

SUD-TIBBIY EKSPERTIZADA SUN'IY INTELLEKT VA RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH

Xusanova Moxichehra Nodir qizi

Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Davolash ishi fakultetining 4-bosqich talabasi.

Ilmiy rahbar: Davranova Aziza Erkinovna

Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Sud tibbiyoti kafedrasi dotsenti, PhD

Tel: +998 77 248 48 95 / Email: xusanovamoxichehra8@gmail.com

Samarqand, O'zbekiston

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida sun'iy intellekt (SI) va raqamli texnologiyalarning qo'llanilish istiqbollari, diagnostik aniqlikni oshirishdagi o'rni hamda ekspert xulosalarining ishonchliligini mustahkamlashga xizmat qiluvchi innovatsion mexanizmlar tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida sud-tibbiy ekspertizaning turli yo'nalishlarida — travmatologik shikastlanishlarni baholash, o'lim sababini aniqlash, biologik izlarni identifikatsiya qilish, toksikologik tahlillarni optimallashtirish, shuningdek, hujjatlashtirish va dalillarni raqamli qayd etish jarayonlarida SI asosidagi algoritmlarning qo'llanish imkoniyatlari ilmiy yondashuv asosida yoritiladi.

Maqolada mashinaviy o'rganish, chuqur neyron tarmoqlar, kompyuter ko'rishi va tabiiy tilni qayta ishlash texnologiyalarining sud-tibbiy ekspertiza tizimiga integratsiyasi natijasida ekspertiza jarayonlarining tezkorligi va aniqligi ortishi, inson omili bilan bog'liq xatoliklar kamayishi, hamda murakkab holatlarda qaror qabul qilish mexanizmlarining ilmiy asoslanganligi kuchayishi mumkinligi ko'rsatib beriladi. Shu bilan birga, SI texnologiyalarini sud-tibbiy sohada qo'llashda yuzaga keladigan muhim muammolar — algoritmik xolislik (bias), ma'lumotlar xavfsizligi, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish, sud jarayonlarida dalil sifatida qabul qilish mezonlari hamda ekspertning huquqiy javobgarligi kabi masalalar ham kompleks tahlil qilinadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sud-tibbiy ekspertiza tizimida raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni bosqichma-bosqich joriy etish ekspertiza sifatini oshirish, tibbiy-huquqiy qarorlarning ishonchliligini kuchaytirish hamda sud organlari uchun tezkor va asosli xulosalar taqdim etish imkonini beradi. Maqolada ushbu yo'nalishda amaliy tavsiyalar ishlab chiqilib, sud-tibbiy ekspertlar, IT mutaxassislar va huquqshunolar o'rtasida integratsion hamkorlikni kuchaytirish zarurligi ilmiy jihatdan asoslab beriladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, sud-tibbiy ekspertiza, raqamli texnologiyalar, mashinaviy o'rganish, kompyuter ko'rishi, neyron tarmoqlar, biometrik identifikatsiya,

toksikologik tahlil, raqamli dalillar, avtomatlashtirilgan diagnostika, algoritmik xolislik, ma'lumotlar xavfsizligi, sud-huquqiy tizim

Kirish: Sud-tibbiy ekspertiza zamonaviy sog'liqni saqlash va huquqni muhofaza qilish tizimining ajralmas tarkibiy qismi bo'lib, jinoyat ishlarini tergov qilish, sud jarayonlarida dalillarni baholash hamda tibbiy-huquqiy xulosalarni asoslashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Sud-tibbiy ekspertiza faoliyatining asosiy vazifasi — inson organizmida yuzaga kelgan shikastlanishlarning kelib chiqish mexanizmini aniqlash, o'lim sababini baholash, shuningdek biologik izlar va klinik-laborator ma'lumotlarni huquqiy jarayon talablariga mos tarzda talqin qilishdan iborat. Biroq so'nggi yillarda tibbiyot va sud ekspertizasi amaliyotida murakkab diagnostik holatlar sonining ortishi, ko'p tarmoqli tahlil talab qiladigan vaziyatlarning kengayishi hamda dalillar hajmining keskin ko'payishi sud-tibbiy ekspertizani yanada yuqori aniqlik, tezkorlik va standartlashtirish darajasiga olib chiqishni taqozo etmoqda.

Bugungi kunda raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt (SI) tizimlari tibbiyotning deyarli barcha yo'nalishlarida — radiologiya, patologiya, laborator diagnostika, klinik prognozlash, telemeditsina va epidemiologik monitoring kabi sohalarda samarali qo'llanilayotgani ilmiy adabiyotlarda keng yoritilmoqda. Shu jihatdan sud-tibbiy ekspertiza ham raqamli transformatsiya jarayonlaridan chetda qolmasligi lozim. Chunki sud-tibbiy ekspertiza ko'pincha katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlashni talab qiladi: fotohujjatlar, KT/MRT tasvirlari, histologik preparatlar, toksikologik ko'rsatkichlar, DNK profil ma'lumotlari, biometrik identifikatsiya elementlari, shuningdek ekspert xulosalari va protokollarining matnli shakllari. Bunday ko'p manbali axborotlar bazasini inson omili bilan cheklangan imkoniyatlarda tahlil qilish ayrim hollarda xatolik xavfini oshirishi, diagnostik qarorlarning subyektiv talqin qilinishiga olib kelishi mumkin.

Sud-tibbiy amaliyotda ekspert xulosasining aniqligi va asoslanganligi nafaqat tibbiy, balki huquqiy oqibatlariga ham bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ekspertning xulosasi tergov yo'nalishini belgilashi, sud qaroriga asos bo'lishi, aybdorlik darajasini aniqlashda muhim dalil vazifasini bajarishi mumkin. Shuning uchun sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida standartlashtirilgan algoritmlar, raqamli qaydlar, dalillarni saqlashning xavfsiz mexanizmlari hamda tahlil natijalarini qayta tekshirish imkonini beruvchi texnologik platformalar zarurati ortib bormoqda. Ayniqsa, sud-tibbiy diagnostikada "xatoga yo'l qo'yish narxi" juda yuqori bo'lgani sababli, zamonaviy raqamli yechimlar yordamida ekspertiza jarayonlarini qo'llab-quvvatlash dolzarb masala sifatida namoyon bo'lmoqda.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining sud-tibbiy ekspertiza sohasiga kirib kelishi, avvalo, mashinaviy o'rganish (machine learning), chuqur o'rganish (deep learning), kompyuter ko'rishi (computer vision) hamda tabiiy tilni qayta ishlash (natural language processing) kabi yo'nalishlarning rivojlanishi bilan bevosita bog'liq. Ushbu

texnologiyalar radiologik tasvirlarda travmatik shikastlanishlarni avtomatik aniqlash, skelet suyaklarining sinishlarini klassifikatsiya qilish, postmortem KT natijalarini tahlil qilish, sud-tibbiy fotografiyalarni standartlashtirish, yaralar shakli va chuqurligini raqamli o'lchash, toksikologik spektr tahlillarini optimallashtirish, shuningdek DNK va biometrik identifikatsiya jarayonlarida algoritmik yordam ko'rsatish kabi ko'plab yo'nalishlarda qo'llanishi mumkin.

Bundan tashqari, sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida raqamli texnologiyalar nafaqat tahlil, balki hujjatlashtirish, dalillarni saqlash, dalillarni uzatish, ekspertiza natijalarini arxivlash va sud organlariga taqdim etish bosqichlarida ham katta ahamiyatga ega. Raqamli protokollash, elektron tibbiy-huquqiy hujjatlar, biometrik autentifikatsiya, blockchain texnologiyalariga asoslangan dalil zanjiri (chain of custody) tizimlari va markazlashtirilgan ma'lumotlar bazalari ekspertiza jarayonlarining shaffofligi va ishonchliligini oshirishda samarali mexanizm sifatida ko'rilmogda. Xususan, sud-tibbiy ekspertiza natijalarining o'zgarmasligini ta'minlash, hujjatlarni soxtalashtirish xavfini kamaytirish hamda dalil sifatida taqdim etiladigan ma'lumotlarning haqiqiylikni kafolatlash zamonaviy texnologik yondashuvlar orqali yanada kuchaytirilishi mumkin.

Shu bilan birga, sun'iy intellektni sud-tibbiy ekspertiza tizimida qo'llash masalasi bir qator murakkab ilmiy va huquqiy muammolarni ham yuzaga keltiradi. Jumladan, algoritmlarning ishonchliligi va validatsiyasi, o'qitilgan modelning klinik va ekspertiza sharoitlariga mosligi, ma'lumotlar bazasining sifati, turli populyatsiyalar bo'yicha algoritmik xolislik (bias) muammosi, shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish, tibbiy sirni saqlash hamda sud jarayonida SI natijalarining dalil sifatida qabul qilinishi kabi masalalar alohida e'tiborni talab etadi. Ekspert xulosasining yakuniy mas'uliyati kim zimmasida bo'lishi — inson ekspertmi yoki algoritm asosida qaror beruvchi tizimmi — degan savol ham ilmiy-huquqiy munozaralarning markazida turibdi. Shu sababli, SI texnologiyalarini sud-tibbiy ekspertizaga integratsiya qilish faqat texnik masala emas, balki tibbiy, huquqiy, etik va metodologik yondashuvlar uyg'unligini talab qiluvchi kompleks jarayon hisoblanadi.

Yuqoridagi omillarni inobatga olgan holda, sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni qo'llashning ilmiy asoslarini yoritish, amaliy samaradorligini baholash hamda mavjud cheklovlar va xavflarni tahlil qilish bugungi kunning dolzarb ilmiy vazifalaridan biridir. Mazkur maqola aynan shu yo'nalishda ilmiy asoslangan tahlil olib borib, sud-tibbiy ekspertiza tizimini modernizatsiya qilishda sun'iy intellektning imkoniyatlarini ochib berishga qaratilgan.

Asosiy qism: Sud-tibbiy ekspertiza tizimi tarixan klinik kuzatuv, morfologik tahlil, laborator tekshiruvlar hamda huquqiy me'yorlar bilan uyg'unlashgan murakkab ilmiy-amaliy yo'nalish sifatida shakllangan. So'nggi o'n yilliklarda sud-tibbiy amaliyotda ma'lumotlar hajmining ortishi, diagnostik vaziyatlarning murakkablashuvi va ekspert

xulosalarining huquqiy qiymati yanada kuchayishi sababli, ushbu sohada raqamli texnologiyalar hamda sun'iy intellekt (SI) yechimlarini joriy etish ehtiyoji keskin oshdi. Ayniqsa, zamonaviy sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida ko'p manbali axborotlar — radiologik tasvirlar, postmortem tekshiruv natijalari, toksikologik spektrlar, histologik preparatlar, biologik izlar, elektron tibbiy hujjatlar, videoyozuvlar, sud-tergov materiallari va boshqa ko'plab ma'lumotlar bir vaqtda tahlil qilinishi talab etiladi. Shu sababli insonning individual tajribasi va subyektiv baholashiga tayanadigan klassik yondashuvlar ayrim holatlarda yetarli bo'lmay qolmoqda.

Sud-tibbiy ekspertiza jarayonida sun'iy intellektdan foydalanishning birinchi va eng muhim yo'nalishlaridan biri — tasvirga asoslangan diagnostika hisoblanadi. Bugungi kunda kompyuter ko'rishi (computer vision) texnologiyalari orqali sud-tibbiy fotografiyalar, rentgenogrammlar, kompyuter tomografiya (KT) hamda magnit-rezonans tomografiya (MRT) tasvirlarida shikastlanishlarni avtomatik aniqlash, sinishlarni klassifikatsiya qilish, gemorragik o'choqlarni topish, yumshoq to'qimalar shikastlanishining chuqurligi va tarqalishini baholash imkoniyatlari kengaymoqda. Ayniqsa, postmortem KT va MRT tahlillari sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida o'lim sababini aniqlashda, ichki organlar shikastlanishini aniqlashda, yashirin qon ketishlar yoki gaz emboliasini ko'rsatishda, suyak tizimida mikrofrakturalarni aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Sun'iy intellekt algoritmlari tasvirlarni segmentatsiya qilish, anatomik strukturalarni avtomatik ajratish hamda patologik o'zgarishlarni aniqlash orqali ekspertning ishini sezilarli darajada yengillashtiradi. Bu jarayonlar natijasida diagnostika tezligi ortadi, inson omiliga bog'liq xatolar kamayadi, natijalar takrorlanishi (reproducibility) yaxshilanadi.

Sud-tibbiy ekspertizadagi yana bir muhim yo'nalish — biologik izlar va identifikatsiya jarayonlarida SI imkoniyatlaridan foydalanishdir. DNK tahlili, biologik suyuqliklar identifikatsiyasi, barmoq izi, yuz biometrikasi, iris skanerlash kabi usullar jinoyatni ochishda va shaxsni aniqlashda asosiy ilmiy dalil sifatida qo'llaniladi. Biroq bu yo'nalishda ham katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlash, ko'plab namunalarni solishtirish, aralash DNK profillarini ajratish kabi murakkab masalalar mavjud. Sun'iy intellekt asosidagi algoritmlar aralash DNK profilini ajratishda statistik modellarni kuchaytirishi, biometrik ma'lumotlarni tezkor solishtirishi, shuningdek ma'lumotlar bazalaridagi moslik ehtimolini yuqori aniqlik bilan hisoblab berishi mumkin. Bu esa identifikatsiya jarayonlarining ilmiy ishonchliligini oshirib, sud-tergov organlariga tezkor natija taqdim etish imkonini beradi.

Sud-tibbiy toksikologiya ham raqamli transformatsiyadan faol ta'sirlanayotgan yo'nalishlardan biridir. O'lim sababi va mexanizmini aniqlashda toksikologik tekshiruvlar, ayniqsa dori vositalari, narkotik moddalar, alkogol, og'ir metallar, pestitsidlar, uglerod oksidi kabi moddalarning organizmga ta'siri bilan bog'liq holatlarda

hal qiluvchi ahamiyatga ega. Toksikologik spektrlar, xromatografik natijalar va laborator ko'rsatkichlar ko'pincha murakkab ko'rinishda bo'lib, ularni talqin qilish yuqori malaka va tajriba talab qiladi. Sun'iy intellekt yordamida toksikologik natijalarni avtomatik interpretatsiya qilish, modda konsentratsiyasi va klinik ta'sir o'rtasidagi bog'liqlikni prognozlash, o'limga olib keluvchi dozani taxminiy baholash hamda bir nechta moddaning kombinatsion ta'sirini modellash tirish mumkin. Bunday yondashuvlar sud-tibbiy toksikologiyada xulosalarning aniqligini oshiradi, ayniqsa polifarmatsiya yoki aralash zaharlanish holatlarida ekspertga ilmiy asoslangan qaror chiqarishga yordam beradi.

Sud-tibbiy patologiya va histologik tahlil ham SI texnologiyalari uchun istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Mikroskopik preparatlarni baholashda yallig'lanish jarayonlari, nekroz, ishemiya, tromboz, o'sma jarayonlari, degenerativ o'zgarishlar va boshqa morfologik belgilar aniqlanadi. Raqamli patologiya (digital pathology) konsepsiyasi asosida histologik slaydlar yuqori aniqlikda skanerlanadi va elektron formatga o'tkaziladi. Sun'iy intellekt esa bu slaydlarda hujayra strukturalarini segmentatsiya qiladi, patologik o'zgarishlarni aniqlaydi, morfologik belgilarni kvantifikatsiya qiladi va natijani ekspert uchun tushunarli shaklda taqdim etadi. Natijada sud-tibbiy ekspertiza jarayonida histologik xulosalar tezroq olinadi, subyektiv farqlar kamayadi va murakkab diagnostik holatlarda ikkilamchi tekshiruv imkoniyatlari kengayadi.

Sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida sun'iy intellektning yana bir muhim qo'llanish sohasi — ekspert xulosalarini standartlashtirish va hujjatlashtirishdir. Sud-tibbiy xulosa nafaqat tibbiy hujjat, balki huquqiy kuchga ega bo'lgan rasmiy dalil hisoblanadi. Shu sababli xulosaning tuzilishi, terminologiyasi, dalillarni bayon qilish tartibi, klinik va laborator ma'lumotlarni keltirish uslubi qat'iy standartlarga mos bo'lishi talab etiladi. Amaliyotda esa ekspertlar tomonidan yozilgan xulosalarda uslubiy farqlar, terminlarning turlicha qo'llanishi, ayrim dalillarni yetarlicha asoslamaslik, xulosaning noaniq ifodalanishi kabi muammolar uchrashi mumkin. Tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) texnologiyalari asosida ishlovchi SI tizimlari ekspert xulosalarini tahlil qilib, xatoliklarni aniqlashi, terminologik nomuvofiqliklarni ko'rsatishi, xulosani standart shaklga moslashtirish bo'yicha tavsiyalar berishi mumkin. Bu esa sud organlari uchun xulosaning tushunarli bo'lishini, huquqiy baholashda aniqlikni oshirishini ta'minlaydi.

Sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida raqamli texnologiyalar faqat tahlil bilan cheklanmay, dalillarni saqlash va uzatishning xavfsiz tizimlarini yaratishda ham katta ahamiyat kasb etadi. Sud jarayonida dalil sifatida taqdim etiladigan har qanday materialning kelib chiqishi, o'zgarmaganligi va haqiqiyliги kafolatlangan bo'lishi kerak. Shu sababli "chain of custody" — dalilning butun harakat yo'li, kim tomonidan qachon qabul qilinganligi, qachon saqlangani va kimga uzatilganligini ko'rsatadigan tizim muhim hisoblanadi. Raqamli platformalar, elektron imzo, biometrik autentifikatsiya,

shifrlash mexanizmlari va blokcheyn texnologiyalari dalillarni soxtalashtirish ehtimolini kamaytirib, ekspertiza jarayonining shaffofligini oshiradi. Bu yondashuvlar ayniqsa raqamli foto, video, KT/MRT tasvirlari, laborator natijalar va elektron hujjatlar bilan ishlashda dolzarbdir.

Sun'iy intellektning sud-tibbiy ekspertiza tizimida qo'llanilishi bilan bog'liq eng muhim ilmiy masalalardan biri — algoritmning ishonchligi va validatsiyasidir. Tibbiyotda qo'llaniladigan SI tizimlari klinik sharoitda sinovdan o'tkazilishi, turli populyatsiyalar uchun mosligi baholanishi, diagnostik sezgirlik va spetsifiklik ko'rsatkichlari aniqlanishi kerak. Sud-tibbiy ekspertiza uchun bu talab yanada qat'iyroq bo'ladi, chunki xulosalar huquqiy oqibatlariga ega. Agar SI algoritmi noto'g'ri natija bersa, bu noto'g'ri sud qaroriga olib kelishi, inson taqdiriga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli sud-tibbiy sohada SI tizimlarini joriy etishdan oldin ularni mustaqil ilmiy markazlar tomonidan validatsiya qilish, xalqaro standartlar asosida sertifikatlash, real amaliyot sharoitida sinovdan o'tkazish zarur.

Bundan tashqari, sun'iy intellekt tizimlarida algoritmik xolislik (bias) muammosi ham dolzarb hisoblanadi. Agar model ma'lum bir populyatsiya ma'lumotlari asosida o'qitilgan bo'lsa, boshqa populyatsiyalarda uning aniqligi pasayishi mumkin. Bu sud-tibbiy ekspertiza jarayonida noto'g'ri baholashga olib kelishi ehtimoli mavjud. Masalan, shikastlanishlarning fototasvirlari turli yoritish sharoitida, turli teri rangida, turli anatomik o'zgarishlarda farqli ko'rinishda bo'lishi mumkin. Agar SI tizimi bu xilma-xillikni hisobga olmasa, noto'g'ri klassifikatsiya yuzaga keladi. Shuning uchun sud-tibbiy SI tizimlari turli demografik guruhlar, turli klinik vaziyatlar va turli sharoitlarda olingan ma'lumotlar bilan o'qitilishi lozim.

Sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida raqamli texnologiyalarni joriy etish ma'lumotlar xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish masalasini ham keskin dolzarb qiladi. Sud-tibbiy materiallar ko'pincha shaxsiy tibbiy ma'lumotlar, biometrik identifikatorlar, o'lim holati bilan bog'liq fotosuratlar, jarohat tasvirlari, DNK profillari va boshqa maxfiy axborotlarni o'z ichiga oladi. Bunday ma'lumotlar bilan ishlashda axborot xavfsizligi standartlariga qat'iy rioya qilinmasa, ma'lumotlarning tarqalishi, noqonuniy foydalanish yoki manipulyatsiya qilish xavfi ortadi. Shu sababli sud-tibbiy raqamli platformalar kuchli shifrlash, kirish nazorati, audit tizimi, foydalanuvchi autentifikatsiyasi va ma'lumotlarni anonimlashtirish mexanizmlari bilan ta'minlanishi zarur.

Sud-tibbiy ekspertiza sohasida sun'iy intellektning qo'llanilishi nafaqat texnik va tibbiy, balki etik va huquqiy masalalarni ham yuzaga chiqaradi. Ekspert xulosasining yakuniy mas'uliyati doimo inson ekspert zimmasida qolishi kerakligi haqidagi yondashuv ilmiy hamjamiyatda keng qo'llab-quvvatlanadi. SI tizimlari esa ekspertning qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlovchi, tahlilni tezlashtiruvchi va xatoliklarni kamaytiruvchi vosita sifatida ishlatilishi maqsadga muvofiq. Shu nuqtai nazardan "SI —

yordamchi, ekspert — mas'ul shaxs" tamoyili sud-tibbiy sohada eng maqbul model sifatida qaraladi. Bunda SI tomonidan taqdim etilgan natijalar tushuntiriladigan bo'lishi, ya'ni algoritm qanday mezonlar asosida shunday xulosa chiqargani izohlanishi muhimdir. Aks holda "qora quti" (black box) muammosi paydo bo'ladi, bu esa sud jarayonida SI natijasining dalil sifatida qabul qilinishiga to'sqinlik qilishi mumkin.

Sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni qo'llashning ijobiy tomonlari bilan bir qatorda, tizimni joriy etish bosqichida muayyan amaliy muammolar ham uchraydi. Jumladan, texnik infratuzilmaning yetarli emasligi, malakali IT mutaxassislar bilan hamkorlikning sustligi, ekspertlarning raqamli savodxonligi darajasi, mavjud qonunchilikda SI natijalarini baholash mezonlarining aniq belgilanmaganligi kabi omillar jarayonni sekinlashtirishi mumkin. Shuningdek, sud-tibbiy muassasalarda yagona raqamli platformalarning yo'qligi, turli laborator va diagnostik tizimlar o'rtasida integratsiyaning sustligi ham amaliy muammolardan biridir. Bunday holatlarda SI tizimlari to'liq ishlamasligi yoki fragmentar qo'llanilishi mumkin.

Shu bilan birga, dunyo tajribasi shuni ko'rsatadiki, sud-tibbiy ekspertiza sohasida raqamli texnologiyalarni bosqichma-bosqich joriy etish, avvalo hujjatlashtirish va ma'lumotlarni raqamlashtirishdan boshlanib, keyinchalik SI asosidagi tahliliy platformalar bilan boyitilishi samarali natija beradi. Dastlabki bosqichda sud-tibbiy protokollarni elektron formatga o'tkazish, postmortem tasvirlarni yagona bazaga jamlash, toksikologik va histologik natijalarni raqamli arxivlash, dalillar harakatini elektron kuzatish tizimini yaratish maqsadga muvofiq. Keyingi bosqichda esa SI algoritmlari ushbu bazalar asosida o'qitilib, ekspertiza jarayonining muayyan segmentlarida yordamchi sifatida qo'llanilishi mumkin. Umuman olganda, sud-tibbiy ekspertiza tizimida sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni joriy etish diagnostika aniqligini oshirish, ekspert xulosalarining ilmiy asoslanganligini kuchaytirish, inson omiliga bog'liq xatolarni kamaytirish, dalillarni saqlash va uzatishning shaffofligini ta'minlash, shuningdek sud-huquqiy tizimda ishonchni mustahkamlash imkonini beradi. Shu bilan birga, bu jarayonlar faqat texnologik modernizatsiya emas, balki sud-tibbiy ekspertlarning malakasini oshirish, huquqiy me'yorlarni moslashtirish, etik tamoyillarni ishlab chiqish hamda axborot xavfsizligini ta'minlashni talab qiluvchi kompleks islohotlar sifatida qaralishi lozim.

Muhokama: Sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni qo'llash masalasi hozirgi davrda nafaqat tibbiy diagnostika, balki huquqiy ishonchlilik, dalillar barqarorligi hamda ekspert xulosalarining standartlashtirilishi bilan bevosita bog'liq dolzarb yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Tadqiqot natijalarini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, sud-tibbiy jarayonlarda raqamli yechimlardan foydalanish, ayniqsa postmortem radiologiya, toksikologik tahlil, histologik baholash hamda biologik identifikatsiya kabi yo'nalishlarda ekspert ishini

sezilarli darajada yengillashtirishi mumkin. Bunda SI tizimlari ko'proq yordamchi instrument sifatida namoyon bo'lib, murakkab ma'lumotlarni tezkor saralash, shikastlanishlarni aniqlash va tahlil natijalarini tartibga solish orqali ekspertning klinik va morfologik fikrlash jarayonini qo'llab-quvvatlaydi.

Muhokama jarayonida eng muhim jihatlardan biri sifatida SI algoritmlarining sud-tibbiy sharoitga moslashtirilishi va ularning ishonchlilik darajasi masalasi alohida e'tiborni talab qiladi. Tibbiyotda qo'llaniladigan ko'plab algoritmlar klinik sharoitga mos ishlab chiqilgan bo'lsa-da, sud-tibbiy ekspertiza amaliyoti o'ziga xos xususiyatlarga ega: postmortem o'zgarishlar, to'qimalarning degradatsiyasi, ko'p faktorli shikastlanishlar, bir vaqtning o'zida bir necha patogenetik mexanizmlarning mavjudligi va o'lim sababining murakkab kombinatsiyasi. Shu sababli klinik ma'lumotlar asosida o'qitilgan model sud-tibbiy holatlarda bir xil aniqlikni bermasligi ehtimoli mavjud. Demak, SI tizimlarining sud-tibbiy soha uchun alohida validatsiya qilinishi va ekspertiza ma'lumotlari asosida qayta o'qitilishi muhim hisoblanadi.

Boshqa tomondan, raqamli texnologiyalar sud-tibbiy ekspertiza jarayonida dalillarni saqlash va hujjatlashtirishni yangi bosqichga olib chiqishi mumkin. Masalan, raqamli protokollash, elektron arxivlash, fotohujjatlarni standartlashtirish, biometrik autentifikatsiya hamda dalillar zanjiri nazoratini kuchaytiruvchi platformalar sud organlari uchun taqdim etiladigan materiallarning ishonchlilikini oshiradi. Bu holat ekspertiza jarayonida manipulyatsiya ehtimolini kamaytiradi, hujjatlarning yo'qolishi yoki buzilishi kabi xavflarni minimallashtiradi. Shu bilan birga, bunday tizimlarning joriy etilishi axborot xavfsizligi talablarini kuchaytirishni ham talab etadi, chunki sud-tibbiy ma'lumotlar shaxsiy va maxfiy axborot sifatida yuqori himoya darajasiga muhtoj.

Muhokamada muhim masalalardan yana biri — sun'iy intellekt natijalarining sud-huquqiy tizimda dalil sifatida qabul qilinishidir. Sud amaliyotida ekspert xulosasi faqat natija bilan emas, balki uning ilmiy asoslangan izohi bilan ham qiymat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, SI tizimlari "tushuntiriladigan" (explainable) model asosida ishlashi, ya'ni algoritmnining qanday mezonlarga tayanib shunday natijaga kelgani izohlanishi zarur. Aks holda "qora quti" muammosi yuzaga keladi va SI natijalarining huquqiy maqomi zaiflashadi. Demak, sud-tibbiy ekspertiza uchun ishlab chiqiladigan SI tizimlari faqat yuqori aniqlik bilan emas, balki interpretatsiya qilinadigan mexanizmga ega bo'lishi bilan ham farqlanishi kerak.

Umuman olganda, sud-tibbiy ekspertiza tizimida sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni qo'llash katta istiqbolga ega bo'lsa-da, uni amaliyotga tatbiq etish jarayoni ehtiyotkorlik, metodik nazorat va huquqiy tartibga solish asosida amalga oshirilishi lozim. Eng maqbul yondashuv sifatida SI texnologiyalarini ekspertning ilmiy qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida bosqichma-bosqich

joriy etish, shu bilan birga axborot xavfsizligi, validatsiya, etik tamoyillar va huquqiy javobgarlik masalalarini parallel ravishda takomillashtirish tavsiya etiladi.

Xulosa va takliflar: Sud-tibbiy ekspertiza amaliyoti zamonaviy huquqiy davlat tizimida dalillarni ilmiy asosda baholash, o'lim sababini aniqlash, shikastlanishlarning mexanizmini tavsiflash hamda shaxsni identifikatsiya qilish kabi mas'uliyatli vazifalarni bajaruvchi muhim tibbiy-huquqiy institut hisoblanadi. So'nggi yillarda tibbiyot, axborot texnologiyalari va huquq sohalarining integratsiyasi kuchayib borayotgan bir sharoitda sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarini raqamlashtirish hamda sun'iy intellekt (SI) asosidagi algoritmik yondashuvlarni joriy etish ekspertiza sifatini oshirishning ustuvor yo'nalishlaridan biri sifatida namoyon bo'lmoqda. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sud-tibbiy ekspertiza tizimida SI va raqamli texnologiyalarni kompleks qo'llash diagnostik aniqlikni oshirish, ekspert xulosalarining ilmiy asoslanganligini kuchaytirish, ma'lumotlar bilan ishlash samaradorligini yaxshilash hamda inson omiliga bog'liq xatoliklar ulushini kamaytirishga xizmat qiladi.

Maqolada yoritilgan tahlillar asosida quyidagi ilmiy xulosalarga kelish mumkin: birinchidan, kompyuter ko'rishi, chuqur o'rganish va mashinaviy o'rganish texnologiyalarining postmortem radiologiya, sud-tibbiy fotografiya, histologik slaydlar tahlili va toksikologik spektrlarni interpretatsiya qilishda qo'llanishi sud-tibbiy ekspertizani yanada yuqori standartlashtirish va ob'ektivlik darajasiga olib chiqadi. Ikkinchidan, tabiiy tilni qayta ishlash texnologiyalari sud-tibbiy xulosalarni rasmiylashtirishda terminologik aniqlikni ta'minlash, hujjatlarni normativ shaklga moslashtirish hamda xulosa mazmunini huquqiy talablarga mos tarzda tuzishda metodik yordamchi vosita sifatida foydalanilishi mumkin. Uchinchidan, dalillarni raqamli qayd etish, elektron arxivlash, biometrik autentifikatsiya va ma'lumotlarni shifrlash kabi texnologiyalar sud-tibbiy ekspertiza jarayonida dalillar zanjiri (chain of custody) ishonchligini kuchaytirib, sud-tergov organlariga taqdim etiladigan materiallarning haqiqiyliги va o'zgarmasligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Shu bilan birga, SI texnologiyalarining sud-tibbiy ekspertiza tizimida keng qo'llanilishi bir qator ilmiy-amaliy cheklovlar va xavf omillarini ham yuzaga chiqaradi. Eng muhim muammolar qatoriga algoritmik validatsiyasi va sertifikatlash jarayonlarining yetarli darajada yo'lga qo'yilmaganligi, ma'lumotlar bazasining sifat ko'rsatkichlari (completeness, accuracy, representativeness) turlicha bo'lishi, algoritmik xolislik (bias) va diskriminatsion xatoliklar ehtimoli, shuningdek shaxsiy ma'lumotlar va tibbiy sirni himoya qilish bilan bog'liq axborot xavfsizligi muammolari kiradi. Bundan tashqari, sud jarayonida SI natijalarining dalil sifatida qabul qilinishi, ekspert xulosasida SI tavsiyalarining huquqiy maqomi, shuningdek noto'g'ri algoritmik qaror yuzaga kelganda mas'uliyat kim zimmasiga tushishi masalalari ham dolzarb bo'lib qolmoqda. Demak, sud-tibbiy ekspertiza sohasida SI texnologiyalarini joriy etish jarayoni faqat texnik

modernizatsiya emas, balki kompleks tibbiy, huquqiy, metodologik va etik tizimlarni uyg'unlashtirishni talab qiluvchi ilmiy yo'nalish sifatida qaralishi lozim.

Tadqiqot natijalariga tayangan holda quyidagi amaliy-metodik takliflar ilgari suriladi:

1. Sud-tibbiy ekspertiza muassasalarida raqamli transformatsiyani bosqichma-bosqich joriy etish tavsiya etiladi. Dastlab hujjatlarni elektron formatga o'tkazish, postmortem radiologik tasvirlarni raqamli arxivga jamlash, toksikologik va histologik natijalarni yagona platformaga integratsiya qilish orqali ma'lumotlar bazasining sifatli shakllanishi ta'minlanishi lozim.

2. Sud-tibbiy amaliyotda qo'llaniladigan sun'iy intellekt algoritmlarini majburiy validatsiya va sertifikatlash tizimini yaratish zarur. Algoritmning sezgirligi, spetsifikligi, aniqligi, takrorlanuvchanligi va populyatsion mosligi mustaqil ilmiy markazlar hamda ekspert komissiyalari tomonidan baholanib, amaliyotga faqat tasdiqlangan tizimlar kiritilishi maqsadga muvofiq.

3. "SI — yordamchi, ekspert — mas'ul" tamoyilini metodik jihatdan mustahkamlash tavsiya etiladi. Ya'ni, sun'iy intellekt tizimlari ekspert qarorini avtomatik almashtiruvchi mexanizm emas, balki ekspert xulosasini ilmiy asoslashda yordam beruvchi qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida ishlatilishi lozim.

4. Sud-tibbiy ekspertiza jarayonlarida axborot xavfsizligi va shaxsiy ma'lumotlarni himoya qilish standartlarini kuchaytirish talab etiladi. Bunda shifrlash, kirish darajalarini cheklash, audit-log tizimi, biometrik autentifikatsiya hamda ma'lumotlarni anonimlashtirish mexanizmlarini joriy etish muhim hisoblanadi.

5. Sun'iy intellekt natijalarining sud jarayonida dalil sifatida qabul qilinish mezonlarini normativ-huquqiy jihatdan tartibga solish zarur. Xususan, SI tavsiyalarining huquqiy maqomi, xulosa matnida keltirish tartibi, interpretatsiya mezonlari va algoritmik xatolik yuzaga kelganda javobgarlik masalalari aniq belgilanishi lozim.

6. Sud-tibbiy ekspertlar uchun SI va raqamli texnologiyalar bo'yicha maxsus o'quv-trening tizimini yo'lga qo'yish tavsiya etiladi. Bu treninglar kompyuter ko'rishi, postmortem radiologiya, raqamli patologiya, toksikologik algoritmik tahlil, elektron hujjatlashtirish va SI natijalarini talqin qilish kabi yo'nalishlarni qamrab olishi lozim.

7. Sud-tibbiy ekspertiza jarayonida dalillar zanjiri (chain of custody) ishonchligini oshirish uchun elektron raqamli imzo va blokcheyn texnologiyalarini sinovdan o'tkazish maqsadga muvofiq. Bu dalillarning o'zgarmasligi, haqiqiyliги va manipulyatsiyadan himoyalanganligini kuchaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, sud-tibbiy ekspertiza sohasida sun'iy intellekt va raqamli texnologiyalarni joriy etish ekspertiza tizimining ilmiy asoslanganligini kuchaytiruvchi, diagnostika aniqligini oshiruvchi, hujjatlashtirishni standartlashtiruvchi hamda sud-huquqiy jarayonlar shaffofligini ta'minlovchi muhim innovatsion yo'nalish hisoblanadi. Biroq bu jarayonning muvaffaqiyati SI algoritmlarining ilmiy validatsiyasi, axborot

xavfsizligi, huquqiy tartibga solish, etik tamoyillar va ekspertlarning malakasini oshirish kabi omillar bilan uzviy bog'liq. Shu sababli sud-tibbiy ekspertiza tizimini modernizatsiya qilishda SI texnologiyalarini joriy etish davlat miqyosida strategik yo'nalish sifatida ko'rib chiqilishi, ilmiy markazlar, sud-tibbiy muassasalar, huquq organlari hamda IT sektori o'rtasida uzviy hamkorlik asosida amalga oshirilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Saini, K., Sonone, S.S., Sankhla, M.S. (eds.) Artificial Intelligence in Forensic Science: An Emerging Technology in Criminal Investigation Systems. CRC Press, 2024, 206 pp. Bu kitob forensika va jinoyat tergov tizimlarida sun'iy intellekt imkoniyatlari haqida keng qamrovli tahlilni taqdim etadi.
2. Chaudhary, N.K., Patel, A., Mishra, A. (eds.) Artificial Intelligence and Digital Forensics: Advancements, Applications, Challenges, and Solutions. CRC Press, 2026, 236 pp. AI'ning raqamli forensika sohasida qo'llanishi va muammolari ko'rib chiqilgan.
3. Zaheen, U., Rakha, A., Hassan, Q., Khan, M.F., Akhtar, S., Munawar, A. "A systematic review about the evolving role of artificial intelligence in various fields of forensic medicine." J Forensic Leg Med. 2026;117:103043. Xalqaro tizimli sharh maqolasi.
4. Gupta, R.R. "Role of artificial intelligence (AI) in forensic and medical sciences." IP Int J Forensic Med Toxicol Sci. 2023;8(2):47. Forensika va tibbiyotda AI roli haqida maqola.
5. Kumar S., Shah B., Shandil A., Singh O.G. "Use of artificial intelligence in the field of forensic medicine & criminal investigation: A way forward." IP Int J Forensic Med Toxicol Sci. 2024;9(2):73-76. AI va jinoyat tergovda qo'llash haqida maqola.
6. Patel, K. Artificial Intelligence in Forensic Medicine. IJRaset, 2025; maqola tibbiy ekspertizadagi AI qo'llanilishi haqida.
7. Sadykov, M.B., Begaliyev, Y.N., Bakhteev, D.V., va boshqalar. "Use of artificial intelligence and human chipping in forensic medicine: a review." Russian Journal of Forensic Medicine 2024;10(1):79-87. Xorijiy ekspertiza tahlili.
8. Application and performance of artificial intelligence technology in forensic odontology – A systematic review. Legal Med. 2021;48:101826. Forensik odontologiyada AI qo'llash bo'yicha tizimli sharh.
9. Du, X., Hargreaves, C., et al. "SoK: Exploring the State of the Art and the Future Potential of Artificial Intelligence in Digital Forensic Investigation." arXiv:2012.01987, 2020. Raqamli forensika va AI bo'yicha akademik sharh.
10. Nurkeyeva, D.R., Begaliyev, Y.N., Abzalbekova, M.T., Biyebayeva, A.A., Zhaxybekova, F.S. "On using artificial intelligence in procedural decision-making in

forensic medical examination.” Russian Journal of Forensic Medicine Vol.10, No.4 (2024):578-588. AI’ni sud-tibbiy ekspertizadagi qaror qabul qilishda qo‘llash.

11. Yo‘lchiyeva, M.Sh., Eshonqulova, M.A., Soatov, B.B. “Tibbiyotda sud-tibbiy ekspertiza va zamonaviy metodlar.” Intl Scientific Practical Conference Proceedings, 2025; maqola tomografiya va zamonaviy metodlarni tahlil qiladi.

12. Isroilova, X.S. “Elektron sog‘liqni saqlash tizimida sun’iy intellektni joriy etish: muammolar va samarali yechimlar.” Intl Conf on Multidisciplinary Sciences & Educational Practices, 2025; 232-235. SI va raqamli sog‘liqni saqlash.

13. Hamroyev, A.Sh., Daminova, M.M., Mamirova, E.K. “Tibbiyotda kasallikni erta aniqlash uchun sun’iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanilishi.” Intl Journal of Science, 2024; maqola diagnostikada SI’ni ko‘rib chiqadi.

14. Karimjonova, M. “Sun’iy intellekt asosida tibbiy diagnostika tizimlari.” Obrazovanie Nauka Innovatsionnye Idei v Mire, 2025; 79(2):329-331.