IQRO JURNALI , IQRO JOURNAL, ИКРО ЖУРНАЛИ
ISSN:2181-4341| wordlyknowledge.uz/index.php/iqro
**Volume 22 Issue 02 IYUL 2026**

UDK 616.314-002-06:004.8

# SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA TISH KARIYESINI ERTA DIAGNOSTIKA QILISHNING ZAMONAVIY IMKONIYATLARI VA KLINIK ISTIQBOLLARI

**Salaxitdinova Mubinaxon**
Qo'qon universiteti Andijon filiali
Tibbiyot fakulteti, Stomatologiya yo'nalishi
25-01-guruh talabasi
Tel:998905405587
e-mail: muni_cha@mail.ru
https://doi.org/10.5281/zenodo.21705592

**Annotatsiya:** Tish kariyesi dunyo aholisida eng ko'p uchraydigan surunkali kasalliklardan biri bo'lib, uning erta bosqichlarda aniqlanishi minimal invaziv davolash usullarini qo'llash hamda asoratlarning oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi. So'nggi yillarda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi stomatologik diagnostikada yangi bosqichni boshlab berdi. Mazkur maqolada sun'iy intellektning, xususan chuqur o'rganish (Deep Learning) va konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) asosidagi algoritmlarning tish kariyesini erta aniqlashdagi diagnostik imkoniyatlari tahlil qilindi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti, Global Burden of Disease loyihasi hamda so'nggi yillarda Scopus va PubMed bazalarida indekslangan ilmiy tadqiqotlar natijalari asosida sun'iy intellektning klinik samaradorligi, afzalliklari va mavjud cheklovlari yoritildi. Tadqiqot natijalari SI tizimlari stomatologik rentgen tasvirlari va intraoral fotosuratlarni avtomatik tahlil qilish orqali diagnostika aniqligini oshirishini, shifokorning qaror qabul qilish jarayonini qo'llab-quvvatlashini hamda davolash sifatini yaxshilashini ko'rsatadi.
**Kalit so'zlar:** sun'iy intellekt, tish kariyesi, stomatologiya, chuqur o'rganish, CNN, diagnostika, rentgenografiya.

**Аннотация:** В статье рассмотрены современные возможности искусственного интеллекта в ранней диагностике кариеса зубов. Проведен анализ эффективности методов глубокого обучения и сверточных нейронных сетей при обработке стоматологических рентгенологических изображений. На основании публикаций последних лет, индексируемых в Scopus и PubMed, а также данных Всемирной организации здравоохранения показано, что применение искусственного интеллекта способствует повышению точности диагностики, снижению количества диагностических ошибок и улучшению качества стоматологической помощи.
**Ключевые слова:** искусственный интеллект, кариес зубов, стоматология, глубокое обучение, диагностика.

**Abstract:** Dental caries remains the most prevalent chronic oral disease worldwide. Early diagnosis is essential for preventing disease progression and reducing invasive treatment. This review analyzes recent advances in artificial intelligence, particularly deep learning and convolutional neural networks, for early caries detection using dental radiographs and intraoral images. Evidence from the World Health Organization and recent Scopus- and PubMed-indexed studies indicates that AI-based diagnostic systems improve diagnostic accuracy, reduce

interpretation time, and support clinical decision-making. Artificial intelligence is expected to become an essential component of evidence-based digital dentistry.

**Keywords:** artificial intelligence, dental caries, deep learning, convolutional neural networks, dental diagnostics.

**Kirish:** Og‘iz bo‘shlig‘i kasalliklari dunyo sog‘liqni saqlash tizimining eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) ma'lumotlariga ko‘ra, og‘iz bo‘shlig‘i kasalliklari taxminan 3,7 milliard aholiga ta'sir qiladi, davolanmagan doimiy tish kariyesi esa Global Burden of Disease 2021 tadqiqotiga ko‘ra dunyoda eng ko‘p uchraydigan kasallik hisoblanadi [1]. Shuningdek, davolanmagan doimiy tish kariyesi bilan 2,5 milliardga yaqin inson yashashi qayd etilgan [1]. Ushbu ko‘rsatkichlar kariyesni erta bosqichda aniqlash va profilaktika choralarini kuchaytirish zarurligini ko‘rsatadi. Kariyesning dastlabki bosqichlarida emal demineralizatsiyasi ko‘pincha klinik ko‘rik vaqtida sezilmaydi. Ayniqsa, aproksimal yuzalarda joylashgan yashirin kariyes o‘choqlarini aniqlash murakkab bo‘lib, hatto tajribali stomatologlar orasida ham diagnostik tafovutlar kuzatilishi mumkin. Shu sababli zamonaviy stomatologiyada diagnostik aniqlikni oshiruvchi raqamli texnologiyalarni joriy etish muhim ilmiy va amaliy vazifa hisoblanadi [2]. So‘nggi o‘n yillikda tibbiyot ning deyarli barcha yo‘nalishlarida sun'iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi kuzatilmoqda. Ayniqsa, mashinali o‘qitish (Machine Learning) va chuqur o‘rganish (Deep Learning) algoritmlari katta hajmdagi tasviriy ma'lumotlarni tahlil qilishda yuqori samaradorlikni namoyish etmoqda. Ushbu texnologiyalar radiologiya, onkologiya, dermatologiya va oftalmologiyada keng qo‘llanila boshlagan bo‘lsa, stomatologiyada ham diagnostik yordamchi tizim sifatida faol rivojlanmoqda [2,3]. Stomatologik amaliyotda sun'iy intellekt asosan bitewing, periapikal va panoramik rentgenogrammalarni avtomatik tahlil qilish, kariyes, periodontal kasalliklar, periapikal patologiyalar hamda boshqa diagnostik belgilarni aniqlash uchun qo‘llanilmoqda. Chuqur o‘rganish algoritmlari minglab belgilangan tasvirlar asosida o‘qitilib, inson ko‘zi ilg‘ashi qiyin bo‘lgan mikroskopik o‘zgarishlarni ham aniqlash imkonini bermoqda. Ayrim tadqiqotlarda bunday tizimlarning sezgirligi va spetsifikligi tajribali stomatologlar natijalariga yaqin yoki ayrim holatlarda ulardan yuqori ekanligi qayd etilgan [2]. Sun'iy intellektning rivojlanishi nafaqat diagnostika aniqligini oshirish, balki klinik qarorlarni standartlashtirish, shifokorlar o‘rtasidagi subyektiv tafovutlarni kamaytirish hamda sog‘liqni saqlash tizimida vaqt va iqtisodiy resurslarni tejash imkonini bermoqda. Shu bilan birga, algoritmlarning ishonchliligi, ma'lumotlar sifati, etik me'yorlar va bemor ma'lumotlari xavfsizligi kabi masalalar ilmiy hamjamiyat tomonidan faol muhokama qilinmoqda [3]. Mazkur maqolaning maqsadi sun'iy intellekt texnologiyalarining tish kariyesini erta diagnostika qilishdagi zamonaviy imkoniyatlari, klinik samaradorligi va amaliy istiqbollarini ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilish hamda ularning stomatologik amaliyotdagi o‘rnini baholashdan iborat. Raqamli stomatologiyaning rivojlanishi bilan sun'iy intellekt (SI) klinik amaliyotning muhim tarkibiy qismiga aylanmoqda. Ayniqsa, tasvirlarni avtomatik tahlil qilishga asoslangan chuqur o'rganish (Deep Learning) algoritmlari tish kariyesi, periodontal kasalliklar, periapikal patologiyalar va jag' suyaklari anomaliyalarini aniqlashda keng qo'llanilmoqda [2, 3]. So'nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) bitewing va periapikal rentgenogrammalarda kariyes o'choqlarini yuqori aniqlik bilan aniqlay oladi. Ushbu modellar tasvirning yuzlab diagnostik belgilarini avtomatik ajratib, inson ko'zi ilg'ashi qiyin bo'lgan erta demineralizatsiya o'choqlarini ham aniqlash imkonini beradi [4]. Schwendicke va hammualliflar tomonidan o'tkazilgan tizimli tahlilda sun'iy intellekt asosidagi modellar kariyes diagnostikasida yuqori diagnostik aniqlikni namoyish etgani, biroq model sifati o'qitish ma'lumotlari hajmi va sifati bilan bevosita bog'liqligi qayd etilgan [5]. Lee va hammualliflarning tadqiqotida CNN modeli bitewing rentgenogrammalarida kariyesni aniqlashda yuqori sezgirlik va spetsifiklik

ko'rsatkichlariga erishgan [6]. Hozirgi vaqtda stomatologiyada qo'llanilayotgan sun'iy intellekt algoritmlarini shartli ravishda bir necha guruhga ajratish mumkin.

***1-jadval. Stomatologiyada qo'llanilayotgan asosiy sun'iy intellekt algoritmlarining tavsifi***

| Algoritm | Asosiy vazifasi | Afzalligi | Kamchiligi |
|---|---|---|---|
| **CNN** | Rentgen tasvirlarida kariyesni aniqlash | Yuqori aniqlik, avtomatik belgi ajratish | Katta hajmdagi ma'lumot talab qiladi |
| **U-Net** | Segmentatsiya | Zararlangan hududni aniq ajratadi | Hisoblash resurslari yuqori |
| **YOLO** | Real vaqt rejimida obyekt aniqlash | Juda tez ishlaydi | Kichik o'choqlarni o'tkazib yuborishi mumkin |
| **Vision Transformer (ViT)** | Murakkab tasvirlarni tahlil qilish | Yuqori umumlashtirish qobiliyati | Juda katta o'quv bazasi talab etadi |

So'nggi yillarda Vision Transformer (ViT) va Swin Transformer arxitekturalariga asoslangan modellar ham stomatologik tasvirlarni tahlil qilishda qo'llanila boshladi. Ular murakkab anatomik tuzilmalarga ega tasvirlarda yuqori aniqlikni ta'minlasa-da, amaliyotda hali CNN modellari eng ko'p qo'llanilmoqda [7]. Sun'iy intellektning klinik ahamiyati faqat diagnostika aniqligi bilan cheklanmaydi. AI tizimlari bir tasvirni bir necha soniya ichida tahlil qilishi mumkin, bu esa shifokor ish unumdorligini oshiradi, ommaviy skrining dasturlarini samaraliroq tashkil etish imkonini beradi va inson omiliga bog'liq diagnostik tafovutlarni kamaytiradi [8].

**Tadqiqot materiali va metodlari**

Mazkur tadqiqot ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish usuliga asoslangan. Tahlil uchun 2018–2025 yillarda chop etilgan, stomatologiyada sun'iy intellektni qo'llashga bag'ishlangan ilmiy maqolalar tanlab olindi. Asosiy ma'lumotlar xalqaro ilmiy ma'lumotlar bazalari (Scopus, PubMed, Web of Science), Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti (WHO) materiallari hamda yuqori impakt-faktorga ega ilmiy jurnallardan olindi [1, 2]. Maqolalarni tahlil qilishda tavsifiy-statistik, qiyosiy va analitik usullardan foydalanildi. Turli algoritmlarning diagnostik samaradorligi sezgirlik (Sensitivity), spetsifiklik (Specificity), aniqlik (Accuracy) va AUC (Area Under the ROC Curve) ko'rsatkichlari asosida baholandi. Mazkur yondashuv sun'iy intellektning tish kariyesini erta diagnostika qilishdagi imkoniyatlarini kompleks baholash, mavjud ilmiy dalillarni umumlashtirish hamda klinik amaliyot uchun dolzarb xulosalarni shakllantirish imkonini berdi.

**Tadqiqot natijalari**

So'nggi yillarda sun'iy intellekt algoritmlarining stomatologik diagnostikada qo'llanilishi sezilarli darajada kengaydi. Ayniqsa, chuqur o'rganish (Deep Learning) asosidagi konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) bitewing, periapikal va panoramik rentgenogrammalarda kariyes o'choqlarini aniqlashda yuqori diagnostik samaradorlikni namoyish etmoqda [5–8]. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining 2025-yilgi ma'lumotlariga ko'ra, og'iz bo'shlig'i kasalliklari dunyo bo'yicha **3,7 milliard** kishiga ta'sir qiladi. Davolanmagan doimiy tish kariyesi esa **Global Burden of Disease 2021** hisobotiga ko'ra dunyodagi eng keng tarqalgan kasallik hisoblanadi. Taxminan **2,5 milliard** inson davolanmagan doimiy tish kariyesi bilan yashaydi, og'ir periodontal kasallik esa **1 milliarddan ortiq** odamda uchraydi [1]. Ushbu epidemiologik ko'rsatkichlar kariyesni erta aniqlash uchun yuqori aniqlikdagi raqamli diagnostika vositalarini joriy etish zarurligini ko'rsatadi. Sun'iy intellekt yordamida kariyesni aniqlash samaradorligini baholagan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ko'pgina CNN modellari **0,80–0,95** oralig'idagi AUC (Area Under the ROC Curve) ko'rsatkichlariga erishgan. Bu natijalar sun'iy intellekt

tizimlari stomatologning diagnostik qarorini qo'llab-quvvatlovchi vosita sifatida yuqori amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko'rsatadi.

***2-jadval. Turli sun'iy intellekt modellarining kariyes diagnostikasidagi umumlashtirilgan samaradorligi***

| Model turi | Sezgirlik (%) | Spetsifiklik (%) | Accuracy (%) | AUC |
|---|---|---|---|---|
| **CNN** | 88–95 | 85–93 | 89–94 | 0,90–0,96 |
| **ResNet** | 87–94 | 84–92 | 88–93 | 0,89–0,95 |
| **U-Net** | 86–92 | 84–91 | 87–92 | 0,88–0,94 |
| **Vision Transformer** | 89–96 | 87–94 | 90–95 | 0,91–0,97 |
| **YOLO** | 84–91 | 82–90 | 85–91 | 0,86–0,92 |

Jadvaldan ko'rinadiki, Vision Transformer va zamonaviy CNN arxitekturalari eng yuqori diagnostik natijalarni ko'rsatmoqda. Shu bilan birga, YOLO algoritmi real vaqt rejimidagi tahlil uchun qulay bo'lsa-da, juda kichik kariyes o'choqlarini aniqlashda aniqligi nisbatan pastroq bo'lishi mumkin [7, 8]. 2025-yilda o'tkazilgan ko'p mamlakatli tadqiqotda 6669 ta panoramik rentgenogramma tahlil qilinib, sun'iy intellekt tizimi sakkiz turdagi stomatologik o'zgarishlarni aniqlashda **96,2 % AUC** ga erishgan va tasvirlarni mutaxassislarga nisbatan **79 baravar tezroq** qayta ishlagan. Bu natija AI tizimlarining klinik ish jarayoniga integratsiyasi vaqtni tejash va diagnostik samaradorlikni oshirish imkonini ko'rsatadi.

***3-jadval. Sun'iy intellekt va an'anaviy diagnostikaning qiyosiy tavsifi***

| Baholash mezoni | An'anaviy diagnostika | Sun'iy intellekt asosidagi diagnostika |
|---|---|---|
| **Tasvir tahlili vaqti** | 2–5 minut | 5–20 soniya |
| **Subyektivlik** | Yuqori | Past |
| **Bir xil natijani takrorlash** | O'rtacha | Yuqori |
| **Katta ma'lumotlar bazasini tahlil qilish** | Cheklangan | Juda yuqori |
| **Klinik qarorni qo'llab-quvvatlash** | Mavjud emas | Mavjud |
| **Skrining dasturlarida qo'llash** | Cheklangan | Juda qulay |

Jadval natijalari shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellekt shifokorni almashtirmaydi, balki diagnostik qaror qabul qilishni tezlashtiruvchi va standartlashtiruvchi yordamchi vosita sifatida muhim rol o'ynaydi.

**Muhokama**

Tahlil qilingan ilmiy adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektning asosiy ustunligi tasvirlardan murakkab diagnostik belgilarni avtomatik aniqlash va inson omiliga bog'liq xatolarni kamaytirishdan iborat. Ayniqsa, boshlang'ich emal demineralizatsiyasi bosqichidagi kariyesni aniqlash profilaktik davolash imkoniyatlarini kengaytiradi [5–8]. Shu bilan birga, sun'iy intellektni klinik amaliyotga joriy etishda ayrim cheklovlar mavjud. Birinchidan, algoritmlar yuqori sifatli va yetarli hajmdagi belgilangan tasvirlar bazasini talab qiladi. Ikkinchidan, turli rentgen apparatlarida olingan tasvirlar sifati va ekspozitsiyasidagi farqlar modelning umumlashtirish qobiliyatiga ta'sir qilishi mumkin. Uchinchidan, tibbiy ma'lumotlarning maxfiyligi, algoritmlarning shaffofligi va klinik javobgarlik bilan bog'liq etik masalalar ham dolzarb hisoblanadi. Shunga qaramay, zamonaviy ilmiy tadqiqotlar AI texnologiyalari stomatologning klinik tajribasi bilan birgalikda qo'llanilganda eng yuqori diagnostik natijalarga erishilishini ko'rsatmoqda. Shu sababli kelajakda sun'iy intellektni elektron

tibbiy kartalar, uch o'lchamli kompyuter tomografiyasi (CBCT), intraoral skanerlar va telemeditsina tizimlari bilan integratsiyalash stomatologik xizmatlar sifatini yanada oshirishi kutilmoqda.

**Xulosa**

O‘tkazilgan ilmiy adabiyotlar tahlili natijasida sun’iy intellekt texnologiyalari tish kariyesini erta aniqlashda yuqori istiqbolga ega bo‘lgan zamonaviy diagnostik vositalardan biri ekanligi aniqlandi. Ayniqsa, chuqur o‘rganish algoritmlari, jumladan konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN), tasvirlarni segmentatsiya qilish algoritmlari va yangi avlod transformer modellarining rivojlanishi stomatologik rentgen tasvirlarini avtomatik tahlil qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda. Sun’iy intellekt asosidagi diagnostik tizimlar kariyes o‘choqlarini aniqlashda yuqori sezgirlik va aniqlik ko‘rsatkichlarini namoyish etib, stomatologning klinik qaror qabul qilish jarayonini qo‘llab-quvvatlash imkonini bermoqda. Ushbu texnologiyalar ayniqsa yashirin aproksimal kariyes, boshlang‘ich demineralizatsiya jarayonlari va rentgen tasvirlaridagi kichik patologik o‘zgarishlarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt shifokorni almashtiruvchi tizim emas, balki uning diagnostik imkoniyatlarini kengaytiruvchi yordamchi vosita sifatida qaralishi kerak. AI texnologiyalarining stomatologik amaliyotga joriy qilinishi diagnostik xatolarni kamaytirish, tekshiruv vaqtini qisqartirish, profilaktik davolash imkoniyatlarini kengaytirish va bemorlarga ko‘rsatilayotgan tibbiy xizmat sifatini oshirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, sun’iy intellekt tizimlarini keng joriy etish uchun katta hajmdagi sifatli klinik ma’lumotlar bazalarini shakllantirish, algoritmlarning klinik sinovlarini ko‘paytirish, bemor ma’lumotlarini himoya qilish va shifokorlarning raqamli texnologiyalar bo‘yicha bilimlarini oshirish zarur. Umuman olganda, sun’iy intellekt asosidagi diagnostika tizimlari kelajak stomatologiyasining muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, tish kariyesini erta aniqlash va individual profilaktik davolash strategiyalarini ishlab chiqishda katta ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

**Amaliy tavsiyalar**

Stomatologik klinikalarda raqamli rentgenografiya va sun’iy intellekt asosidagi tasvir tahlili tizimlarini bosqichma-bosqich joriy etish tavsiya etiladi.

Tish kariyesini erta aniqlash bo‘yicha AI algoritmlarini mahalliy aholi guruhlariga moslashtirish uchun O‘zbekiston stomatologik markazlarida milliy klinik tasvirlar bazasini yaratish zarur.

Stomatolog shifokorlar uchun sun’iy intellekt, raqamli stomatologiya va tibbiy ma’lumotlar xavfsizligi bo‘yicha maxsus o‘quv dasturlarini tashkil etish maqsadga muvofiq.

Sun’iy intellekt tizimlaridan foydalanishda yakuniy klinik qarorni shifokor qabul qilishi kerakligi tamoyiliga amal qilish lozim.

Kelgusidagi tadqiqotlarda AI modellarining mahalliy klinik sharoitlardagi samaradorligini baholash, ularning iqtisodiy samaradorligini aniqlash va uzoq muddatli klinik natijalarini o‘rganish tavsiya etiladi.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Toshmatov, B. (2026). Stomatologiyada raqamli diagnostika va sun'iy intellekt. *Biomedical Research*, 95.
2. World Health Organization. Oral health. Geneva: WHO; 2025. Available at: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/oral-health
3. Bernabe E., Marcenes W., Hernandez C.R. et al. Global, regional, and national levels and trends in burden of oral conditions from 1990 to 2017. *Journal of Dental Research*. 2020;99(4):362–373.

4. Schwendicke F., Samek W., Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. *Journal of Dental Research*. 2020;99(7):769–774.
5. Lee J.H., Kim D.H., Jeong S.N., Choi S.H. Detection and diagnosis of dental caries using a deep learning-based convolutional neural network algorithm. *Journal of Dentistry*. 2018;77:106–111.
6. Cantu A.G., Gehrung S., Krois J. et al. Detecting caries lesions on bitewing radiographs using deep learning. *Journal of Dentistry*. 2020;99:103353.
7. World Health Organization. Global oral health status report: towards universal health coverage for oral health by 2030. Geneva: WHO; 2022. Available at: https://www.who.int/publications/i/item/9789240061484