko'rsatmani bildiradi. Yaratilgan hujjatlarning to'liq to'plami yakuniy $D = \{d_1, \dots, d_n\}$ korpusni tashkil etadi.

Savol-javob yaratish. C konfiguratsiyalar va D hujjatlar berilganda, RAGEval savol-javob juftliklarini avtomatik yaratish uchun LLMlardan foydalanadi [1,2,7].

D to'plamidagi har bir d_i hujjat va unga mos C to'plamidagi c_i konfiguratsiya uchun LLM avval dastlabki (q, a_{init}) savol-javob juftligini hosil qiladi:

$$(q, a_{init}) = LLM(Instruct_{qa}, c_i, d_i) \quad (4)$$

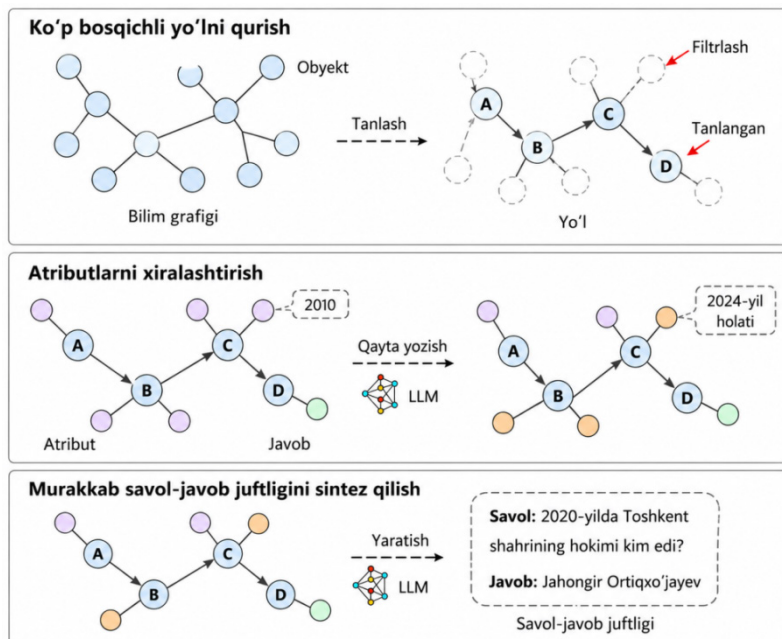
bu yerda $Instruct_{qa}$ LLMga faqat manba hujjatga asoslangan savol va javobni yaratish bo'yicha ko'rsatma beradi. Xilma-xillikni rag'batlantirish uchun turli savol turlariga moslashtirilgan bir nechta prompt shablonlari ishlab chiqiladi. Keyin (q, a_{init}) savol-javob juftligi berilganda, LLMga d_i dan tasdiqlovchi dalillarni ajratib, r manbani shakllantirish bo'yicha ko'rsatma beriladi:

$$r = LLM(Instruct_{ref}, q, a_{init}, d_i) \quad (5)$$

bu yerda $Instruct_{ref}$ modelni javobni asoslaydigan matn parchalarini aniqlashga yo'naltiradi.

Nihoyat, dastlabki a_{init} javob r manbaga nisbatan iterativ ravishda takomillashtiriladi va yakuniy a javob hosil qilinadi. Ushbu takomillashtirish bosqichi faktik xatolar va gallyutsinatsiyalarni sezilarli darajada kamaytirib, yaratilgan javobning o'z manbasiga mos bo'lishini ta'minlaydi. Hosil bo'lgan yuqori sifatli (q, a) savol-javob juftliklari RAG tizimlarini ixtisoslashgan sohadagi d_i manba hujjat asosida savollarga javob berishga majbur qilish orqali baholash uchun mo'ljallangan.

Murakkab RAG vazifalari uchun ma'lumotlarni sintez qilish. Murakkab ssenariylarda RAG tizimlarining chuqur mulohaza yuritish va axborot izlash qobiliyatlarini yaxshilashda yuqori sifatli o'qitish ma'lumotlari muhim rol o'ynaydi. Biroq bunday yuqori sifatli va murakkab ma'lumotlarni sintez qilish, odatda, katta xarajatlarni talab qiladi va bu ularni amalda katta ko'lamda yaratishni qiyinlashtiradi [2]. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun Deep-Dive [1] va Tongyi-DeepResearch [3] RAG modellarini o'qitish va baholash uchun maxsus mo'ljallangan murakkab ma'lumotlar to'plamlarini yaratishda bilimlar graflari va LLMlardan foydalanadigan avtomatlashtirilgan sintez konveyerini taklif qiladi (2-rasm).



2-rasm. Murakkab RAG vazifalari uchun LLMga asoslangan ma'lumotlar sintezi arxitekturasini.

2-rasmda ko'rsatilganidek, ushbu ishlar chuqur qidiruv va ko'p bosqichli mulohaza vazifalariga maxsus moslashtirilgan murakkab o'qitish ma'lumotlarini yaratish uchun avtomatlashtirilgan konveyerdan foydalanadi. Jarayon ochiq domenli bilimlar graflaridan boshlanadi; ular faktik axborotning tuzilmaviy va kuzatiladigan manbasini ta'minlaydi hamda ko'p bosqichli bog'lanishlarni tabiiy ravishda qo'llab-quvvatlaydi. Konveyer uzun va atributlarga boy obyekt yo'llarini yaratish uchun graf bo'ylab boshqariladigan tasodifiy yurishlarni bajaradi. Har bir bosqichda nomzod tugunlar ularning bog'langanligi bo'yicha filtrlanadi va yaratilgan yo'llarning mantiqiy izchil hamda semantik mazmunli bo'lib qolishini ta'minlash uchun LLMlardan foydalaniladi. Bundan tashqari, savol murakkabligini yanada oshirish maqsadida yo'llardagi sanalar, nomlar yoki joylar kabi asosiy atributlar tanlab qayta yoziladi; bu "xiralashtirilgan obyektlar"ni yaratadi va sodda yo'llar orqali javob topishga to'sqinlik qiluvchi noaniqlikni kiritadi. Keyin LLMlar atributlarga boy yo'llarni qayta ifodalash va niqoblash uchun qo'llanadi, natijada yakuniy savollar ko'plab obyektlar va munosabatlar bo'yicha axborotni birlashtirish va sintez qilishni talab qiladi. Nihoyat, ushbu yo'llardan LLMlar bilan birga RAG modellarini o'qitish va baholash uchun murakkab savol-javob juftliklari yaratiladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

RAG modellarini samarali baholash uchun RAGga mo'ljallangan LLMga asoslangan baholash doirasini taqdim etamiz. Avval RAGni baholashdagi muammolarni muhokama qilamiz. Keyin RAG chiqishlarini baholash uchun LLMlarga qanday prompt berilishini bayon qilamiz. Nihoyat, hukm aniqligi va baholash o'lchamlarini tanlash nuqtayi nazaridan baholash ishonchligini oshirish uchun LLMga asoslangan ushbu hukm modellarini optimallashtirish usullarini taqdim etamiz.

RAG tizimlari odatda bilim talab qiluvchi ma'lumotlar to'plamlarida etalon javoblar asosida baholanadi. Accuracy, Exact Match va ROUGE-L kabi an'anaviy avtomatik metrikalar model javobi bilan etalon javob o'rtasidagi so'z yoki belgilar mosligini o'lchaydi. Ushbu usullar dastlabki, qisqa va qat'iy shakldagi javoblar yaratadigan RAG modellarida samarali bo'lgan. Biroq zamonaviy katta til modellari uzun, murakkab va erkin shakldagi javoblar yaratgani sababli satr mosligiga asoslangan metrikalar javobning haqiqiy semantik va faktik sifatini to'liq baholay olmaydi.

An'anaviy baholashda ikkita asosiy muammo mavjud: ortiqcha baholash va kam baholash. Ortiqcha baholashda model javobi etalon javobdagi ayrim so'z yoki obyektlarni takrorlagani uchun to'g'ri deb baholanadi, garchi unda faktik xato, mantiqiy nomuvofiqlik yoki savolga bevosita javob bermaslik holati mavjud bo'lsa ham. Masalan, javobda to'g'ri shaxs nomi keltirilishi, ammo uning tug'ilgan joyi noto'g'ri ko'rsatilishi mumkin. Avtomatik metrika yuzaki moslik sababli bunday javobga yuqori ball berishi ehtimoli mavjud. Kam baholashda esa mazmunan to'g'ri, biroq boshqa shaklda ifodalangan javob noto'g'ri deb belgilanadi. Masalan, "42" va "qirq ikki" yoki "football" va "soccer" semantik jihatdan bir xil ma'noni bildirsada, aniq satr mosligi ularni turli javoblar sifatida baholaydi (3-rasm).

1 Ortiqcha baholash

Savol: Alisher Navoiy qaysi asari bilan jahon adabiyotida mashhur?

Model javobi: "Xamsa".
Alisher Navoiy bu asarni yozgan.

Tushuntirish: Javob etalon javobga *mos keladi*, lekin *noto'g'ri*.

Etalon javob: "Xamsa"

Aniqlik: 1.0

Savol: O'zbekistonning mustaqillik kuni qachon nishonlanadi?

Model javobi: 1-oktyabr.
O'zbekistonda mustaqillik kuni kuzda nishonlanadi.

Tushuntirish: Javob etalon javobga *mos keladi*, lekin *noto'g'ri*.

Etalon javob: 1-sentyabr

Aniqlik: 1.0

2 Kam baholash

Savol: Samarqandda joylashgan mashhur me'moriy yodgorlik qaysi?

Model javobi: Registon.

Tushuntirish: Javob etalondan *mos kelmaydi*, lekin *to'g'ri*.

Etalon javob: Registon maydoni

Aniqlik: 0.0

Savol: O'zbekiston poytaxti qaysi shahar?

Model javobi: Toshkent shahri.

Tushuntirish: Javob etalondan *mos kelmaydi*, lekin *to'g'ri*.

Etalon javob: Toshkent

Aniqlik: 0.0

3-rasm. Xom metrikalardan foydalanganda RAGni baholashdagi muammolar. Baholash metrikasi sifatida aniqlikdan foydalanilganda ham ortiqcha baholash, ham kam baholash holatlari ko'rsatilgan.

RAG modellarini samarali baholash uchun RAGga mo'ljallangan LLM asosidagi baholash doirasini taqdim etamiz. Avval RAGni baholashdagi muammolarni muhokama qilamiz. Keyin RAG chiqishlarini baholash uchun LLMlarga qanday prompt berilishini bayon qilamiz. Nihoyat, hukm aniqligi va baholash o'lchamlarini tanlash nuqtayi nazaridan baholash ishonchligini oshirish uchun LLM asosidagi ushbu hukm modellarini optimallashtirish usullarini taqdim etamiz.

RAG tizimlari odatda bilim talab qiluvchi ma'lumotlar to'plamlarida etalon javoblar asosida baholanadi. Accuracy, Exact Match va ROUGE-L kabi an'anaviy avtomatik metrikalar model javobi bilan etalon javob o'rtasidagi so'z yoki belgilar mosligini o'lchaydi. Ushbu usullar dastlabki, qisqa va qat'iy shakldagi javoblar yaratadigan RAG modellarida samarali bo'lgan. Biroq zamonaviy katta til modellari uzun, murakkab va erkin shakldagi javoblarni yaratgani sababli, satr mosligiga asoslangan metrikalar javobning haqiqiy semantik va faktik sifatini to'liq baholay olmaydi.

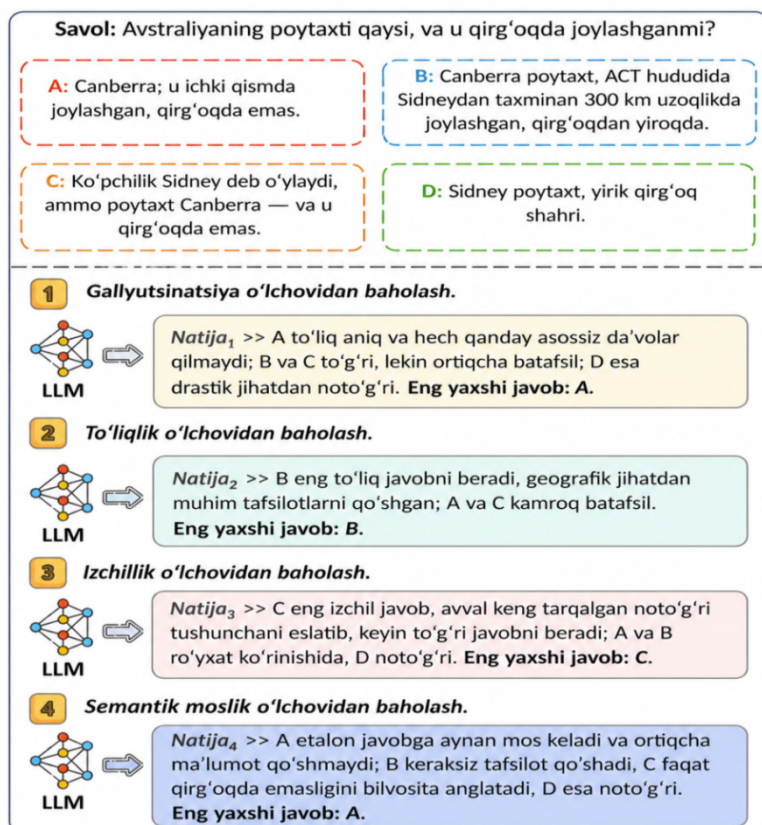
An'anaviy baholashda ikkita asosiy muammo mavjud: ortiqcha baholash va kam baholash. Ortiqcha baholashda model javobi etalon javobdagi ayrim so'z yoki obyektlarni takrorlagani uchun to'g'ri deb baholanadi, garchi unda faktik xato, mantiqiy nomuvofiqlik yoki savolga bevosita javob bermaslik holati mavjud bo'lsa ham. Masalan, javobda to'g'ri shaxs nomi keltirilishi, ammo uning tug'ilgan joyi noto'g'ri ko'rsatilishi mumkin. Avtomatik metrika yuzaki moslik sababli bunday javobga yuqori ball berishi ehtimoli mavjud. Kam baholashda esa mazmunan to'g'ri, biroq boshqa shaklda ifodalangan javob noto'g'ri deb belgilanadi. Masalan, "42" va "qirq ikki" yoki "football" va "soccer" semantik jihatdan bir xil ma'noni bildirsa-da, aniq satr mosligi ularni turli javoblar sifatida baholaydi.

Ushbu cheklovlarni kamaytirish uchun so'nggi tadqiqotlarda LLMdan hakam sifatida foydalanish yondashuvi rivojlanmoqda. GPT-4 yoki Gemini kabi kuchli modellar RAG javoblarini nafaqat so'zlar mosligi, balki mazmun, faktik aniqlik, dalillarga sodiqlik va foydalilik nuqtayi nazaridan ham baholashi mumkin. LLM-hakamga foydalanuvchi so'rovi, etalon javob, qidirib topilgan hujjatlar va model yaratgan javob taqdim etiladi.



U javobdagi muhim faktlarning qamrab olinganini, tashqi manbalarga zid ma'lumotlar mavjudligini hamda javobning savolga qanchalik mosligini aniqlaydi. Masalan, RAGEval tizimi javoblarni to'liqlik, gallyutsinatsiya va nomuvofiqlik kabi o'lchamlar bo'yicha baholaydi.

LLM yordamidagi baholashning uchta asosiy modeli mavjud. Nuqtaviy baholashda har bir javob mustaqil ravishda, masalan, Likert shkalasi bo'yicha ballanadi. Ushbu usul sodda, biroq sifati bir-biriga yaqin javoblar o'rtasidagi nozik farqlarni aniqlashda qiynalishi mumkin. Juftlik bo'yicha baholashda LLMga ikkita javob berilib, ulardan qaysi biri yaxshiroq yoki ular teng ekanini aniqlash topshiriladi. Bu yondashuv javoblar o'rtasidagi nisbiy sifat farqlarini aniqroq ko'rsatadi, ammo ko'p sonli javoblarni baholashda ko'plab taqqoslashlarni talab qiladi. Ro'yxatli baholashda esa barcha nomzod javoblar bir vaqtning o'zida ko'rib chiqilib, yagona reyting shakllantiriladi. Bu yondashuv samaraliroq bo'lib, barcha javoblarning nisbiy sifatini birgalikda hisobga oladi (4-rasm).



4-rasm. LLMga asoslangan hakamlardan foydalangan RAG baholashidagi nomuvofiqliklarga misol. Ro'yxatli baholash usulida eng yaxshi javobni tanlash uchun LLMga turli baholash o'lchamlari bilan prompt beriladi.

RAG javoblarini ishonchli baholash uchun bir nechta o'lchamdan foydalanish zarur. Gallyutsinatsiya javobdagi faktik xatolar va manbalarga zid ma'lumotlarni aniqlaydi. To'liqlik etalon javobdagi barcha muhim faktlar va mulohaza bosqichlarining qamrab olinganligini baholaydi. Izchillik javobning mantiqiy bog'liqligi, tuzilishi va ravonligini tekshiradi. Semantik moslik esa so'zlar va ifodalardagi farqlardan qat'i nazar, model javobining etalon ma'noga mos kelishini belgilaydi. Ushbu mezonlar birgalikda qo'llanganda javob sifati faqat yuzaki moslik emas, balki mazmuniy va faktik jihatdan ham baholanadi.

LLM-hakamlarning asosiy muammosi ularning ko'pincha yopiq tijoriy modellarga tayanishidir. Bunday modellar yuqori baholash xarajatlari, APIga bog'liqlik va tajribalarni qayta takrorlash imkoniyatining cheklanganligi bilan tavsiflanadi. Shu sababli ochiq manbali LLMlarni hukm modeli sifatida rivojlantirish muhim yo'nalishga aylandi. Ularning baholash qobiliyatini oshirish uchun yuqori sifatli belgilangan ma'lumotlar asosida nazoratli nozik sozlash, bevosita afzalliklarni optimallashtirish va kuchli modellardan bilimni distillyatsiya qilish usullari qo'llanadi.

Nazoratli nozik sozlash ochiq modelni inson yoki ekspert baholari asosida nomzod javoblarni ballash va taqqoslashga o'rgatadi. Bevosita afzalliklarni optimallashtirish esa tanlangan va rad etilgan javoblar o'rtasidagi farqni bevosita o'rganib, hukmlarning aniqligini oshiradi. Distillyatsiyada GPT-4 kabi kuchli model katta hajmdagi sun'iy baholash ma'lumotlarini yaratadi va uning hukm chiqarish qobiliyati kichikroq ochiq modellarga o'tkaziladi. Natijada tijoriy APIlarga bog'liqlik va xarajat kamayib, RAG tizimlarini keng ko'lamda,

takrorlanuvchan va ko'p o'lchamli baholash imkoniyati yaratiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Ushbu maqolada biz qidiruv bilan boyitilgan generatsiyani (RAG) agentli nuqtayi nazardan qayta ko'rib chiqdik va bilim talab qiluvchi agentlar o'rtasidagi bilim oqimiga urg'u beradigan birgalikdagi optimallashtirish doirasini taklif qildik. Ushbu agentlarni bir-birini to'ldiruvchi ikki rolga — bilimni qo'lga kiritish va bilimdan foydalanishga — ajratdik hamda RAGni agentlar bilimni uzluksiz ravishda almashadigan, takomillashtiradigan va qo'llaydigan hamkorlik jarayoni sifatida konseptuallashtirdik. Bilimga bo'lgan talabni bilim taklifiga yaxshiroq moslashtirish uchun agentlar o'rtasidagi axborot ehtiyojlari va hissalarini muvofiqlashtirish maqsadida turli bilim talab qiluvchi agentlarni ochiq optimallashtiradigan, mustahkamlovchi o'qitishga asoslangan uchma-uch agent optimallashtirish usullarini ko'rib chiqdik. Ushbu mexanizm asosida biz, shuningdek, sohaga xos sharoitlarda RAG tizimlarini o'qitish va baholash uchun prinsipial asos yaratadigan, LLM boshqaradigan ma'lumotlar sintezi va baholash konveyerini ilgari surdik. Kelajak nuqtayi nazaridan, agentli RAG yanada ishonchli, moslashuvchan va amaliy LLM asosidagi ilovalar sari istiqbolli qadam bo'lib, turli vertikal sohalardagi murakkab, bilim talab qiluvchi vazifalarni hal qilish uchun poydevor yaratadi, deb hisoblaymiz.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Abdul-Jaleel N., Allan J., Croft W.B., Diaz F., Larkey L., Li X., Smucker M.D., Wade C. UMass at TREC 2004: Novelty and HARD // Proceedings of TREC. – NIST, 2004.
2. Abdul-Jaleel N., Allan J., Croft W.B., Diaz F., Larkey L., Li X., Smucker M.D., Wade C. UMass at TREC 2004: Novelty and HARD. – 2004.
3. Adlakha V., BehnamGhader P., Lu X.H., Meade N., Reddy S. Evaluating Correctness and Faithfulness of Instruction-Following Models for Question Answering // Transactions of the Association for Computational Linguistics. – 2024. – Vol. 12. – P. 681–699. DOI: 10.1162/tacl_a_00667.
4. Aggarwal S., Mandowara D., Agrawal V., Khandelwal D., Singla P., Garg D. Explanations for CommonsenseQA: New Dataset and Models // Proceedings of the 59th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics and the 11th International Joint Conference on Natural Language Processing (ACL-IJCNLP 2021). – 2021. – P. 3050–3065.
5. Alotaibi R., Lei C., Quamar A., Efthymiou V., Özcan F. Property Graph Schema Optimization for Domain-Specific Knowledge Graphs // Proceedings of the IEEE 37th International Conference on Data Engineering (ICDE 2021). – 2021. – P. 924–935.
6. Amini A., Gabriel S., Lin S., Koncel-Kedziorski R., Choi Y., Hajishirzi H. MathQA: Towards Interpretable Math Word Problem Solving with Operation-Based Formalisms // Proceedings of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (NAACL-HLT 2019). – 2019. – P. 2357–2367.
7. An Y., Cheng Y., Park S.J., Jiang J. HyperRAG: Enhancing Quality-Efficiency Tradeoffs in Retrieval-Augmented Generation with Reranker KV-Cache Reuse // arXiv preprint. – 2025. – arXiv:2504.02921.
8. Anantha R., Vodianik D. Context Tuning for Retrieval-Augmented Generation // Proceedings of the 1st Workshop on Uncertainty-Aware NLP (UncertainNLP 2024). – 2024. – P. 15–22.
9. Asai A., Wu Z., Wang Y., Sil A., Hajishirzi H. Self-RAG: Learning to Retrieve, Generate, and Critique Through Self-Reflection // Proceedings of the Twelfth International Conference on Learning Representations (ICLR 2024). – 2024.
10. Asai A., Zhong Z., Chen D., Koh P.W., Zettlemoyer L., Hajishirzi H., Yih W.-t. Reliable, Adaptable, and Attributable Language Models with Retrieval // arXiv preprint. – 2024. – arXiv:2403.03187.
11. Choi N., Lee Y., Cho G.-H., Jeong H., Kong J., Kim S., Park K., Cho S., Jeong I., Nam G., Han S., Yang W., Choi J. RRADistill: Distilling LLMs' Passage Ranking Ability for Long-Tail Queries Document Re-Ranking on a Search Engine // Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2024), Industry Track. – 2024. – P. 627–641.

muhandislik **& iqtisodiyot**

ijtimoiy-iqtisodiy, innovatsion texnik,
fan va ta'limga oid ilmiy-amaliy jurnal

Ingliz tili muharriri: Feruz Hakimov

Musahhih: Zokir Alibekov

Sahifalovchi va dizayner: Abdurahmon Qurbonov

2026. № 7

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar ma'sul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelamasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

"Muhandislik va iqtisodiyot" jurnali 26.06.2023-yildan
O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi
Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
№S-5669245 reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan.
Litsenziya raqami: №095310.

**Manzilimiz: Toshkent shahri Yunusobod
tumani 15-mavze 19-uy**





+998 93 718 40 07



<https://muhandislik-iqtisodiyot.uz/index.php/journal>



t.me/yait_2100