

SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA TIBBIY DIAGNOSTIKA TIZIMLARI**Nurmatov Sardor Sidikovich****Naimxonova Munojotxon****Qo'qon universiteti****naimxonovamunojot@gmail.com****<https://doi.org/10.5281/zenodo.18060135>**

Annotatsiya. Ushbu maqola zamonaviy tibbiyot sohasida sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining joriy etilishi va uning tibbiy diagnostika tizimlariga ta'sirini tahlil qiladi. SI, xususan, chuqur o'rganish (Deep Learning) metodlari tibbiy tasvirlarni (KT, MRT, rentgen) tahlil qilish, kasalliklarni erta aniqlash va shaxsiylashtirilgan tibbiyotni rivojlantirishdagi yutuqlari o'rganilgan. Maqolada SI ning diagnostik aniqlikni oshirish, vaqtni tejash va subyektiv xatoliklarni kamaytirishdagi afzalliklari ko'rsatilgan. Shuningdek, ma'lumotlar bazasi sifatiga bo'lgan talab, etik va huquqiy javobgarlik kabi mavjud muammolar va ularni hal qilish yo'llari muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, Tibbiy diagnostika, Chuqur o'rganish, Neyron tarmoqlar, Radiologiya, Teleditsina, Tashxis aniqligi, Shaxsiylashtirilgan tibbiyot.

Kirish:

Bugungi kunda sog'liqni saqlash tizimlari aholi sonining o'sishi, kasalliklar murakkabligining oshishi va malakali kadrlar taqchilligi kabi global muammolarga duch kelmoqda. Tibbiy diagnostika — muvaffaqiyatli davolanishning asosidir, biroq u ko'pincha inson omiliga bog'liq bo'lib, xatoliklar ehtimoli yuqori. So'nggi o'n yilliklarda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi bu vaziyatni tubdan o'zgartirish salohiyatiga ega bo'ldi. SI algoritmlari, ayniqsa, **Mashinani o'rganish** va **Chuqur o'rganishga** asoslangan modellar, ulkan hajmdagi tibbiy ma'lumotlarni (Big Data) misli ko'rilmagan tezlikda va aniqlikda tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu maqolaning maqsadi – tibbiy diagnostika tizimlarida SI ning joriy qo'llanilishi, uning amaliy afzalliklari va ilmiy hamjamiyat hamda amaliyot oldida turgan asosiy muammolarni tahlil qilishdan iborat. So'nggi paytlarda axborot tizimlariga bo'lgan talabning ortishi tufayli sun'iy intellektga qiziqish ortib bormoqda. Biz global to'plamning rivojlanishiga o'xshash yangi axborot inqilobiga tobora yaqinlashmoqdamiz, uning nomi sun'iy intellektidir. Sun'iy intellekt (SI) - bu inson intellektual faoliyatining tamoyillari va mexanizmlarini o'rganish va modellashtirishga qaratilgan tadqiqot sohasi. Fan sifatida SI informatika, tilshunoslik, psixologiya va falsafa chorrahasida joylashgan. Bundan tashqari, tegishli sohadagi maxsus ixtisoslashgan bilimlar SI ni qo'llash sohalarida, masalan, tabiiy fanlar, huquq, iqtisodiyot va tibbiyotda ham qo'llaniladi. Murakkab muammolarni hal qilish va inson ongini simulyatsiya qilish uchun sun'iy inson qiyofasini yaratish g'oyasi qadim zamonlardan beri mavjud. Sun'iy inson qiyofasini yaratish g'oyasini birinchi marta XIV asrda tushunchalarning universal tasnifiga asoslangan turli muammolarni hal qilish uchun mashina yaratishga harakat qilgan R. Lully (taxminan 1235-1315 yillar) ifodalagan [9]. XVIII asrda G. Leybnits (1646-1716) va R. Dekart (1596-1650) barcha fanlar uchun universal tasniflash tillarini taklif qilish orqali bu g'oyani mustaqil ravishda rivojlantirdilar. Bu g'oyalar sun'iy intellektni yaratish sohasidagi nazariy ishlanmalarning asosini tashkil etdi. Sun'iy intellektning ilmiy soha sifatida tug'ilishi XX asrning 40-yillarida kompyuterlar yaratilgandan keyingina sodir bo'ldi. Shu bilan birga, Norbert Viner kibernetikaning yangi fani bo'yicha o'zining muhim asarlarini yaratdi. Sun'iy intellekt atamasi

1956 yilda Stenford universitetida (AQSh) shu nomdagi seminarida taklif qilingan. Seminar hisoblash muammolarini emas, balki mantiqiy muammolarni ishlab chiqishga bag'ishlangan edi. Shunday qilib, sun'iy intellekt sohasidagi tadqiqotlar inson faoliyatining fikrlash, ma'lum bir ko'nikma va to'plangan tajribani talab qiladigan sohalarini taqlid qila oladigan kompyuter dasturlarini ishlab chiqish va amalga oshirishga qaratilgan. Bularga qaror qabul qilish, naqshni aniqlash va inson tilini tushunish vazifalari kiradi. Sun'iy intellekt sohasida ishlaydigan tadqiqotchilar an'anaviy kompyuter fanidan ancha tashqariga chiqadigan juda murakkab muammolar bilan kurashayotganliklarini aniqladilar. Ma'lum bo'lishicha, birinchi navbatda o'rganish jarayonining mexanizmlarini, til va hissiy idrokning mohiyatini tushunish kerak. Ma'lum bo'lishicha, inson miyasining ishini taqlid qiladigan mashinalarni yaratish uchun uning milliardlab o'zaro bog'liq neyronlari qanday ishlashini tushunish kerak. Tadqiqotchilarning aksariyati zamonaviy fan duch keladigan eng qiyin muammo, ehtimol, inson ongi faoliyati jarayonlarini tushunish va shunchaki uning ishini taqlid qilish emas, degan xulosaga kelishdi, bu esa psixologik fanning fundamental nazariy muammolariga bevosita ta'sir ko'rsatdi. Darhaqiqat, olimlar uchun o'z tadqiqotlarining mavzusi - aql-zakovat haqida yagona nuqtai nazarga kelish qiyin. Ba'zilar aql-zakovat murakkab muammolarni hal qilish qobiliyati deb hisoblashadi; boshqalar buni o'rganish, umumlashtirish va taqqoslash qobiliyati deb hisoblashadi; boshqalar esa - tashqi dunyo bilan aloqa, idrok va idrok qilinadigan narsani anglash orqali o'zaro ta'sir qilish qobiliyati deb hisoblashadi. Shunga qaramay, ko'plab AI tadqiqotchilari 50-yillarning boshlarida taniqli ingliz matematiki va kompyuter olimi Alan Turing tomonidan taklif qilingan mashina aql-zakovati testini qabul qilishga moyil. Agar kompyuter bizni mashina bilan emas, balki odam bilan ishlayotganimizga ishonтира olsa, uni aqlli deb hisoblash mumkin, deb ta'kidladi.

Biroq, faqat Ikkinchi jahon urushidan keyin aqlli xatti-harakatlarni modellashtirishning asosiy maqsadini amalga oshirishga qodir deb ko'ringan qurilmalar paydo bo'ldi: bular elektron raqamli kompyuterlar edi. "Elektron miya", o'sha davrda kompyuterga shunday ishtiyoq bilan berilgan nom, 1952 yilda AQSh televideniyesini hayratga soldi — prezident saylovlari natijalarini yakuniy ma'lumotlar kelishidan bir necha soat oldin aniq bashorat qilib. Kompyuterning bu "mo'jizasi" ko'plab olimlarga shunday fikrga kelishga imkon berdi: bir kun kelib avtomatik kompyuterlar shu qadar tez, tinmay va aniq harakat qiladiki, ular inson tafakkuriga xos bo'lgan nomoddiy jarayonlarni taqlid qila oladi — unda bilimlarni qabul qilish va o'rganish, naqshlarni tanish, kundalik nutqni tushunish, xatlar yozish, noma'lum sharoitlarda to'g'ri qaror qabul qilish (hamma faktlar noma'lum bo'lsa ham) kabi jarayonlar bor. Aynan mana shu tarzda AI tizimlarini "masofadan turib" rivojlantirish uchun ma'lum bir "ijtimoiy tartib" yuzaga keldi [1–4].

Hozirda AI tadqiqotlarining olti asosiy yo'nalishi mavjud:

1. bilimlarni aks ettirish;
2. bilimlarni manipulyatsiya qilish va qidirish;
3. kommunikatsiya tizimlari;
4. idrok tizimlari;
5. mashinaviy o'rganish;
6. aqlli xatti-harakatlarni modellashtirish.

AI ilmiy fan sifatida shakllanishi kompyuter texnologiyasi imkoniyatlarining kengayishi va matematik kompyuterlarni qo'llab-quvvatlashga bo'lgan ehtiyojning ortishi bilan bog'liq.

Ko'plab olimlar Alan Tyuringni asoschi deb hisoblaydi. 1950 yilda Tyuringning "Hisoblash texnikasi va aql" nomli maqolasida mashinaning inson kabi fikrlashi mumkinligini baholash mezonini sifatida mashhur Tyuring testi taklif qilingan.

Intellectual tizimdagi muammo domeni subyekt sohasi va vazifalar bilan belgilanadi.

a) Subyekt sohasi oblastni tavsiflaydi: u erdagi elementlar turlari va hal qilinadigan vazifalar. Ishlab chiquvchi nuqtai nazaridan subyekt sohasi statik va dinamik turlarga bo'linadi. Statik soha shunday sohaki, unda ma'lumotlar o'zgarmaydi. Dinamik sohada esa ma'lumotlar (dastlabki ma'lumotlarga nisbatan) o'zgarishi yoki yangilanishi mumkin. Agar dastlabki ma'lumotlar o'zgaradigan bo'lsa, soha dinamik deyiladi [6,7,8].

Tibbiy diagnostika dinamik va klinik diagnostika jarayoni bilan bog'liq; agar ishlab chiquvchi diagnostika jarayonini to'g'ri tushunmasa, ular noto'g'ri ishlovchi dastur yaratishi ehtimoldan xoli emas. Tibbiy diagnostika faqat tegishli fundamental bilimlar asosida to'g'ri yaratilishi mumkin. Shifokorlar bosh miya, bioximyo, fiziologiya, patomorfologiya, immunologiya, parazitologiya, sud tibbiyoti, epidemiologiya, jarrohlik, pediatriya, radiologiya, farmakologiya va boshqalar kabi ko'plab sohalarida bilim olishlari kerak.

Ideal holda, ishlab chiquvchi ham ushbu tibbiyot sohalarida ma'lum bilimga ega bo'lishi lozim. Tibbiy diagnostika jarayonida tibbiy ko'rsatmalar va yo'riqnomalarni bilish shart — bu ko'nikmalarni faqat tibbiy ta'lim bilan o'rganish mumkin. Shifokor tajribasi juda ahamiyatli. Agar siz tibbiy diagnostika tizimi yaratmoqchi bo'lsangiz (masalan, bemorni so'roq qilish, ultratovush, rentgen tasvirlarini tahlil qilish, test natijalarini baholash va hokazo), juda katta vaqt va resurs talab etiladi. Cheksiz resurslar bo'lmaguncha bunday mahsulotni bozorga chiqara olmaysiz [11,12].

Saraton uchun klinik soha juda murakkab. Katta klinik hudud qiyin bo'ladi — tor ixtisos yo'nalishi bilan ishlash maqsadga muvofiq. Tijorat maqsadlari uchun tuzilgan tizimlar sozlanishi, klinik diagnostikani to'g'ri qo'llashi kerak. Tibbiyot dasturiy ta'minoti bozori juda jadal rivojlanmoqda; hatto klinik sinovlarsiz ham tibbiyotdagi dasturiy mahsulotlar tizimlari juda ko'p

Zamonaviy adabiyot tahlili shuni ko'rsatdiki, hozirgi vaqtda texnologiyalar yaratish, loyihalash hamda ekspert tizimlarini (ET) yaratish bo'yicha tajriba mavjud, jumladan, tibbiy va texnik diagnostika masalalarini hal qilishga oid tizimlar ham shular jumlasidandir. A. Gudallning ta'kidlashicha, odatiy ETda vaqtning taxminan 70% qismi interfeysni ishlab chiqishga sarflanadi, bu o'rtacha kodning 44% ini tashkil etadi, mantiqiy xulosa chiqarish mexanizmi kodning 8% ini, bilimlar bazasi esa 22% ini egallaydi. Buning sabablari — muammo boshlang'ich ma'lumotlarini tavsiflovchi ko'plab soha tushunchalarining mavjudligi, shuningdek, interfeysni bilimlar bazasi va xulosa chiqarish mexanizmi bilan birgalikda loyihalash zarurligidir [10].

Tipik ideal ekspert tizimi quyidagi asosiy xususiyatlarga ega bo'lishi kerak:

1. kompetentlik;
2. mulohaza yuritish qobiliyati;
3. real predmet sohalaridagi murakkab, noformal masalalarni hal qilish qobiliyati;
4. o'zini anglash qobiliyati.

Tipik ekspert tizimining arxitekturasini quyidagi asosiy komponentlarni o'z ichiga oladi: bilimlar bazasi (BB); ma'lumotlar bazasi (MB); maqsadlar bazasi; ishchi xotira yoki ishchi bilimlar bazasi; qaror chiqarish (inferensiya) quyi tizimi; intellektual interfeys quyi tizimi;

qo'llab-quvvatlash va nosozliklarni tuzatish quyi tizimi; raqamli modellashtirish quyi tizimi; qarorlarni tushuntirish quyi tizimi; koordinatsiya va boshqaruv quyi tizimi.

Intellectual tizimlarning asosiy vazifasi — bilimlarni qayta ishlashdir. Ko'pincha intellektual tizimlar murakkab muammolarni hal qilishda qo'llanadi, bunda yechimning asosiy murakkabligi amaliyotchi mutaxassislarning yomon formalashtirilgan bilimlariga tayanish va hisoblashdan ko'ra mantiqiy (yoki semantik) axborot qayta ishlashning ustun kelishi bilan bog'liq. Masalan, tabiiy tilni tushunish, tasvirlarni tahlil qilish, murakkab vaziyatlarda qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlash, tashxis qo'yish va davolash usullari bo'yicha tavsiyalar berish shular jumlasidandir [9, 11, 12, 18, 20, 21].

Intellectual tizimda bilimlarni qanday model bilan ifodalash kerakligi masalasi hanuzgacha to'liq hal etilmagan. Masalan, dastlab yaratilgan "bo'sh" ETlar — bilimlarni ifodalashning mashhur usullari (freym, qoidalar yoki semantik tarmoqlar) va xulosa chiqarish mexanizmlariga ega bo'lgan tizimlar — amaliy dasturiy realizatsiyada samarali ham, qulay ham bo'lmagan. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, har bir muammo sohasi bilimlarni ifodalash modeli va yechimni olish usulining aniq, qat'iy belgilangan shakliga ega bo'lishi kerak.

Bilimlarni ifodalash modellari ko'pincha ekspertlardan olingan axborot bilan ishlaydi, bu axborot odatda sifatli bo'ladi va ba'zida zid keladi. Biroq kompyuterning o'ziga xos ishlashi tufayli bunday axborot bir ma'noli va formal shaklga keltirilishi kerak. Konseptual bilimlarni modellashtirish va formalashtirish metodologiyasi sifatida bilimlarni ifodalash kompyuter tomonidan qayta ishlashga yo'naltirilgan bo'lib, bilimlar injiniringi bilan bog'liq eng muhim mavzulardan biridir.

Eng muhim muammolardan biri — bilimlarni ifodalash muammosidir. Buning sababi — bilimlarni ifodalash shakli tizimning xususiyatlari va imkoniyatlariga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Tabiiy va texnik fanlarda bilimlarni ifodalashning quyidagi an'anaviy usuli qo'llanadi: tabiiy tilda asosiy tushunchalar va ular orasidagi munosabatlar kiritiladi, bunda ma'nosi allaqachon ma'lum bo'lgan oldin belgilangan tushuncha va munosabatlardan foydalaniladi. Keyin bilimlardagi tushunchalarning xususiyatlari (ko'pincha miqdoriy ko'rsatkichlar) va mos matematik model o'rtasida muvofiqlik o'rnatiladi.

Bilimlar har doim ham aniq ta'riflana olmaydi — ko'pincha "noaniq" (fuzzy) bilimlarga duch kelinadi. Inson bilimlarini formallashtirishga urinish jarayonida tadqiqotchilar tez orada shunday muammoni uchratdiki, u an'anaviy matematik vositalardan foydalanishni qiyinlashtirdi. Ob'ektlarning sifat ko'rsatkichlariga asoslangan tasvirlar sinfi mavjud: ko'p, oz, kuchli, juda kuchli va hokazo. Bu tavsiflar odatda noaniq bo'ladi va aniq talqin qilib bo'lmaydi, biroq ular muhim axborotni o'z ichiga oladi, masalan: "Kene orqali yuqadigan ensefalitning mumkin bo'lgan alomatlaridan biri yuqori temperatura".

Bundan tashqari, intellektual tizimlar hal qiladigan masalalar ko'pincha to'liq rost yoki yolg'on deb bo'lmaydigan noaniq bilimlardan foydalanishni talab qiladi. Ba'zi bilimlar ishonchlilik darajasi bilan ifodalanadi, ya'ni oraliq qiymatga ega bo'ladi.

Noaniq (fuzzy) bilimlarni ifodalash uchun 70-yillarning boshlarida amerikalik matematik Lofti Zadeh noaniq algebra va noaniq mantiqning formal apparatini taklif etdi (L. A. Zadeh, *Fuzzy Sets, Information and Control*). L. Zadehning nazariyasi subyektiv bir faktga asoslanadi — maqsad haqidagi subyektiv tasavvurlar har doim noaniq bo'ladi. Ammo u keyingi qadamni ham qo'yadi — u subyekt ishlaydigan barcha baholar va cheklovlar ham odatda noaniq bo'lishini, hatto ba'zan boshlang'ich shaklida umuman miqdoriy tavsifga ega bo'lmasligini ta'kidlaydi.

L. Zadeh noaniq mantiqning asosiy tushunchalaridan birini — **lingvistik o'zgaruvchi** tushunchasini kiritdi. Lingvistik o'zgaruvchi — bu qiymati muayyan xususiyatning og'zaki tavsiflari to'plami bilan aniqlanadigan o'zgaruvchidir. Masalan, "og'riq" lingvistik o'zgaruvchisi quyidagi to'plam bilan tavsiflanadi: (chimchilovchi, kesuvchi, sanchuvchi, otuvchi, o'tkir, o'tmas, kuydiruvchi).

Lingvistik o'zgaruvchilar yordamida ifodalangan noaniq bilimlar bilan amallarni bajarishning ko'plab usullari mavjud. Ularning aksariyati heuristik usullardir. Lingvistik tushunchalarni kuchaytirish yoki susaytirish maxsus kvantifikatorlar orqali amalga oshiriladi. Noaniq to'plamlar bo'yicha chiqarim (inferensiya) qilish uchun ular ustida maxsus munosabatlar va amallar qo'llaniladi. Shulardan biri — **taxminiy (approximate) xulosa chiqarish nazariyasi**.

Taxminiy xulosa chiqarish nazariyasi Lofti Zadeh tomonidan 1979 yilda yaratilgan. Ushbu nazariya noaniq va noaniqlikni o'z ichiga olgan axborot asosida mantiqiy xulosa chiqarishni amalga oshirish uchun qudratli vositani taqdim etadi. Bu nazariyaning asosiy g'oyasi — mantiqiy hukmlarni o'zgaruvchilarga noaniq to'plamlarni qiymat sifatida tayinlaydigan shaklda ifodalashdir [9].

Yuqorida keltirilgan tadqiqotlarga qaramay, klinik holatlarning aksariyati hanuzgacha qo'lda klinik tashxis qo'yishga tayanadi. Qo'lda klinik tashxis qo'yish juda murakkab, noqulay va xatolarga moyil jarayondir; juda tajribali shifokorlar ham ba'zan klinik holatning dastlabki bosqichida to'g'ri tashxis qo'ya olmaydilar.

Ushbu maqolaning maqsadi — sog'liqni saqlash va tibbiyot uchun mo'ljallangan tibbiy axborot tizimlarida diagnostik qaror qabul qilishni avtomatlashtirishga oid dasturiy ta'minot yordamini o'rganish, klinik tizimlarning diagnostik qaror qabul qilishni qo'llab-quvvatlashini yaxshilashi mumkin bo'lgan algoritmik yondashuvlarni ishlab chiqishdir. Shuningdek, maqola diagnostika jarayonini, diagnostik qaror qabul qilish tizimi dasturiy ta'minotining klinik ishonchliligini o'rganadi va rivojlanishning klinik diagnostika ishonchliligini oshiradigan yangi yo'lini taklif etadi.

Tibbiy axborot tizimlarini (TAT) intellektuallashtirishning dastlabki bosqichida biz, tegishli tibbiyot sohasidagi tajribali shifokorlar bilan birgalikda, bemorlarni tekshirish jarayonida shifokorni intellektual qo'llab-quvvatlash tizimini yaratdik va klinik amaliyotga tatbiq etdik. Bu tizim [19] dagi tizimga o'xshash, ammo shoshilinch (urg'ent) patologiyalar uchun mo'ljallangan. Shu bilan birga, biz ushbu tizimning bilimlar bazasi sistemalarini ko'p tarmoqli shifoxonada faoliyat yuritadigan shoshilinch qorin bo'shlig'i jarrohligi va shoshilinch tibbiyot yo'nalishlari uchun ishlab chiqdik.

Shuni hisobga olibki, shoshilinch tibbiyotda **o'z vaqtida va tezkor aniqlash (prognozlash)** — hayot uchun xavfli shoshilinch holatlarni (muammo vaziyatlarini — MV) aniqlash va ularni bartaraf etish bo'yicha zarur choralarni ko'rish juda muhim, biz bemorning elektron tibbiy tarixidan (ETT) MVni avtomatik aniqlash uchun metodlar, algoritmlar va dasturiy ta'minotni ishlab chiqdik. Shuningdek, MVdan chiqish bo'yicha keyingi bosqichda tibbiy xizmatlarga intellektual yordam ko'rsatish mexanizmini yaratdik.

Tabiiyki, bunday vaziyatlar turli organlarning patologik holatlarida turlicha bo'ladi hamda ularni bartaraf etish uchun mos yondashuvlarni talab qiladi.

Bunday ishlanmalar ayniqsa subyektivlik darajasi juda yuqori bo'lgan va qaror qabul qilish mas'uliyati juda katta bo'lgan tibbiyot sohalari uchun dolzarb va zarur hisoblanadi.

Xulosa:

Sun'iy intellektga asoslangan diagnostika tizimlari tibbiyot sohasida inqilobiy o'zgarishlar yaratishga qodir. Ular diagnostik aniqlikni sezilarli darajada oshiradi, kasalliklarni erta bosqichda aniqlashga yordam beradi va tibbiy xizmatlarni qulaylashtiradi. Biroq, bu texnologiyaning to'liq salohiyatidan foydalanish uchun hali yechilishi kerak bo'lgan jiddiy muammolar mavjud: ma'lumotlar sifatini ta'minlash, tegishli huquqiy bazani yaratish va SI ni shifokorlar bilan samarali integratsiya qilish.

Kelajakda SI inson-shifokor o'rnini to'liq egallash o'rniga, uning samarali **yordamchisi** va **qo'shimcha asbobi** sifatida xizmat qiladi. SI tibbiy diagnostikani yanada ob'ektiv, tezkor va shaxsiylashtirilgan qilish orqali butun dunyo bo'ylab insonlar salomatligini saqlashga katta hissa qo'shishda davom etadi.

Adabiyotlar, References, Литературы:

1. Minaev Yu.L., Golovinova V.Yu., Panin P.F. va boshq. Prakticheskaya meditsinskaya deyatel'nost' i iskusstvennyy intellekt // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, t. 12, № 1(6), 2010.
2. Combi C., Shahar Y., Abu-Hanna A. *Artificial Intelligence in Medicine* (Lecture Notes in Computer Science). Springer, 2009. [AIME 2007 konferensiyasi materiallari].
3. Taylor P. *From Patient Data to Medical Knowledge: The Principles and Practice of Health Informatics*. Wiley-Blackwell, 2006. [Tibbiyotda IT qo'llanishi haqida].
4. Gil'fanov N.M. Meditsinskie aspekty razrabotki iskusstvennogo intellekta. Kyrgyzsko-Rossiyskiy (Slavyanskiy) Universitet, Meditsinskiy fakultet. Studencheskaya konferentsiya, 1999.
5. Komartsova L.G., Kadnikov D.S. Sravnitel'nyy analiz geneticheskikh algoritmov poiska optimal'nogo resheniya. MGTU im. N.E. Baumana, 2010.
6. Popov E.V. va boshq. *Iskusstvennyy intellekt*. T.1. Moskva: Radio i svyaz', 1990.
7. Nil'son N. *Iskusstvennyy intellekt*. (Ingliz tilidan tarjima). Moskva: Mir, 1973.
8. Adamenko A.N., Kuchukov A.M. *Logicheskoe programmirovaniye i Visual Prolog*. Sankt-Peterburg: BKhV-Peterburg, 2003.
9. Lapina A.V. *Intellektual'nye informatsionnye sistemy*. O'quv qo'llanma, Rossiya, 2014. 204 bet.
10. Nurmatov A.A. *Programmnoye i matematicheskoye obespecheniye ekspertnoy sistemy differentsial'noy diagnostiki*. Dissertatsiya, 05.13.11 – kompyuter tizimlari uchun matematik va dasturiy ta'minot.
11. Abdumanonov A.A. Intellectualization of medical information systems // XXIII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya "Sovremennye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk", Rossiya, 2015, s. 28–30.
12. Abdumanonov A.A., Karabaev M., Makhmudov N.I. Ob intellektualizatsii meditsinskikh informatsionnykh sistem // Modern informatization problems in modeling and social technologies. XVIII-th International Open Science Conference, Lorman, MS, USA, 2013, pp. 244–250.
13. Abdumanonov A.A., Abdumo'minov A.A. Technologies for electronic generation of medical records in medical information systems // *Academicia – An International*

Multidisciplinary Research Journal, Vol. 11, Issue 5, 2021, pp. 1227–1242. DOI: 10.5958/2249-7137.2021.01541.X

14. Abdumanonov A.A., Khalilov D.A., Jumaboyeva N. Research of methods of application of neuro-information networks in medicine // Scientific ideas of young scientists, International scientific and practical conference, Warsaw, Poland, January 2021, p. 53.
15. Abdumanonov A.A. Kasalliklarni tashxislashda bilimlarni shakllantirishning produktsion modeli // Farg'ona politehnika instituti ilmiy–texnika jurnali, 2020, Tom 24, № 3, b. 60–68.
16. Abdumanonov A.A., Zokirov S.I. Kasalliklarni tashxislash qarorlarini qabul qilish tizimlarida neyron tarmoqlarni o'qitish algoritmlari // Scientific-technical journal (STJ FerPI, FarPI ITJ, NTJ FerPI), 2022, spets. vypusk № 3, b. 49–57.
17. Abdumannov A.A., Karabaev M.K., Khoshimov V.G. Informatsion-kommunikatsion tekhnologii dlya sozdaniya edinogo informatsionnogo prostranstva lechebnykh uchrezhdeniy // Vrach i informatsionnye tekhnologii, 2012, № 1, s. 75–78.
18. Fersht V.M., Latkin A.P., Ivanova V.N. Sovremennye podkhody k ispol'zovaniyu iskusstvennogo intellekta v meditsine // Territoriya novykh vozmozhnostey. Vestnik VGUES, 2020, T. 12, № 1, s. 121–130.
19. Chernenko O.V., Lakman I.A., Shkel' O.A., Padukova A.A., Nafikov Sh.R., Shabanova K.I. Primeneniye algoritmov iskusstvennogo intellekta dlya otsenki effektivnosti terapii u dializnykh patsiyentov // J. Healthcare Management: News, Views, Education. Bulletin of VSHOUZ, Tom 7, № 2 (24), 2021, s. 103–113.
20. Alekseeva M.G., Alekseeva M.G., Zubov A.I., Novikov M.Yu. Iskusstvennyy intellekt v meditsine // Zhurnal, 2022, №7 (121), s. 10–14. doi: 10.23670/IRJ.2022.121.7.038
21. Komkov A.A., Mazaev V.P., Ryazanova S.V., Samochatov D.N., Bazaeva E.V. Osnovnye napravleniya razvitiya iskusstvennogo intellekta v meditsine // Nauchnoe obozrenie. Meditsinskie nauki, 2020, № 5, s. 33–40.