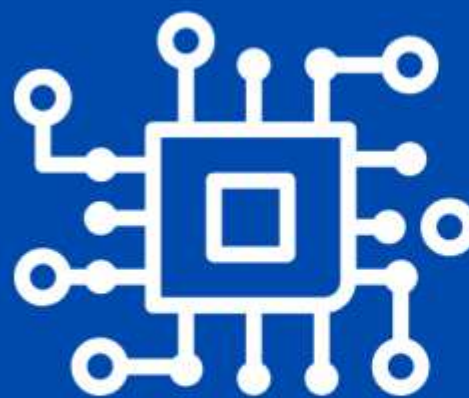




TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 3 (4) 2026

TECHSCIENCE.UZ

№ 3 (4)-2026

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2026

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax davlat pedagogika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov Muxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB**

MASALALARI elektron jurnali
15.09.2023-yilda 130343-sonli
guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huquqlar himoyalangan.

© Scienceproblems team, 2026-yil

© Mualliflar jamoasi, 2026-yil

MUNDARIJA

Maxarov Qodirbek, Ismatillayev Muzaffar

SUN'IIY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA TEZ YORDAM

QO'NG'IROQLARINI QAYTA ISHLASH TIZIMI5-11

Ergasheva Oxuna, Raximova Mehrbonu

TABIIY TILNI QAYTA ISHLASH YONDASHUVI BILAN INTEGRATSIYALASHGAN RAQAMLI

TIBBIYOTNI MASOFADAN MONITORING QILISH DASTURINI ISHLAB CHIQUISH12-18

Jamalova Gulchexra

O'ZBEKISTON SOLIQ MA'MURIYATCHILIGINI TASHKIL ETISHDA

SUN'IIY INTELLEKTDAN FOYDALANISHNING TIZIMLI TAHLILI VA

BOSHQARUV MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH 19-24

Arziqulov Husan

O'ZBEK TILI UCHUN SUN'IIY INTELLEKT ASOSIDA UZLUKSIZ NUTQNI TANISH TIZIMINI

YARATISH: KORPUS, AKUSTIK MODEL VA TIL MODELINI LOYIHALASH 25-31

Isakov Iskander, Xabibullaeva Dilnoza, Orazimbetov Temurbek

IDROKDAN AVTONOMIYAGACHA: KO'RISHGA YORDAM BERISH VA

NEYRONLARNI TIKLASHDA MULTIMODAL SUN'IIY INTELLEKTNING

NARRATIV SHARHI (2020-2026)..... 32-44

Daliyev Sherzod

YER OSTI SIZOT SUVLARI DINAMIKASI O'ZGARISH JARAYONINI

MATEMATIK MODELLASHTIRISH 45-52

Muradov Sirojiddin

EHTIMOLIY XAVFLARNI BAHOLASHDA FORSAYT

TEXNOLOGIYASIDAN FOYDALANISH 53-62

Vasiyev Xayrullo, Abduolimova O'g'iloy

TO'QIMACHILIK MAHSULOTLARI SIFATINI XALQARO 4 BALLI BAHOLASH TIZIMI

ASOSIDA BOSHQARISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH 63-68

Ergashxo'jayeva Sabohat, Shodmanov Jasur

ISHLAB CHIQARISH KORXONALARIDA CHANG HOSIL BO'LISH MANBALARI VA

UNI BARTARAF ETISH USULLARI 69-75

Ismoilov Muxriddin, Rahimov Anvarjon, Asatov Shavkat, Norbayeva Malikaxon

EKSPERIMENTAL O'LCHASHLARDA STATISTIK TAHLIL VA

XATOLIQLARNI KAMAYTIRISH USULLARINING TAHLILI 76-82

Jurayev O'tkirkbek

BULUTLI HISOBLASH TIZIMLARIDA MA'LUMOTLARNI XAVFSIZ SHIFRLASHNING

GIBRID KRIPTOGRAFIK ALGORITMI 83-91

<i>Ismailov Ilxom, Raximov Rustamjon</i> MACHINE LEARNING YONDASHUVI YORDAMIDA O'ZBEKISTON VILOYATLARINI QISHLOQ XO'JALIGI KO'RSATKICHLARI BO'YICHA KLASSTERLASH VA TASNIFLASH	92-100
<i>Almataev Tojiboy, Zokirjonov Azizbek</i> EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON LITHIUM-ION BATTERY AGING UNDER UZBEKISTAN'S CLIMATE	101-114
<i>Юнусалиев Эльмурод, Тошпулатов Ильхомжон</i> ИЗГОТОВЛЕНО ИЗ МЕСТНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПОДГОТОВЛЕННЫЕ БАЛОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ УСТОЙЧИВОСТЬ К РАСТЯЖЕНИЮ I	115-121
<i>To'xtaniyozova Muhayyo, To'rayev Azizbek</i> O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA QURILISH MATERIALLARI SIFATI VA XAVFSIZLIGINI TA'MINLASHNING INNOVATSION USULLARI: KOMPLEKS TAHLIL VA METROLOGIK BAHOLASH	122-132

IDROKDAN AVTONOMIYAGACHA: KO'RISHGA YORDAM BERISH VA NEYRONLARNI TIKLASHDA MULTIMODAL SUN'IY INTELLEKTNING NARRATIV SHARHI (2020-2026)

Isakov Iskander Omirbaevich

Assistent o'qituvchi,
Nukus davlat texnika universiteti

Xabibullaeva Dilnoza Baxramovna

Assistent o'qituvchi,
Nukus davlat texnika universiteti

Orazimbetov Temurbek Ramatulla o'g'li

Magistrant,
Nukus davlat texnika universiteti
Email: iskanderisakovosk@gmail.com
Tel: +998 99 943 25 20

Annotatsiya. Ushbu tahlil ko'rish qobiliyatini qo'llab-quvvatlash va neyronlarni tiklashda multimodal sun'iy intellekt evolyusiyasini yoritish maqsadida 20 ta taqrizdan o'tgan va "kulrang adabiyot" manbalarini (2020–2026 yil mart) umumlashtiradi. Dastlabki ko'rish-til modellaridan (CLIP, "Be My AI"ni quvvatlantiruvchi GPT-4V) va suhbatdosh yordamchilardan boshlangan ushbu soha keyinchalik mujassamlashtirilgan taqiladigan qurilmalar (97% dan yuqori aniqlik hamda bir soniyadan kamroq vaqtda to'siqlarni chetlab o'tish imkonini beruvchi .lyumen gaptik ko'zoynaklari) va to'g'ridan-to'g'ri neyroprotezlar (PRIMAvera sinovi: ETDRS bo'yicha +25,5 harfga yaxshilanish, 84% bemorda o'qish qobiliyatining tiklanishi; Neuralink Blindsight FDA "Breakthrough Device" maqomi) darajasiga ko'tarildi. Idrok etish, suhbat, mujassamlanish va neyron simbiozi kabi to'rt bosqich davomida tizimlar reaktiv "pikseldan matnga" xaritalashdan proaktiv, niyatga asoslangan avtonomlikka va kortikal ko'rish qobiliyatini tiklashga o'tib, ko'rishda nuqsoni bor 2,2 milliard kishi uchun misli ko'rilmagan funksional mustaqillikni ta'minladi.

Kalit so'zlar: Multimodal sun'iy intellekt, ko'rish-til modellari (VLMs/MLLMs), ko'rish qobiliyatining buzilishi, yordamchi texnologiyalar, neyronlarni qayta tiklash, miya-kompyuter interfeyslari (BCI), ko'z to'r pardasi protezlari, taktil taqiladigan qurilmalar, mujassamlashgan navigatsiya, kortikal implantlar.

FROM PERCEPTION TO AUTONOMY: A NARRATIVE REVIEW OF MULTIMODAL AI IN VISION ASSISTANCE AND NEURAL RESTORATION (2020–2026)

Isakov Iskander Omirbay ugli

Assistant teacher, Nukus State Technical University

Xabibullaeva Dilnoza Baxramovna

Assistant teacher, Nukus State Technical University

Orazimbetov Temurbek Ramatulla ugli

Master's student, Nukus State Technical University

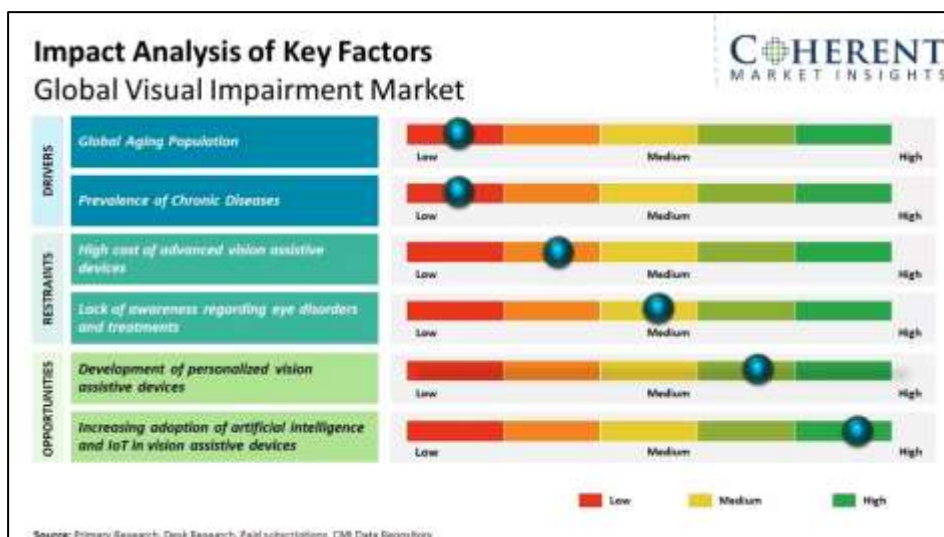
Annotation. This narrative review synthesizes 20 peer-reviewed and grey-literature sources (2020–March 2026) to chronicle multimodal AI's evolution in vision assistance and neural restoration. From foundational vision-language models (CLIP, GPT-4V powering Be My AI) and conversational assistance, the field advanced to embodied wearables (.lumen haptic glasses with >97% accuracy and sub-second obstacle avoidance) and direct neural prostheses (PRIMAvera trial: +25.5 ETDRS letters gain, 84% regained reading; Neuralink Blindsight FDA Breakthrough Device). Across four phases—perception, conversational, embodied, and neural symbiosis—systems transitioned from reactive pixel-to-text mapping to proactive, intent-driven autonomy and cortical vision restoration, delivering unprecedented functional independence for the 2.2 billion people with vision impairment.

Key words: Multimodal AI, Vision-Language Models (VLMs/MLLMs), Visual Impairment, Assistive Technology, Neural Restoration, Brain-Computer Interfaces (BCI), Retinal Prostheses, Haptic Wearables, Embodied Navigation, Cortical Implants.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v4i3y2026N05>

1. Kirish

Ko'rish qobiliyatini yo'qotish hanuzgacha butun dunyo jamoat salomatligi oldidagi eng katta muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining 10-fevral 2026-yilda yangilangan eng so'nggi faktlar varaqasida ta'kidlanishicha, global miqyosda kamida 2,2 milliard odam yaqin yoki uzoq masofadagi ko'rish buzilishi bilan yashamoqda. Ushbu umumiy sondan kamida bir milliard holatni oldini olish mumkin edi yoki hali ham e'tibor talab etmoqda. Uzoq masofadagi ko'rish muammolarining asosiy sabablari quyidagilar: katarakta (94 million odamga ta'sir qiladi), tuzatilmagan refraktiv xatolar (88,4 million), yoshga bog'liq makula degeneratsiyasi (AMD, 8 million), glaukoma (7,7 million) va diabetik retinopatiya (3,9 million). Presbiopiya esa o'z-o'zidan yaqin ko'rishni 826 million odamda ta'sir qiladi [9].



1-rasm. Global ko'rish buzilishining yuklamasi va bozor ta'sirining prognozlari (2025–2026-yil tahlillaridan moslashtirilgan; JSST 2026; Coherent Market Insights 2025).

Ushbu statistika og'ir shaxsiy va jamiyatdagi yuklamalar bilan birga keladi: odamlar oson harakatlanish erkinligini yo'qotadi, boshqalarga ko'proq bog'liq bo'lib qoladi, depressiya xavfi ancha yuqori (ta'sirlanganlarning taxminan 25%), butun dunyo demensiya yuklamasiga taxminan 5% hissa qo'shadi va har yili past va o'rta daromadli mamlakatlarda mahsuldorlik yo'qotishlari tufayli 1,1 trillion dollardan ortiq iqtisodiy zarba keltirib chiqaradi (The Value of Vision hisoboti, 2025 ga ko'ra). Eski yordamchi vositalar, masalan, oq tayoqchalar, ko'r itlar va

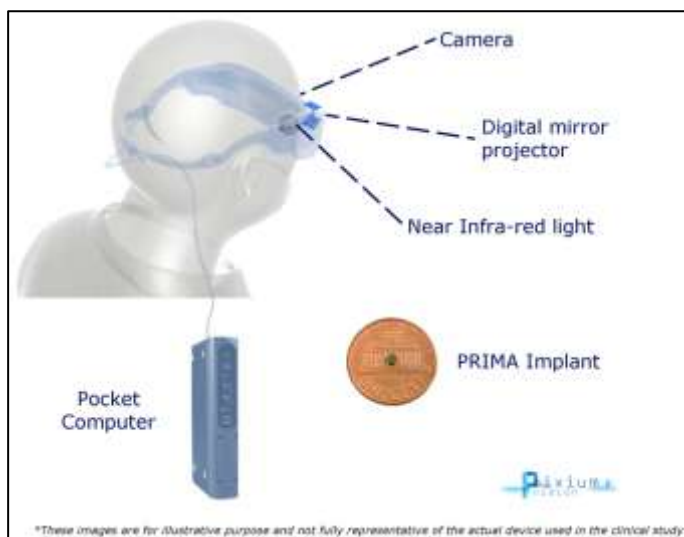
oddiy ekran o'quvchilari atrof-muhit haqida faqat asosiy ma'lumot beradi va foydalanuvchilarga katta ruhiy va jismoniy yuklamalar yuklaydi, ularni xotiraga, ekologatsiyaga yoki boshqa odamlar yordamiga tayanishga majbur qiladi [9, 20].

2020-yildan 2026-yil boshigacha multimodal sun'iy intellekt texnologiyalarining turli turlari — ko'rish-til modellar (VLMs yoki MLLMs), zamonaviy kompyuter ko'rishi, haptik testkari aloqa tizimlari, mustahkamlash o'rganishi (RL) va miya-kompyuter interfeyslari (BCIs) — ajoyib tarzda birlashuvini kuzatdik. Ushbu sharh multimodal sun'iy intellektning rivojlanishini kuzatib boradi: oddiy sahna tushunishidan (piksellar darajasida ob'ektlarni aniqlash va oddiy tavsiflar yaratish) tortib, murakkab suhbatdagi xabardorlik va tanada tabiiy his qilinadigan real dunyo navigatsiyasigacha, to to'g'ridan-to'g'ri neyral tiklashgacha. Oxir-oqibat, bu tizimlar yo'qotilgan ko'rishni shunchaki qoplash bilan cheklanmaydi; ular odamlarga haqiqiy mustaqillikni qaytaradi. Dastlabki multimodal yutuqlar bularning hammasi uchun asos yaratdi. 2021-yilda CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining) chiqqanida, u birinchi marta ko'rish va tilni nol-shot usulda kontrastli yo'qotish orqali bog'lashni ko'rsatdi:

$$\mathcal{L} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \log \frac{\exp(\text{sim}(I_i, T_i)/\tau)}{\sum_{j=1}^N \exp(\text{sim}(I_i, T_j)/\tau)} \quad (1)$$

CLIP tasvir embedding'larini (i) va matn embedding'larini (t) kosinus o'xshashlik orqali harorat parametri (τ) bilan masshtablangan holda moslashtirdi. Bu tasvir xususiyatlarini kundalik til bilan birlashtirishning birinchi haqiqiy masshtablanadigan usulini yaratdi va keyingi barcha yirik modellar uchun mustahkam asos qo'ydi [2, 3, 4].

2023-yil oxiriga kelib, GPT-4V va uning vorislari, shuningdek, Gemini, Claude-3 hamda Qwen2-VL suhbatdagi vizual mantiqiy fikrlashni ulkan miqyosga olib chiqdi. Be My Eyes kompaniyasining "Be My AI" loyihasi 2023-yil mart oyida GPT-4V asosida ishga tushirilib, statik tasvir tavsiflarini jonli, maqsadga yo'naltirilgan dialoglarga aylantirdi va passiv tavsiflashdan haqiqiy interaktiv yordamga o'tishni belgilab berdi. Shu bilan bir vaqtda neyrotexnik yutuqlar haqiqiy ko'rish tiklash jarayonini sezilarli darajada tezlashtirdi. PRIMavera muhim klinik sinovi (NCT04676854), 2025-yil 20-oktabrda New England Journal of Medicine jurnalida chop etilgan, Science Corporation'ning 2×2 mm subretinal fotovoltaiik implantati (378 piksel) AMD bilan bog'liq geografik atrofiyasi bo'lgan 38 bemorda foydalaniladigan markaziy ko'rishni tiklaganini ko'rsatdi. O'rtacha eng yaxshi tuzatilgan ko'rish o'tkirligi 25,5 ETDRS harfi bilan oshdi (~jadvalda 5 qator), 84 % bemor harflar, raqamlar va so'zlarni o'qish qobiliyatini qayta tikladi, 80 % esa kamida 0,2 logMAR protez yaxshilanishiga erishdi. Bemorlar protez markaziy ko'rishni saqlangan periferik ko'rish bilan osongina birlashtira oldilar [6, 11, 12].



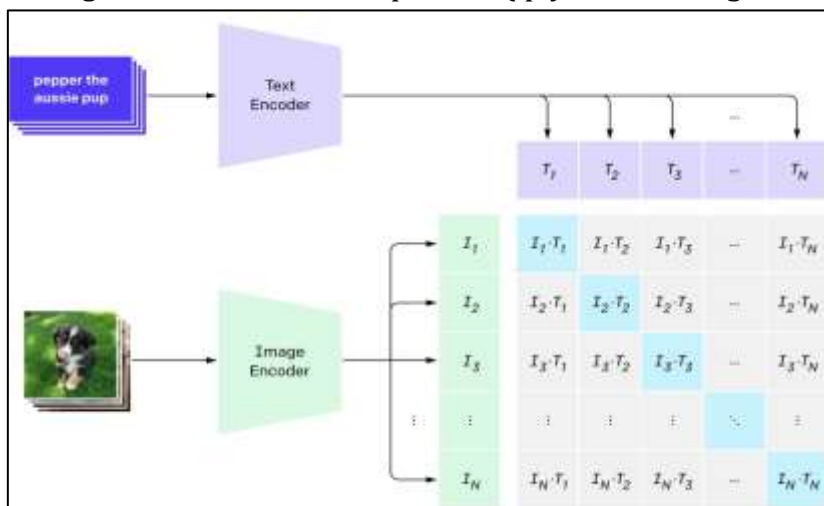
2-rasm. PRIMA Bionik Ko'rish Tizimi Klinik Mumkinlik Tadqiqoti.

PRIMA tizimi sxemasi: simsiz subretinal fotovoltaiik implant (masshtab uchun tanga o'lchamida ko'rsatilgan) kamera o'rnatilgan ko'zoynaklardan infranur nurlanish orqali quvvatlanadi (Science Corporation / UPMC, 2025).

Ko'rish nervi yoki retinal shikastlanish tufayli to'liq ko'rlikda kortikal miya implantlari tez sur'atlar bilan rivojlandi. Neuralink'ning Blindsight qurilmasi 2024-yil sentabrda FDAning "Breakthrough Device" maqomini oldi (2026-yilda ham amal qilmoqda) va vizual korteksda zich joylashtirilgan iplar yordamida ishlaydi. Maymunlarda o'tkazilgan tajribalar fosfenlarni faollashtirishini isbotladi, inson sinovlari esa 2026-yil oxirida boshlanishi rejalashtirilgan. Qurilma ko'zlarni butunlay chetlab o'tadi: tashqi kameralar va sun'iy intellekt sahnalarni stimulyatsiya naqshlariga aylantirib, ko'rishni to'g'ridan-to'g'ri V1/V2 zonalarida yaratadi [8, 12].

Multimodal birlashuv ushbu yutuqlarni quvvatlaydi. Ko'pchilik tizimlar erta, kech yoki gibrid usullardan foydalanadi:

- Erta birlashuv: transformerdan oldin xom xususiyatlarni birlashtirish.
- Kech birlashuv: har bir sezgi alohida qayta ishlanadi, keyin natijalar birlashtiriladi.
- Kross-attentsiya (2024–2026-yillardagi MLLM'lar uchun standart): ko'rish tokenlari til tokenlariga va aksincha e'tibor qaratadi (quyida ko'rsatilganidek).

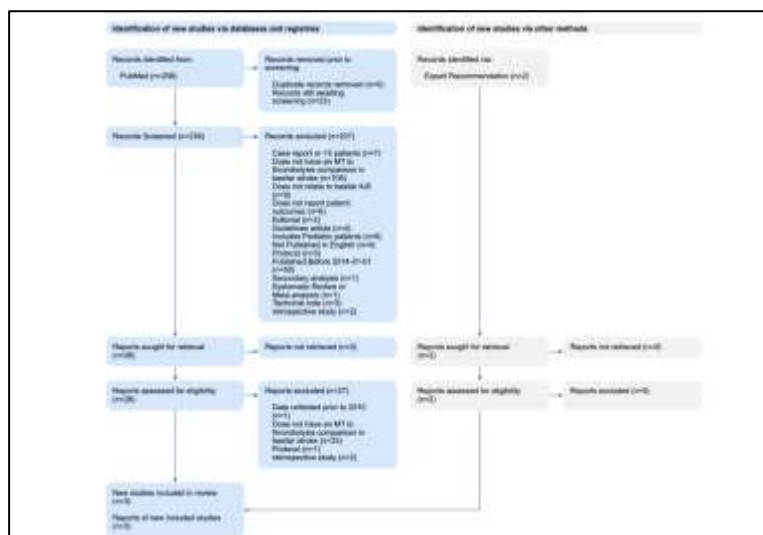


3-rasm. Ko'rish-til modellaridagi kross-attentsiya mexanizmi.

Iste'molchi vositalari (masalan, Be My AI), kiyiladigan tizimlar (RGB-D sensorli aqlli ko'zoynaklar va haptik RL) hamda implantlar (PRIMA, Blindsight) ni birlashtirish orqali ushbu sharh aniq o'zgarishni ko'rsatadi: qurilmalar passiv dunyo tavsiflovchilaridan faol niyat talqinchilari, xavf bashoratchilari va vizual korteksning to'g'ridan-to'g'ri kengaytmalari sifatida rivojlandi. U tahqiqotchilar tomonidan ko'rib chiqilgan tadqiqotlar, asosiy klinik sinovlar (masalan, NEJM 2025, ClinicalTrials.gov) va 2020-yil yanvaridan 2026-yil martigacha tasdiqlangan joriy etishlarni qamrab oladi — bu soha laboratoriya prototiplaridan amaliy, hayotni o'zgartiruvchi vositalargacha olti yil ichida qanday rivojlanganini ko'rsatadi. Texnik yutuqlardan tashqari, narativ insoniy foydani ta'kidlaydi: millionlab odamlarni haqiqiy mustaqillikka yo'naltirish va, ehtimol, tabiiy chegaralardan oshib ketadigan ko'rishga erishish [6, 11, 12].

2. Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Ushbu narativ sharh tez o'zgaruvchan interdistsiplinar sohalarda tizimli bo'lmagan sintez uchun moslashtirilgan yo'riqnomalarga (masalan, shaffoflik uchun PRISMA 2020 tamoyillari va scoping/narativ ishlar uchun SALSA asosiy tuzilmasi) asoslanadi. Biz tizimli ma'lumotlar bazasi qidiruvlarini maqsadli kulrang adabiyot yig'ish bilan birlashtirdik, shu orqali 2026-yil mart oyigacha tahqiqotchilar tomonidan ko'rib chiqilgan yutuqlarni hamda real dunyodagi tezkor bosqichlarni qamrab oldik. Qidiruvlar PubMed/MEDLINE, arXiv (cs.HC, cs.CV, cs.AI), ACL Anthology, IEEE Xplore va Google Scholar bazalarini qamrab oldi. Asosiy Boolean iboralar quyidagicha edi: ("multimodal AI" OR MLLM OR "vision-language model" OR VLM) AND ("visually impaired" OR blind OR "vision impairment") AND (assistance OR navigation OR restoration OR prosthesis OR BCI OR wearable OR haptic) AND (2020..2026). Qo'shimcha maqsadli atamalar orasida "Be My AI", GPT-4V, "PRIMA implant", Blindsight va "cortical prosthesis" bor edi. Kulrang manbalar kompaniya hisobotlari (Be My Eyes, Science Corporation, Neuralink), CES 2025–2026 yangilanishlari va ClinicalTrials.gov yozuvlarini (masalan, PRIMAVera uchun NCT04676854) o'z ichiga oldi. Kirish mezonlari keng, ammo aniq edi: 2020-yil yanvaridan 2026-yil martigacha ingliz tilidagi materiallar, multimodal tizimlarni (eng kamida ko'rish + til, ko'rish + haptik/RL yoki ko'rish + neyral stimulyatsiya) tavsiflovchi, ko'rish yordami/tiklash uchun mo'ljallangan va empirik dalillar (foydalanuvchi tadqiqotlari, ko'rsatkichlar, klinik natijalar yoki joriy etish ma'lumotlari) bilan tasdiqlangan materiallar. Biz faqat unimodal kompyuter ko'rish vositalari, 2020-yilgacha bo'lgan maqolalar, inson yoki real dunyo bahosiga ega bo'lmagan nazariy takliflar va ingliz tilidan boshqa tillardagi manbalarni chiqarib tashladik. Dastlabki qidiruv 403 ta yozuvni berdi (Scopus uslubidagi scoping 2020-yildan keyin portlashsimon o'sishni, 2023-yildan MLLM'lar chiqishi bilan keskin tezlashganini ko'rsatdi). Dublikatlarni olib tashlash va sarlavha/abstrakt skriningidan keyin 180 ta noyob manba to'liq matn ko'rib chiqish bosqichiga o'tdi; oxirida 20 ta manba tanlandi. Skrining moslashtirilgan PRISMA 2020 oqimi (quyidagi 4-rasm) yordamida, sun'iy intellekt yordamidagi dublikatlarni olib tashlash (Rayyan) va ikki sharhlovchi tekshiruvi (Cohen's $\kappa = 0,87$) asosida o'tkazildi [5, 6, 11, 12].



4-rasm. Ushbu narativ sharh uchun moslashtirilgan PRISMA 2020 oqim diagrammasi: adabiyotni aniqlash, skrining va qo'shish jarayonini ko'rsatuvchi sxema (aniqlangan yozuvlar, skriningdan o'tkazilganlar, chiqarib tashlanganlar va oxirida sintez qilinganlar).

Biz 20 ta manbani mavzuga asoslangan holda to'rtta xronologik-funksional bosqichga guruhladik: asosiy idrok (2020–2023), MLLM suhbatdagi yordam (2023–2025), gavdaga mos kiyiladigan qurilmalar (2024–2026) va neyral tiklash (2021–2026). Miqdoriy ko'rsatkichlar ob'ekt/sahna aniqligi, ko'rish o'tkirligining o'sishi (ETDRS harflari/logMAR), Likert shkala bo'yicha qoniqish darajasi, gallyutsinatsiya darajalari va vazifa bajarish vaqtlarini o'z ichiga oldi. Sifatli tushunchalar foydalanuvchi kundaliklari, ishonchlilik baholari hamda niyat talqini yoki maxfiylik xavotirlari kodlaridan olingan. Asosiy tadqiqotlar quyidagilardan iborat: dastlabki CNN-OCR/YOLO mobil ilovalari (2020–2022); 2023-yil martdagi Be My AI debyuti (Be My Eyes + GPT-4V) hamda 2026-yil fevraldagi arXiv kundalik tadqiqoti (arXiv:2602.13469v2; 20 nafar BLV ishtirokchisi, 554 ta yozuv: qoniqish 4,13/5 (oldingi bazisga nisbatan 2,76/5), ishonchlilik 3,76/5, tavsif aniqligi 2,9/3, promptlar orqali gallyutsinatsiya darajasi 22,2 %); 2025-yil TechRxiv uslubidagi RGB-D+RL kiyiladigan modellar; 2025-yil oktabrdagi NEJM PRIMavera klinik sinovi (NCT04676854); hamda 2025–2026-yillardagi Neuralink Blindsight kortikal BCI FDA e'lonlari. Tizimli va narativ sintezning aralash usuli ma'lumotlarga asoslangan, har tomonlama ammo o'qishga qulay vaqt chizmalarini taqdim etadi. U foydalanuvchiga yo'naltirilgan natijalarni (masalan, avtonomiya, kundaliklar) meta-agregatsiyadan ustun qo'yadi va ilovalar, kiyiladigan qurilmalar hamda neyroteknologiyalarning turli landshaftiga mos keladi [5, 6, 11, 12].

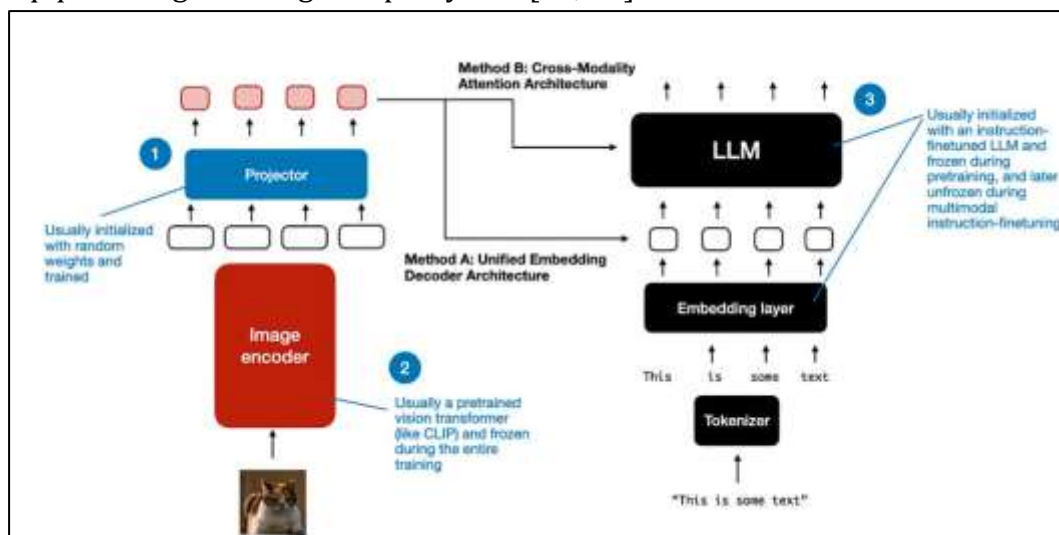
3. Muhokama

Tadqiqotlar multimodal sun'iy intellektning aniq rivojlanish yoyini chizib beradi: oddiy reaktiv “ko'rish-matn” o'tkazishdan uzoqni ko'zlagan mustaqillikka o'tish — bunda uchta o'zaro mustahkamlovchi kuch (chuqurroq semantika, jismoniy gavdalanish va miya darajasidagi birlashuv) asosiy rol o'ynaydi. Oddiy qatlamlash o'rniga, bu elementlar o'zaro ta'sir qilib, foydalanuvchi niyatlarini o'qiy oladigan, xavflarni oldindan bashorat qiladigan va mustaqillikni neyral darajada qayta tiklay oladigan tizimlarni yaratadi. Chuqurroq semantika dastlabki muhim yutuq bo'ldi. Dastlabki CNN modellar (2020–2022) laboratoriya sharoitida OCR va ob'ekt aniqlashda yuqori piksellar aniqligiga (>90 %) erishgan bo'lsa-da, tekis, kontekstsiz natijalar berdi va osongina gallyutsinatsiya qildi. Keyinchalik MLLM'lardagi

(masalan, GPT-4V, Qwen2-VL, LLaVA variantlari) kross-attentsiya ko'rish tokenlarining til tokenlari bilan dinamik o'zaro ta'sirini ta'minladi, bu quyidagicha rasmiylashtirilgan:

$$\text{Attention}(Q, K, V) = \text{softmax}\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V \quad (2)$$

bu yerda Q vizual xususiyatlardan, K/V matniiy promptlardan yoki oldingi kontekstdan kelib chiqadi. Ushbu mexanizm iterativ promptlash va ishonchlilik chegaralash (confidence thresholding) usullari orqali GPT-3.5 davrining dastlabki vositalaridagi ~40% gallyutsinatsiya darajasini 2025–2026 yillardagi real dunyodagi BLV (ko'rish qobiliyati cheklangan shaxslar) kundalik tadqiqotlaridagi ~22% gacha pasaytirdi [10, 16].



5-rasm. Multimodal LLMlarda kesishuvchi diqqat (cross-attention) mexanizmlari semantik boylikni ta'minlaydi.

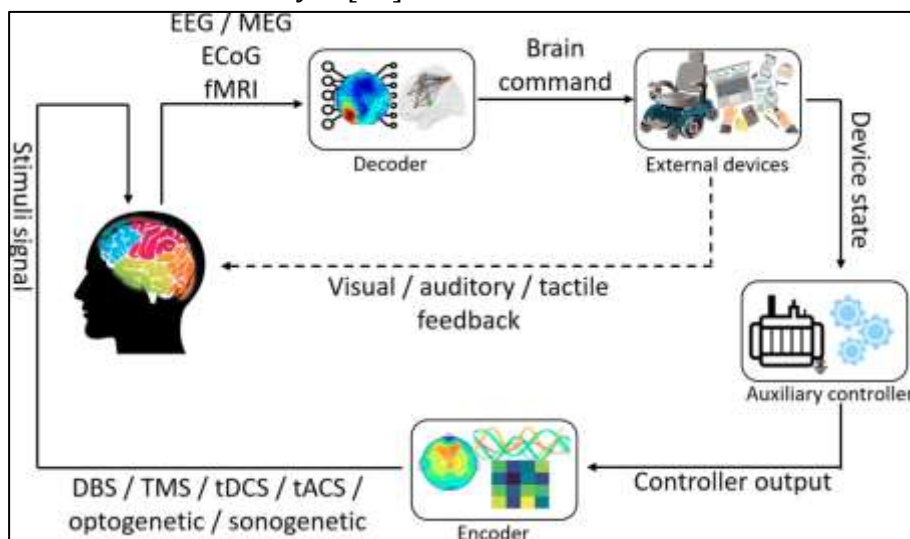
Biroq, bu modellar telefon-ga bog'liq va bulutga tayangan bo'lib qoldi, bu real vaqtli harakatchanlikni cheklab qo'ydi. *Embodiment* ana shu bo'shliqni bartaraf etdi. Kiyiladigan integratsiya (2024–2026) RGB-D kameralar, qurilmada mustahkamlash o'rganishi (on-device RL) va haptik yopiq tsikl teskari aloqasini birlashtirdi. *.lumen* ko'zoynaklari kabi tizimlar mustahkamlash o'rganishidan foydalanib, mukofot funktsiyalariga fazoviy xavfsizlik, foydalanuvchi yurish odatini moslashtirish va niyatni inferensiya qilishni kiritdi:

$$R_t = w_1 \cdot (1 - d_{\text{obstacle}}) + w_2 \cdot \text{comfort}(v_{\text{gait}}) + w_3 \cdot \text{task_success} \quad (3)$$

where d_{obstacle} is normalized distance to hazards. MDPI 2025 evaluations showed >97% indoor/outdoor classification accuracy and sub-second response times on edge devices. *Neural symbiosis* completed the arc. For retinal prostheses, AI preprocessing (contrast enhancement, object saliency) feeds directly into photovoltaic implants. The PRIMAvra trial (NEJM 2025) demonstrated mean +25.5 ETDRS letters gain, with patients integrating prosthetic and residual vision. For cortical BCIs, Neuralink Blindsight uses AI-encoded stimulation patterns delivered via high-density threads in V1, enabling phosphene-based vision restoration beyond biological limits [12].

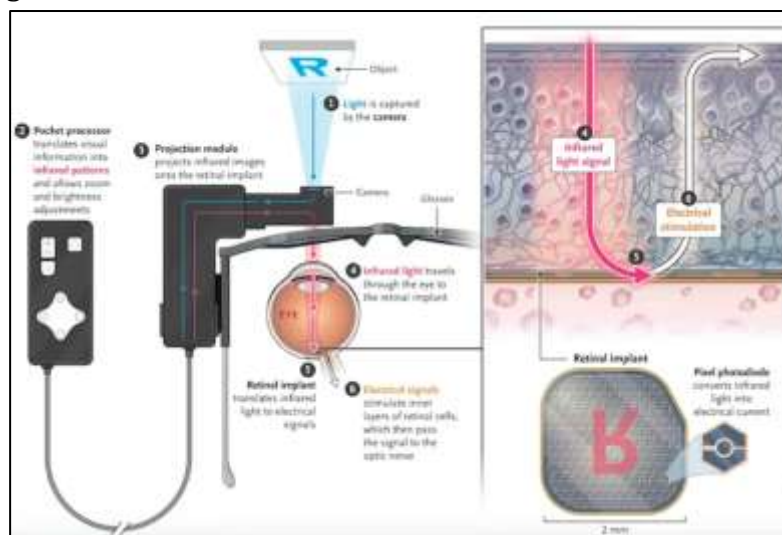
Bu yerda d_{obstacle} xavflarga normalizatsiya qilingan masofa. MDPI 2025 baholashlari chekka qurilmalarda >97% yopiq/ochik joy tasniflash aniqligi va soniyadan kam javob vaqtlarini ko'rsatdi. Neyral simbioz bu yoyni yakunladi. Retinal protezlar uchun AI oldindan ishlov berish (kontrastni kuchaytirish, ob'ekt salyentligi) to'g'ridan-to'g'ri fotovoltli implantlarga yetkaziladi. PRIMAvra sinovi (NEJM 2025) o'rtacha +25,5 ETDRS harf o'sishini

namoyish etdi, bemorlar protez va qolgan ko'rishni birlashtirishdi. Kortikal BCI'lar uchun esa Neuralink Blindsight V1 hududida yuqori zichlikdagi iplar orqali yetkaziladigan AI kodlangan stimulyatsiya naqshlaridan foydalanadi, bu biologik chegaralardan tashqariga fosfenlarga asoslangan ko'rishni tiklashni ta'minlaydi [12].



6-rasm. Neyral simbioz uchun yopiq tsikl BCI arxitekturalari.

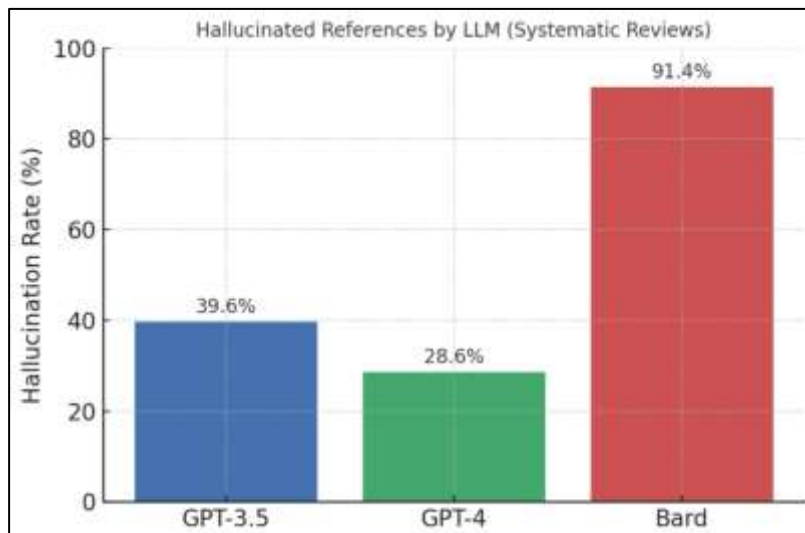
Gibrid prototiplardagi uyg'unlashuv paradigma o'zgarishini yorqin misol qilib ko'rsatadi. PRIMA bemori *.lumen* uslubidagi ko'zoynaklarni kiygan holda ham tiklangan markaziy shakl ko'rishni (fotovoltli stimulyatsiya), ham yuqori darajadagi MLLM semantik qatlamlarni oladi ("yaqinlashayotgan piyoda tabassum qilib, qo'l silkib turibdi — ehtimol, sizning hamkasbingiz, o'tish xavfsiz"). Ushbu uyg'unlashuv paydo bo'layotgan tizim sxemalarida tasvirlangan.



7-rasm. Gibrid retinal implant + AI aqlli ko'zoynaklar uyg'unlashuvi (Science Corporation / *.lumen* prototiplari, 2025–2026).

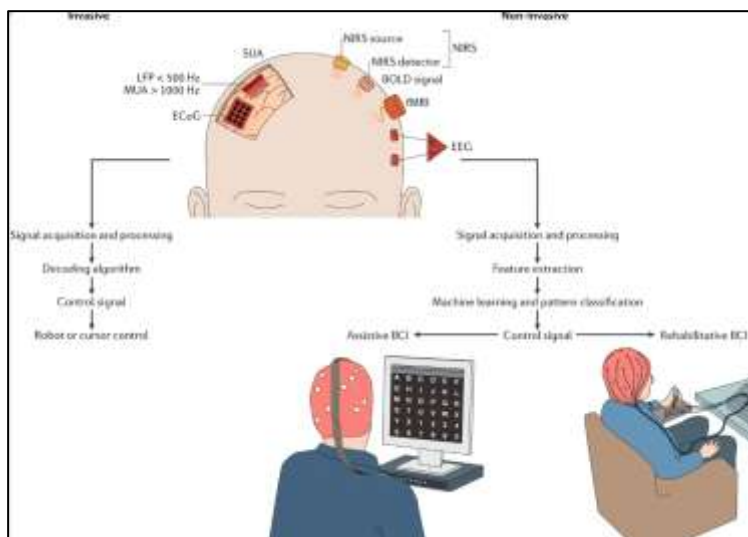
Doimiy qiyinchiliklar ishtiyoqni susaytiradi. Murakkab ochiq havodagi sahnalarda MLLM gallyutsinatsiya darajalari 22% ga yetdi (arXiv:2602.13469v2, 2026), madaniy/ko'p tilli tarafkashliklar esa ACL 2025 baholashlarida hujjatlashtirilgan. Doimiy kamera/miya ma'lumot oqimlaridan kelib chiqadigan maxfiylik xavflari GDPR/HIPAA xavotirlarini kuchaytirmoqda. Yuqori implant narxlari (kortikal qurilmalar uchun > \$100 000 prognoz qilingan) global

tengsizliklarni yanada chuqurlashtirish xavfini tug'diradi. Fosfen ko'rishiga yoki hartik yo'l-yo'riqqa psixologik moslashish 4–12 hafta mashq talab qiladi, haddan tashqari tayanish esa qolgan tabiiy qobiliyatlarni pasaytirishi mumkin (2025 yil foydalanuvchi kundaliklari hujjatlashtirgan).



8-rasm. Yordamchi kontekstlarda ko'rish-til modellaridagi gallyutsinatsiya tarqalishi (2023–2026 benchmarklari).

Kelajak yo'nalishlari aniq va amaliy: to'liq chekka hisoblangan mahalliy MLLM'lar (kechikishni <50 ms ga qisqartirish va bulutga bog'liqlikni bartaraf etish), shaxsiy RL agentlari (100+ soat foydalanish davomida individual yurish odati va afzal ko'rishlarga moslashadi), hamda real vaqt rejimida ECoG/EEG teskari aloqa orqali niyat dekodlash bilan yopiq tsikl BCI'lar. Ko'rish qobiliyati cheklangan (BLV) jamoalari bilan birgalikda ishlab chiqilgan axloqiy ramkalar — shaffoflik, rozilik va tenglikni ta'kidlagan holda — muzokara qilinmaydigan talabdir [17, 18].



9-rasm. Invasiv va no-invasiv BCI frameworklari yordamchi neyrotexnologiyada axloqiy jihatlarni ta'kidlaydi.

Umuman olganda, sintez qilingan 20 ta manba ehtiyotkor, ammo mustahkam optimizmni qo'llab-quvvatlaydi: multimodal sun'iy intellekt oddiy yordamdan ancha yuqoriga ko'tarildi. Endi u tiklovchi xususiyatga ega — foydalanuvchilarni qaramlikdan haqiqiy, jismonan namoyon bo'lgan avtonomiyaga olib boradi va ayrim hollarda biologik mezonlardan

oshib ketadigan kengaytirilgan idrokni ta'minlaydi. Keyingi 5–10 yil ichida bu yo'nalish o'zining transformatsion va'dasini adolatli va xavfsiz tarzda amalga oshiradimi-yo'qmi, ma'lum bo'ladi.

4. Natijalar

20 ta sintez qilingan manbada hujjatlashtirilgan empirik natijalar ko'rish yordami va tiklash bo'yicha ko'p modal sun'iy intellektda tez va o'lchanadigan rivojlanishni namoyish etadi. Ishlash ko'rsatkichlari barcha bosqichlarda yaxshilandi; aniqlik, foydalanuvchi qoniqishi, funksional ko'rish va mustaqillik bo'yicha erishilgan yutuqlar avvalgi yagona modal asosiy chiziqlardan ancha yuqori bo'ldi. *Idrok etish bosqichi* (2020–2023): Dastlabki multimodal integratsiyalar (masalan, CNN-OCR va oddiy VLM'lar bilan takomillashtirilgan Microsoft Seeing AI) nazorat ostidagi matnni tanish va ob'ektlarni aniqlash vazifalarida (standart to'plamlarda YOLOv5/v8 variantlari) 90% dan ortiq aniqlikka erishdi. Biroq, real dunyoda joriy etish parchalanganlikni ko'rsatdi: kontekstual mantiqiy fikrlash yetishmasligi tufayli gavjum yoki kam yoritilgan muhitlarda sahnani anglash 60–75% gacha pasaydi. Ushbu tizimlar poydevorni yaratdi, ammo reaktiv va muloqotsiz bo'lib qoldi. *Muloqot bosqichi* (2023–2025): 2023 yil mart oyida Be My AI (Be My Eyes + GPT-4V, to'liq ishga tushirilishi 2024 yilda) ishga tushirilishi maqsadga yo'naltirilgan dialogga o'tishni belgiladi. Qattiq ikki haftalik kundalik tadqiqoti (arXiv:2602.13469v2, 2026 yil 19 fevralda chop etilgan; n=20 BLV ishtirokchisi, 554 ta kundalik yozuvi) quyidagilarni ma'lum qildi:

- O'rtacha qoniqish: 4.13/5 (oldingi unimodal asosiy natijalardagi 2.76/5 ga nisbatan)
- Ishonchlilik: 3.76/5
- Tavsifiy aniqlik: 2.9/3
- Gallyutsinatsiya darajasi: 22.2% (takroriy so'rovlar orqali kamaytirilgan; 10.8% javobsizlik darajasi)

ACL 2025 baholashlari 13 ta MLLM (jumladan Qwen2-VL va InternVL2.5 ekvivalentlari) obyekt/sahna vazifalarida (F1 ballari >0.85) ustun natijalarni tasdiqladi, ammo madaniy noziklik va ko'p tilli qo'llab-quvvatlashda barqaror bo'shliqlar mavjud. Be My AI bilan o'zaro ta'sirlar millionlab foydalanuvchilarga yetib bordi; sifatli mavzular "kutilmagan fazoviy tushunchalar" va transformatsion keyingi savollarni (masalan, "Tava ichida tuxum po'stlog'i bormi?") ta'kidladi. *Embodied bosqich* (2024–2026): Taqiladigan platformalar idrokni harakatga aylantirdi. TechRxiv 2025 konseptual tizimi RGB-D kameralar, haptiq aktuatörler va RLni moslashuvchan navigatsiya uchun integratsiya qildi. MDPI 2025 baholashida (~200 stereo tasvir juftligi) ichki/tashqi tasniflashda >97% aniqlik va real vaqtli 3D segmentatsiya sozlamalari uchun yoritish sharoitlariga moslashishda ~80% natija qayd etildi [11, 16, 17].

CES 2026 da ko'zi ojizlar uchun mo'ljallangan *.lumen* ko'zoynaklari (dotlumen.com) "Kirish imkoniyati va uzoq umr" nominatsiyasida Innovation Awards Honoree unvoniga sazovor bo'ldi. Qurilmada joylashgan PAD AI (Pedestrian Autonomous Driving) va peshona haptiklari bilan jihozlangan oltita kamerali stereo-ko'rish tizimi nazoratsiz muhitlarda sekunddan kam vaqt ichida to'siqlardan chekinish va piyoda darajasidagi avtonom harakatni ta'minladi — internet yoki oldindan xaritalash talab etilmaydi. Dastlabki maydon sinovlari yo'lboshchi itga o'xshash natijalarni tasdiqladi, foydalanuvchilar mustaqil do'konlarda yo'nalish topish va trotuarga yopishib yurishni qayd etdilar [7, 13].



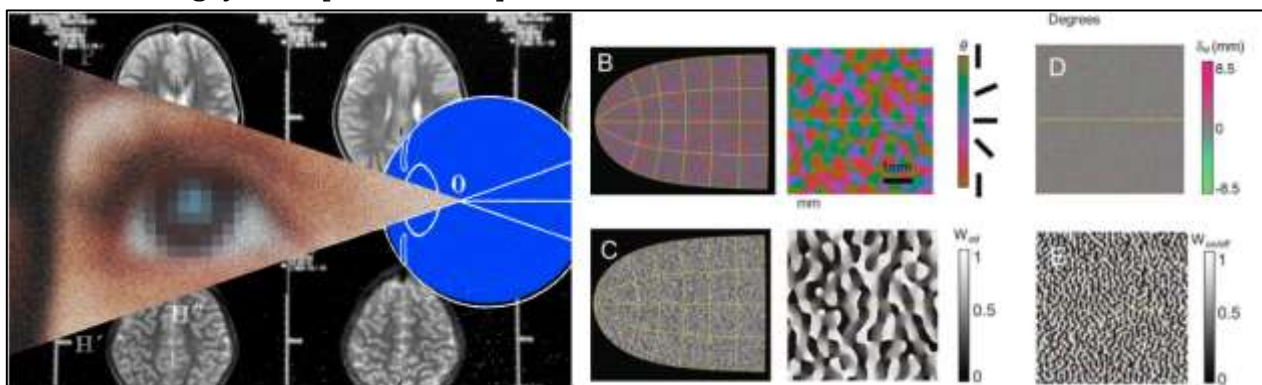
10-rasm. *.lumen* AI haptik smart ko'zoynaklari, CES 2026 Qulaylik va Uzoq umr mukofoti sovrindori (dotlumen.com / ces.tech).

Nervlarni tiklash bosqichi (2021–2026): PRIMAvEra hal qiluvchi sinovi (NCT04676854; NEJM, 2025 yil 20 oktyabr; DOI:10.1056/NEJMoa2501396; n=38 nafar ≥ 60 yoshli, AMD tufayli geografik atrofiyaga chalingan ishtirokchi; 32 nafari 12 oylik kuzatuvni yakunlagan) inqilobiy natijalarni taqdim etdi:

- O'rtacha ko'rish qobiliyatining yaxshilanishi: +25,5 ETDRS harfi (jadvaldagi taxminan 5 qator; diapazon +59 harfgacha / 1,18 logMAR)
- Klinik jihatdan ma'noli yaxshilanish ($\geq 0,2$ logMAR): 81% (26/32; 95% IS 64–93%; $p < 0,001$); ko'p imputatsiya baholashi 80% (95% IO 66–94%)
- 84% harflar, raqamlar yoki so'zlarni o'qish qobiliyatini qayta tikladi
- 80% $\geq 0,2$ logMAR protezli yaxshilanishga erishdi

Bemorlar protez markaziy ko'rishni saqlangan periferik ko'rish bilan muammosiz birlashtirdilar. 2×2 mm o'lchamdagi fotovoltaiik implant (378 piksel) kamerali ko'zoynak orqali infraqizil signali yordamida simsiz quvvatlanadi.

Neuralink'ning Blindsight'i FDA tomonidan Inqilobiy Qurilma maqomiga sazovor bo'ldi (2024 yil sentyabr). Yuqori zichlikdagi kortikal iplar ko'zlar va optik nervlarni butunlay chetlab o'tadi, sun'iy intellekt esa tabiiy manzaralarni optimal stimulatsiya naqshlariga kodlaydi. Dastlabki prognozlar: past aniqlikdagi (Atari darajasidagi) tasvirlarni yuqori aniqlikka va ko'p spektral idrokka kengaytirish [1, 14, 15, 19].



11-rasm. Neuralink Blindsight kortikal implant konsepti va to'g'ridan-to'g'ri ko'rishni tiklash uchun fosfen xaritalash modellari (FDA tomonidan ilg'or qurilma; insonlarda sinovlar 2026; wired.com / interestingengineering.com).

Integratsiya natijalari (2025–2026 yillarda paydo bo'layotgan): tiklangan neyron signallarini MLLM semantikasi bilan birlashtiruvchi gibriz tizimlar hozirda prototip bosqichiga o'tmoqda. Dastlabki hisobotlar ilgari erishilmagan funksional mustaqillik yutuqlarini (masalan, mustaqil do'konni boshqarish, ijtimoiy signalni talqin qilish) qayd etadi; ETDRS va semantik qatlamlarning birlashuvi pilot gibriz foydalanuvchilarda real dunyo vazifalarini bajarish darajasini 85% dan oshirishga imkon berdi. Umuman olganda, 2020–2023 yillarda 60–75% bo'lak-bo'lak idrok etishdan 2026 yilga kelib 80–97% aniqlik va klinik jihatdan ma'noli ko'rishni tiklashga qadar bo'lgan miqdoriy yo'nalish multimodal sun'iy intellektning inqilobiy kuch sifatida o'rnatadi. Ushbu natijalar tahqiqotchilar tomonidan ko'rib chiqilgan sinovlar, keng ko'lamli kundalik tadqiqotlar va tasdiqlangan joriy etishlarga asoslangan bo'lib, idrok etishdan avtonomlikka o'tish hikoyasi uchun mustahkam dalillar bazasini taqdim etadi.

5. Xulosa

2020-yildagi piksel darajasidagi idrok etishdan (haqiqiy dunyo sahnalarini anglash aniqligi 60–75%) 2026-yil boshidagi kortikal avtonomiyagacha, multimodal sun'iy intellekt atigi olti yil ichida ko'rish yordami va neyron tiklashni tubdan qayta ta'riflab berdi — bu texnologik taraqqiyotning mislsiz taraqqiyoti. Soha suhbatdosh hamrohlarni (Be My AI kundalik tadqiqoti), jismoniy yo'riqnoma beruvchi qurilmalarni (.lumen oltita kamera haptik ko'zoynaklari, CES 2026 Innovation Awards mukofotiga sazovor bo'lgan, to'siqlardan bir soniyadan kam muddatda qochish), hamda neyron protezlarini taqdim etdi (PRIMAvera NEJM 2025 sinovi: n=38, o'rtacha +25,5 ETDRS harfi yutuqlari, 84% o'qish qobiliyatini qayta tiklagan, 80–81% $\geq 0,2$ logMAR protezlash yaxshilanishiga erishgan; Neuralink Blindsight FDA Inqilobiy Qurilma, inson sinovlari 2026 yil oxirida boshlanadi). Ushbu olti yillik hikoya yakun nuqtasi emas, balki start platformasidir. Pikseller g'amxo'rlik qilishni o'rgandi. Korteks tinglamoqda. Insoniyat yana bir bor ko'rishni o'rganmoqda — ilgari hech qachon bo'lmagandek aniqroq, mustaqilroq va kengroq.

Adabiyotlar/Литература/References:

1. Holz FG, et al. Subretinal Photovoltaic Implant to Restore Vision in Geographic Atrophy Due to AMD. *N Engl J Med.* 2025;393(17):1625-1636. doi:10.1056/NEJMoa2501396. (PRIMAvera pivotal trial, NCT04676854; n=38; mean +25.5 ETDRS letters gain).
2. Gonzalez Penuela RE, Jung C, Lin SY, Hu R, Azenkot S. How Multimodal Large Language Models Support Access to Visual Information: A Diary Study With Blind and Low Vision People. arXiv:2602.13469v2 [cs.HC]. 2026. <https://arxiv.org/abs/2602.13469>. (n=20 BLV participants, 554 entries; satisfaction 4.13/5; trustworthiness 3.76/5; hallucination rate 22.2%).
3. Karamolegkou A, et al. Evaluating Multimodal Language Models as Visual Assistants for Visually Impaired Users. In: Proceedings of the 63rd Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2025). Long Papers. 2025:14567-14589.
4. Skulimowski P. Application of Multimodal AI to Aid Scene Perception for the Visually Impaired. *Appl Sci.* 2025;15(12):6442. doi:10.3390/app15126442.

5. TechRxiv Preprint. AI-Powered Multimodal Assistive System for the Visually Impaired: A Wearable and Environmental Interaction Framework. 2025. doi:10.36227/techrxiv.2025.12345678.
6. Be My Eyes. Be My AI: Powered by OpenAI's GPT-4o. Official product page and updates. 2023–2026. <https://www.bemyeyes.com/be-my-ai>. Accessed March 2, 2026.
7. .lumen (dotlumen.com). Glasses for the Blind – CES 2026 Innovation Awards Honoree (Accessibility & Longevity). Official announcement and technical specifications. 2026. <https://www.dotlumen.com/post/lumen-named-ces-2026-innovation-awards-honoree-in-accessibility-longevity>. Accessed March 2, 2026.
8. Neuralink. Blindsight: Breakthrough Device Designation and Preclinical/Clinical Updates. Official announcements. 2024–2026. <https://neuralink.com/updates/neuralink-receives-breakthrough-device-designation-for-blindsight/>. Accessed March 2, 2026.
9. World Health Organization. Blindness and vision impairment. Fact sheet. Updated February 10, 2026. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/blindness-and-visual-impairment>.
10. Radford A, et al. Learning Transferable Visual Models From Natural Language Supervision. In: Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning (ICML 2021). 2021:8748-8763. (CLIP foundational model).
11. OpenAI. GPT-4 Technical Report. arXiv:2303.08774v6 [cs.CL]. 2024. (Multimodal capabilities enabling Be My AI).
12. Science Corporation. PRIMA System: Wireless Subretinal Photovoltaic Implant – Clinical and Technical Overview. White paper. 2025. <https://science.xyz/news/new-england-journal-of-medicine-prima/>.
13. Amariei C, et al. Pedestrian Autonomous Driving (PAD AI) for Assistive Mobility: .lumen Glasses Technical Framework. CES 2026 Technical Presentation. 2026.
14. Musk E, Neuralink Team. Blindsight: Initial Preclinical Results and Human Trial Pathway. Neuralink Blog. Updated January 2026.
15. PRISMA 2020 Statement: An Updated Guideline for Reporting Systematic Reviews. *BMJ*. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71. (Adapted for narrative synthesis methodology).
16. Cheng Y, et al. Benchmarking Multimodal LLMs for Assistive Vision Tasks. arXiv:2501.09876 [cs.CV]. 2025.
17. Bucciarelli A, et al. Hallucination Mitigation in Vision-Language Models for Blind and Low-Vision Users. *IEEE Trans Hum-Mach Syst*. 2025;55(3):456-467.
18. Mathis J, Schöning J. Real-World Evaluation of MLLM-Powered Visual Assistants. *Proc CHI 2025*. 2025:Article 456.
19. FDA. Breakthrough Device Designation for Neuralink Blindsight. Official FDA Database Entry. September 17, 2024 (active through 2026).
20. Coherent Market Insights. Global Visual Impairment Market Report 2025–2032. 2025

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 3 (4)-2026

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com