ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME -3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTONDA ELEKTRON TIBBIY YOZUVLAR TIZIMINI INTEROPERABELLIK (O‘ZARO MOSLIK) STANDARTLARI ASOSIDA BIRLASHTIRISH MODELI

Sobirova Shoxsanam Axmedovna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Temirov Azizbek Abdumannob o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada O‘zbekiston sog‘liqni saqlash tizimida elektron tibbiy yozuvlar (ETY) tizimlarining o‘zaro moslik (interoperabellik) standartlari asosida birlashtirilishi modeli ishlab chiqilgan va uning amaliy samaradorligi yoritilgan. Tadqiqotda HL7 FHIR R4, SNOMED CT, LOINC va ICD-11 xalqaro standartlari hamda davlat darajasidagi raqamli tibbiy infratuzilma talablari kompleks tahlil qilingan. Mahalliy tibbiyot muassasalarining heterogen axborot tizimlarini yagona semantik va sintaksis bazasida integratsiyalash uchun ko‘p qatlamli arxitektura modeli taklif etilgan. Olingan natijalar taklif etilgan modelning klassik nuqta-nuqta (point-to-point) integratsiya yondashuviga nisbatan ma’lumotlar uzatish kechikishi, integratsiya muddati va xatoliklar darajasi bo‘yicha sezilarli ustunligini tasdiqladi. Mazkur yondashuv tibbiy ma’lumotlarning uzluksiz almashinuvini ta’minlash, klinik qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash hamda davlat sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirish strategiyasini amalga oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: elektron tibbiy yozuvlar, interoperabellik, HL7 FHIR, SNOMED CT, LOINC, ICD-11, sog‘liqni saqlashni raqamlashtirish, semantik o‘zaro moslik, tibbiy ma’lumotlar almashinuvi, integratsiya modeli.

Abstract. This article presents the development of a unified integration model for Electronic Health Records (EHR) systems in Uzbekistan based on interoperability standards and evaluates its practical effectiveness. The study comprehensively analyzes international standards such as HL7 FHIR R4, SNOMED CT, LOINC, and ICD-11, as well as the requirements of the national digital healthcare infrastructure. A multi-layered architectural model is proposed for integrating heterogeneous information systems of local medical institutions on a unified semantic and syntactic basis. The results confirmed that the proposed model demonstrates significant advantages over the classical point-to-point integration approach in terms of data transmission latency, integration time, and error rates. The proposed approach is of practical importance for ensuring continuous medical data exchange, supporting clinical decision-making, and implementing the national healthcare digitalization strategy.

ISSN 3030-3907

Keywords: electronic health records, interoperability, HL7 FHIR, SNOMED CT, LOINC, ICD-11, healthcare digitalization, semantic interoperability, medical data exchange, integration model.

Аннотация. В данной статье разработана модель интеграции систем электронных медицинских записей (ЭМЗ) в системе здравоохранения Узбекистана на основе стандартов интероперабельности (взаимной совместимости) и обоснована её практическая эффективность. В исследовании комплексно проанализированы международные стандарты HL7 FHIR R4, SNOMED CT, LOINC и ICD-11, а также требования к цифровой медицинской инфраструктуре государственного уровня. Для интеграции гетерогенных информационных систем местных медицинских учреждений на единой семантической и синтаксической основе предложена многоуровневая архитектурная модель. Полученные результаты подтвердили существенное превосходство предложенной модели над классическим подходом интеграции «точка-точка» (point-to-point) по показателям задержки передачи данных, сроков интеграции и уровня ошибок. Данный подход имеет важное практическое значение для обеспечения непрерывного обмена медицинскими данными, поддержки принятия клинических решений и реализации стратегии цифровизации государственной системы здравоохранения.

Ключевые слова: электронные медицинские записи, интероперабельность, HL7 FHIR, SNOMED CT, LOINC, ICD-11, цифровизация здравоохранения, семантическая совместимость, обмен медицинскими данными, модель интеграции.

KIRISH.

Zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimining samaradorligi tibbiy ma’lumotlarning to‘liq, ishonchli va o‘z vaqtida foydalanish imkoniyatiga bevosita bog‘liq. Bemorlarga ko‘rsatilayotgan tibbiy yordam sifati, klinik qarorlar qabul qilish tezligi, davlat sog‘liqni saqlash siyosatining samaradorligi hamda epidemiologik nazoratning ishonchliligi ko‘p jihatdan tibbiy axborot tizimlari o‘rtasida ma’lumotlar almashinuvining samaradorligi bilan belgilanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo bo‘yicha sog‘liqni saqlashga sarflanadigan mablag‘ning qariyb 20–30 foizi tibbiy axborotning yetishmasligi yoki noto‘g‘ri ma’lumotlar tufayli isrof bo‘ladi, bu esa interoperabel elektron tibbiy yozuvlar tizimini joriy etish dolzarbligini yanada oshiradi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 12-noyabrdagi “Sog‘liqni saqlash tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-6110-sonli Farmoni hamda 2022-yil 18-aprelda tasdiqlangan “Raqamli sog‘liqni saqlash” konsepsiyasi sog‘liqni saqlash tarmog‘ini raqamlashtirishning

ISSN 3030-3907

huquqiy-me'yoriy asoslarini belgilab berdi [1]. Mazkur hujjatlarga muvofiq, mamlakatda yagona elektron tibbiy yozuvlar tizimini joriy etish, tibbiyot muassasalari o'rtasida ma'lumotlar almashinuvini ta'minlash hamda xalqaro standartlarga mos integratsiya muhitini shakllantirish vazifalari qo'yilgan. Ayni paytda respublikamizda "E-poliklinika", "EMR" va boshqa bir qator tibbiy axborot tizimlari ishlab chiqilgan bo'lib, ular asosan alohida muassasa darajasida faoliyat yuritadi. Lekin ushbu tizimlar o'rtasida yagona ma'lumotlar formati, kodlash standartlari va xavfsiz almashinuv protokollari yetarli darajada birlashtirilmagan.

Amaldagi vaziyat tahlili shuni ko'rsatadiki, mamlakatimizdagi tibbiyot muassasalarining aksariyati mahalliy bo'lib qolgan elektron tibbiy yozuvlar tizimlaridan foydalanmoqda. Bemor bir muassasadan boshqasiga, ayniqsa birlamchi tibbiy-sanitariya bo'g'inidan ixtisoslashtirilgan markazlarga yo'naltirilganda, uning klinik anamnezi, laboratoriya tahlillari natijalari, dori-darmon retseptlari va vizuallashtirish tasvirlari ko'p hollarda qog'oz hujjatlar yoki noformat raqamli fayllar shaklida uzatiladi. Bu esa ma'lumotlarning yo'qolishi, takroriy tekshiruvlar o'tkazilishi, davolanish muddatining cho'zilishi va, eng muhimi, tibbiy xatoliklar xavfining ortishiga olib keladi.

Xalqaro tajribada bu muammoning yechimi sifatida o'zaro moslik (interoperabellik) standartlari asosida integratsiyalashgan tibbiy axborot ekotizimini yaratish yondashuvi keng tatbiq etilmoqda. HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources) standartlari oilasi ma'lumotlarni resurslar shaklida tashkil etish va REST API protokollari orqali ayirboshlash imkonini beradi. SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms) klinik tushunchalarning yagona kodlangan terminologiyasini, LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) laboratoriya va kuzatuv natijalari uchun universal identifikatorlarni, ICD-11 (International Classification of Diseases, 11th Revision) esa kasalliklarning xalqaro tasnifini ta'minlaydi. Ushbu standartlar bir-birini to'ldirib, tibbiy ma'lumotlarning sintaksis va semantik darajasida o'zaro mosligini kafolatlaydi.

Shu nuqtai nazardan, mazkur maqolaning maqsadi O'zbekiston sharoitida elektron tibbiy yozuvlar tizimlarini xalqaro interoperabellik standartlari asosida birlashtirish modelini ishlab chiqish, uning klassik nuqta-nuqta integratsiya yondashuviga nisbatan afzalliklarini ko'rsatish hamda tibbiy axborot ekotizimi uchun ishlab chiqilgan dasturiy yechimning ilmiy-amaliy samaradorligini asoslashdan iborat.

Tibbiyot sohasida interoperabellikni ta'minlash bo'yicha ilmiy izlanishlar so'nggi yigirma yil davomida sezilarli rivojlanishni boshidan kechirdi. D. Bender va K. Sartipi o'z ishlarida HL7 FHIR standarti tibbiy ma'lumotlar almashinuvi

ISSN 3030-3907

sohasida yangi bosqichni boshlab berganini, REST arxitekturasi va zamonaviy veb texnologiyalariga asoslangan resurs modelining samaradorligini ko‘rsatib bergan [2]. Mualliflar tomonidan FHIR resurslarining modul tuzilishi tibbiy ma’lumotlarning turli darajalarda – paragraflar, kuzatuvlar, retseptlar va davolanish rejalari ko‘rinishida – moslashuvchan tarzda taqdim etilishiga imkon berishi qayd etilgan.

S. Garde va hammualliflari klinik ma’lumotlar modelini standartlashtirish bo‘yicha o‘tkazgan tadqiqotlarida arxetiplar yondashuviga asoslangan openEHR metodologiyasining nazariy asoslarini taqdim etganlar [3]. Ular tibbiy bilimlarni axborot tuzilmasidan ajratish printsipi heterogen tizimlarda semantik mosligiga erishishning eng samarali usullaridan biri ekanini ko‘rsatdilar. Shu bilan birga, T. Benson va G. Grieve “Principles of Health Interoperability” fundamental asarida sintaksis (texnik) va semantik (mazmuniy) o‘zaro moslik tushunchalarini farqlab, ularning har biri uchun amaliyotda qo‘llaniladigan standartlar to‘plamini batafsil tahlil qilishgan [4]. Mualliflar fikricha, sintaksis darajasida HL7 FHIR yetakchi standart bo‘lsa, semantik darajada SNOMED CT, LOINC va ICD oilasiga mansub klassifikatorlar asosiy rol o‘ynaydi.

So‘nggi yillardagi tadqiqotlarda interoperabellik tushunchasi kengaytirilib, jarayonlar darajasida hamda tashkiliy darajada o‘zaro moslik kategoriyalari ham kiritilgan. ISO/IEC 21090 va HL7 oilasi standartlarini sintez qiluvchi Yevropa Ittifoqining eHealth Network tashabbusi doirasida X-eHealth loyihasi amalga oshirilib, transchegaraviy elektron retsept va bemor xulosalari almashinuvi tizimi ishga tushirildi [5]. Ushbu tajriba ko‘rsatdiki, davlat darajasidagi elektron tibbiy yozuvlar tizimlarini birlashtirishda nafaqat texnik, balki huquqiy va seman'tic kelishuvlar ham hal qiluvchi ahamiyatga ega.

MDH mintaqasi davlatlari tajribasini ko‘rib chiqqanda, A. Stolbov va boshqalarning ishlarida Rossiya Federatsiyasining yagona davlat sog‘liqni saqlash axborot tizimi (YeDSSATAT) ni FHIR standartiga moslashtirish bo‘yicha xulosalar berilgan [6]. Mualliflar mahalliy klassifikatorlarni xalqaro standartlarga moslashtirishning bosqichli yondashuvi tibbiy ma’lumotlarning yaxlitligini saqlagan holda integratsiyaga erishish imkonini berishini ta’kidlaydilar. Qozog‘iston Respublikasida amalga oshirilgan “Damumed” tizimi tajribasi esa milliy elektron tibbiy yozuvlar platformasini xalqaro standartlar asosida shakllantirishning amaliy yo‘lini ko‘rsatib bergan [7].

Shunday qilib, tahlil qilingan adabiyotlar asosida uchta asosiy ilmiy xulosa chiqarish mumkin. Birinchidan, zamonaviy elektron tibbiy yozuvlar ekotizimi nuqta-nuqta integratsiyadan ko‘p tomonli standartlashtirilgan platformaga o‘tmoqda. Ikkinchidan, sintaksis va semantik darajadagi o‘zaro moslikni bir paytda ta’minlash integratsiyaning ishonchliligini oshiruvchi asosiy omil sifatida

ISSN 3030-3907

e’tirof etilgan. Uchinchidan, ilmiy adabiyotlarda interoperabellik modelini milliy huquqiy va texnologik sharoitlarga moslashtirish tendentsiyasi kuchaymoqda. Biroq O‘zbekiston sharoitida, ya’ni mavjud “E-poliklinika” va boshqa idoraviy tizimlarning xususiyatlarini hisobga olgan holda, ularni HL7 FHIR, SNOMED CT, LOINC va ICD-11 standartlari asosida yagona integratsiya zanjirida birlashtiruvchi modelni ishlab chiqish masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan.

Mazkur tadqiqotda elektron tibbiy yozuvlar tizimlarini birlashtirish modelini ishlab chiqish uchun tizimli tahlil, qiyosiy modellashtirish, arxitektura loyihalash va matematik baholash usullari kompleks qo‘llanildi. Tadqiqotning axborot bazasini xalqaro interoperabellik standartlari spetsifikatsiyalari (HL7 FHIR R4, SNOMED CT International Edition 2024, LOINC v2.78, ICD-11 MMS 2024), O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligining me’yoriy hujjatlari, mahalliy tibbiy axborot tizimlarining texnik tavsiflari hamda 12 ta tibbiyot muassasasidan olingan amaliy ma’lumotlar tashkil etdi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida mavjud tibbiy axborot tizimlarining ma’lumotlar modellari, ishlatiladigan kodlash sxemalari va integratsiya interfeyslari tahlil qilindi. Ikkinchi bosqichda xalqaro standartlarga mos keluvchi resurs modelidan kelib chiqib, mahalliy ma’lumotlar strukturasini FHIR resurslariga (Patient, Encounter, Observation, Condition, MedicationRequest, DiagnosticReport) moslashtirish xaritalari (mapping) ishlab chiqildi. Uchinchi bosqichda ko‘p qatlamli integratsiya arxitekturasi loyihalashtirildi: birinchi qatlam — manba tizimlari adapterlari, ikkinchi qatlam — ma’lumotlar transformatsiyasi va sifat nazorati, uchinchi qatlam — markaziy FHIR-server, to‘rtinchi qatlam — semantik mosligiga aylantiruvchi terminologiya serveri, beshinchi qatlam — xavfsizlik va kirish nazorati.

To‘rtinchi bosqichda yaratilgan modelning samaradorligini baholash uchun pilot integratsiya muhitida sinov o‘tkazildi. Sinovga 5 ta turli darajadagi tibbiyot muassasasi (1 ta respublika ixtisoslashtirilgan markazi, 2 ta viloyat ko‘p tarmoqli shifoxonasi va 2 ta oilaviy poliklinika) jalb etildi. Ma’lumotlar almashinuvi muvaffaqiyat darajasi, o‘rtacha kechikish vaqti, integratsiyalashtirish muddati, xato darajasi va semantik mosligi darajasi mezonlari bo‘yicha baholandi. Yakuniy bosqichda taklif etilgan model an’anaviy nuqta-nuqta integratsiya yondashuvi bilan qiyosiy taqqoslandi.

Pilot integratsiya muhitida o‘tkazilgan tajribalar taklif etilgan modelning amaliy samaradorligini tasdiqladi. 5 ta tibbiyot muassasasidan to‘plangan 18 450 ta bemor yozuvi FHIR resurslariga aylantirildi va markaziy serverda muvaffaqiyatli saqlandi. Ma’lumotlar transformatsiyasining muvaffaqiyat darajasi 98,7 foizni tashkil etdi, qolgan 1,3 foiz hollarda manba ma’lumotlarning to‘liq emasligi yoki noto‘g‘ri kiritilganligi sababli avtomatik konvertatsiya

ISSN 3030-3907

muvaffaqiyatsiz yakunlandi. Bu kabi yozuvlar alohida jurnalga olinib, qo‘lda tahrirlash uchun yo‘naltirildi.

Semantik mosligiga keltirish bosqichida mahalliy kodlash sxemalari (asosan SSV-ning ichki kodlari) SNOMED CT va ICD-11 kodlariga avtomatik xaritalashtirildi. Diagnozlar bo‘yicha xaritalash darajasi 94,2 foizga yetdi, laboratoriya ko‘rsatkichlari LOINC kodlariga 91,8 foiz hollarda muvaffaqiyatli moslashtirildi. Tibbiy preparatlar uchun RxNorm va ATC klassifikatorlariga moslashtirish darajasi 89,5 foizni tashkil etdi. Avtomatik xaritalash muvaffaqiyatsiz bo‘lgan hollarda terminologiya serverida qo‘shimcha mahalliy kontekstli atamalar lug‘ati shakllantirildi.

Ma’lumotlar uzatish samaradorligi bo‘yicha o‘tkazilgan tahlil shuni ko‘rsatdiki, taklif etilgan ko‘p qatlamli model an’anaviy nuqta-nuqta yondashuviga nisbatan sezilarli ustunlikka ega. Xususan, klassik yondashuvda har bir yangi tizimni integratsiyalashtirish uchun o‘rtacha 12–18 hafta vaqt talab qilingan bo‘lsa, FHIR standartiga asoslangan modelda bu muddat 3–5 haftaga qisqardi. Ma’lumotlar uzatish kechikishi o‘rtacha 850–1200 ms dan 180–340 ms gacha kamaydi, xatoliklar darajasi esa 4,8 foizdan 0,9 foizgacha tushdi.

Tibbiy ma’lumotlarning yaxlitligi va izchilligi bo‘yicha o‘tkazilgan tekshiruvlar taklif etilgan modelning yana bir muhim ustunligini aniqladi. Bemorning bir muassasadan boshqasiga o‘tishida uning klinik anamnezi, allergiya ma’lumotlari, surunkali kasalliklar tarixi va dori-darmon tayinlanishi haqidagi ma’lumotlar 96,4 foiz hollarda to‘liq va o‘zgarishsiz uzatildi. Klassik yondashuvda bu ko‘rsatkich 72,3 foizni tashkil etgan edi, ya’ni har to‘rtinchi holatda ma’lumotlarning qaysidir qismi yo‘qolib qolgan yoki noto‘g‘ri formatda yetkazilgan.

Tizim ish samaradorligini baholashda integratsiya zanjirining bardoshliligi alohida tahlil qilindi. Yuqori yuklanish sharoitida (soatiga 50 000 dan ortiq so‘rov) markaziy FHIR-server o‘rtacha javob vaqti 280 ms ni saqlab qoldi va ma’lumotlar yo‘qotilishi 0,02 foizdan oshmadi. Bu ko‘rsatkichlar sog‘liqni saqlash sohasidagi xalqaro talablarga (RTO < 4 soat, RPO < 15 daqiqa, mavjudlik > 99,5%) to‘liq mos keladi.

1-jadval.

Klassik nuqta-nuqta integratsiya va taklif etilgan interoperabel model natijalarining qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkich	**Klassik model**	**Taklif etilgan model**
Integratsiya muddati (hafta)	12–18	**3–5**

ISSN 3030-3907

Ma’lumotlar uzatish kechikishi (ms)	850–1200	**180–340**
Xatoliklar darajasi (%)	4,8	**0,9**
Ma’lumotlar yaxlitligi (%)	72,3	**96,4**
Semantik mosligi	Cheklangan	**To‘liq**
Yangi tizim qo‘shish narxi	Yuqori	**Past**
Xalqaro standartlarga mosligi	Past	**To‘liq mos**

Muhokama nuqtai nazaridan qaralganda, taklif etilgan modelning ustunligi avvalo uning standartlashtirilgan resurs yondashuviga asoslanganidadir. Klassik nuqta-nuqta integratsiya har bir tizim juftligi uchun alohida interfeys yaratishni talab qilib, n ta tizim uchun n×(n−1)/2 ta integratsiya bog‘lanishini shakllantirish zaruriyatini keltirib chiqaradi. Bu esa tizimlar sonining ortishi bilan integratsiya murakkabligini geometrik tarzda oshiradi va “integratsiya o‘rgimchak to‘ri” muammosini yuzaga keltiradi. Taklif etilgan modelda esa markaziy FHIR-server orqali har bir tizim faqat bitta standart interfeysga moslashtiriladi, natijada integratsiya bog‘lanishlari soni n ga teng bo‘lib qoladi.

Qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatdiki, taklif etilgan model ayniqsa heterogen muhitda, ya’ni turli vendorlardan olingan, turli ma’lumotlar bazasi platformalarida ishlovchi va turli kodlash sxemalarini ishlatuvchi tizimlarni birlashtirishda ustun natija beradi. Klassik yondashuv esa aynan shu sharoitda har bir manba uchun individual transformatsiya logikasini yaratishni talab qilganligi sababli yuqori xarajatlarga olib keladi. SNOMED CT va LOINC kodlariga avtomatik xaritalash modulining joriy etilishi tibbiy terminologiyaning xalqaro darajada bir xilligini ta’minladi va bu klinik qarorlarni qo‘llab-quvvatlovchi tizimlar (CDSS) bilan keyingi integratsiya uchun zaruriy poydevor yaratdi.

Modelning amaliy ahamiyati huquqiy nuqtai nazardan ham muhim. O‘zbekiston Respublikasining “Shaxsga doir ma’lumotlar to‘g‘risida”gi qonuni va sog‘liqni saqlash sohasidagi me’yoriy hujjatlar talablariga muvofiq, tibbiy ma’lumotlar maxsus toifadagi shaxsiy ma’lumotlar sifatida belgilanadi va ularni qayta ishlashda qo‘shimcha himoya choralarini talab qiladi. Taklif etilgan modelning beshinchi qatlamida amalga oshirilgan OAuth 2.0 / SMART on FHIR autentifikatsiya mexanizmi, atribut asosida kirish nazorati (ABAC) va to‘liq audit jurnali ushbu talablarning bajarilishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, elektron tibbiy yozuvlar tizimlarini xalqaro interoperabellik standartlari (HL7 FHIR R4, SNOMED CT, LOINC, ICD-11) asosida birlashtirishning ko‘p qatlamli modeli ma’lumotlar almashinuvi sifati, tezligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirdi. Taklif etilgan model klassik nuqta-nuqta integratsiya yondashuviga nisbatan integratsiya muddatini 3–4 baravar qisqartirish, kechikishni 4–5 marta kamaytirish, xatoliklar darajasini 5 baravar pasaytirish hamda ma’lumotlar yaxlitligini 24 foiz birlikka oshirish imkonini berdi.

Ishlab chiqilgan yondashuv O‘zbekiston sharoitida sog‘liqni saqlash tizimini raqamlashtirish strategiyasini amalga oshirish, yagona davlat elektron tibbiy yozuvlar muhitini yaratish hamda mahalliy tibbiyot muassasalarini xalqaro tibbiy informatika ekotizimiga integratsiyalash uchun ilmiy-metodologik poydevor vazifasini bajaradi. Shu bois, taklif etilgan model va uning asosida ishlab chiqilgan dasturiy prototip sog‘liqni saqlash sohasini modernizatsiya qilishda hamda klinik qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlovchi raqamli xizmatlarni rivojlantirishda ilmiy asoslangan va amaliy jihatdan samarali yechim sifatida tavsiya etiladi. Keyingi tadqiqotlar yo‘nalishida modelning sun’iy intellekt algoritmlari bilan integratsiyasi, telemeditsina platformalari bilan o‘zaro aloqasi hamda transchegaraviy tibbiy ma’lumotlar almashinuvi imkoniyatlarini kengaytirish masalalari ko‘rib chiqilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 12-noyabrdagi “Sog‘liqni saqlash tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-6110-sonli Farmoni // O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma’lumotlari milliy bazasi. URL: https://lex.uz/docs/-5093085
2. Bender D., Sartipi K. HL7 FHIR: An agile and RESTful approach to healthcare information exchange // Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems. — Porto, 2013. — P. 326–331.
3. Garde S., Knaup P., Hovenga E.J.S., Heard S. Towards semantic interoperability for electronic health records: domain knowledge governance for openEHR archetypes // Methods of Information in Medicine. — 2007. — Vol. 46, No. 3. — P. 332–343.
4. Benson T., Grieve G. Principles of Health Interoperability: SNOMED CT, HL7 and FHIR. — 4th ed. — Cham: Springer, 2021. — 451 p.
5. European Commission. eHealth Network Guidelines on the electronic exchange of health data under Cross-Border Directive 2011/24/EU: Patient Summary and ePrescription / eDispensation. — Brussels, 2023. — 78 p.

ISSN 3030-3907

6. Stolbov A.P., Kobyakova O.S., Starodubov V.I. Architectural principles of the Unified State Health Information System of the Russian Federation // Healthcare Manager. — 2022. — No. 4. — P. 4–15.
7. Aitymbetov N., Saparbayev S., Bekkozhayeva G. Implementation of the unified electronic health record system in Kazakhstan: the “Damumed” experience // International Journal of Medical Informatics. — 2021. — Vol. 152. — P. 104491.
8. HL7 International. FHIR Release 4 Specification. — Ann Arbor: HL7 International, 2023. URL: https://hl7.org/fhir/R4/
9. SNOMED International. SNOMED CT International Edition — January 2024 Release. — London: SNOMED International, 2024.
10. World Health Organization. International Classification of Diseases, Eleventh Revision (ICD-11). — Geneva: WHO, 2024. URL: https://icd.who.int/browse11/
11. Djumanov J.X., Irmuxamedova N.A., Mirzag‘aniyev S.I. Tibbiy axborot tizimlarini integratsiyalashda HL7 FHIR standarti imkoniyatlari // O‘zbekiston axborot texnologiyalari jurnali. — 2024. — № 3. — B. 45–58.