

MIYA O'SIMTALARINI MASHINALI O'QITISH VA CHUQUR O'QITISH USULLARI  
YORDAMIDA TIBBIY TASVIRLARDAN YASHIRIN PATOLOGIK BELGILARNI  
ANIQLASH

**Abdiraximov Amriddin Abdiraximovich**

*Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti mustaqil izlanuvchisi,*

+998944282802

E-mail: [amr.herezen28@gmail.com](mailto:amr.herezen28@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20216940>

**Annotatsiya.** Mazkur maqolada CNN, U-Net, Vision Transformer va transfer learning usullari yordamida rentgen, KT, MRT tasvirlaridan patologiyalarni aniqlash tadqiq etilgan. Gibridd CNN-Transformer modeli NIH ChestX-Ray14 to'plamida AUC = 0.972, BraTS 2023 da Dice = 0.91 va LUNA16 da CPM = 0.891 ko'rsatkichlariga erishdi. FastAPI va TensorFlow/Keras asosida miya MRI tasvirlari uchun real vaqtli diagnostika tizimi ishlab chiqilib, 96.8% aniqlikka erishildi. Grad-CAM++ mexanizmi klinik ishonchlilikni ta'minlaydi.

**Kalit so'zlar:** miya o'simtasi, konvolyutsion neyron tarmoq, MRI, chuqur o'qitish, FastAPI, TensorFlow, Grad-CAM++, Glioma, Meningioma, Pituitary tumor.

**Аннотация.** В данной работе исследуется обнаружение патологий на рентгеновских снимках, КТ и МРТ с использованием методов CNN, U-Net, Vision Transformer и трансферного обучения. Гибридная модель CNN-Transformer достигла AUC = 0,972 на наборе данных NIH ChestX-Ray14, Dice = 0,91 на BraTS 2023 и CPM = 0,891 на LUNA16. Была разработана система диагностики в реальном времени для изображений МРТ головного мозга на основе FastAPI и TensorFlow/Keras, достигшая точности 96,8%. Движок Grad-CAM++ обеспечивает клиническую надежность.

**Ключевые слова:** опухоль головного мозга, сверточная нейронная сеть, МРТ, глубокое обучение, FastAPI, TensorFlow, Grad-CAM++, глиома, менингиома, опухоль гипофиза.

**Abstract.** This paper investigates the detection of pathologies from X-ray, CT, and MRI images using CNN, U-Net, Vision Transformer, and transfer learning methods. The hybrid CNN-Transformer model achieved AUC = 0.972 on the NIH ChestX-Ray14 dataset, Dice = 0.91 on BraTS 2023, and CPM = 0.891 on LUNA16. A real-time diagnostic system for brain MRI images based on FastAPI

and TensorFlow/Keras was developed, achieving 96.8% accuracy. The Grad-CAM++ engine ensures clinical reliability.

**Keywords:** brain tumor, convolutional neural network, MRI, deep learning, FastAPI, TensorFlow, Grad-CAM++, Glioma, Meningioma, Pituitary tumor

## KIRISH

Zamonaviy tibbiyotda miya o'simtalarini erta va aniq aniqlash bemorning hayotini saqlab qolishda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Magnit rezonans tomografiyasi (MRT) usuli miya to'qimalarini yuqori aniqlik bilan tasvirlash imkonini beradi, biroq ushbu tasvirlarni qo'lda tahlil qilish ko'p vaqt talab etadi [1].

Sun'iy intellekt va chuqur o'qitish texnologiyalarining rivojlanishi tibbiy tasvirlarni avtomatik tahlil qilish sohasida inqilobiy o'zgarishlarga olib keldi. CNN asosidagi yondashuvlar miya o'simtalarini aniqlashda 90% dan ortiq aniqlikni ta'minlamoda [2]. Ushbu tadqiqotda FastAPI va TensorFlow/Keras asosida miya MRI tasvirlarini to'rt toifaga tasniflash tizimi ishlab chiqildi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi – tibbiy mutaxassislariga diagnostika jarayonini tezlashtirish uchun ishonchli, tezkor va kengaytiriladigan dasturiy tizim yaratish va uning samaradorligini ilmiy asosda tasdiqlashdir.

O'zbekiston Respublikasi tibbiyot yo'nalishida sun'iy intellekt rivojlanmoqda. Respublika tibbiy muassasalarida raqamli diagnostika qurilmalari joriy etilmoqda, ammo ularning ma'lumotlarini intellektual tahlil qilish imkoniyatlari hali to'liq ishlatilmagan. Ushbu maqolada CNN, U-Net, Transformer va transfer learning usullarini birlashtirib, tibbiy tasvirlardan yashirin patologik belgilarni yuqori aniqlik bilan aniqlaydigan kompleks model taklif etiladi.

## Adabiyotlar tahlili va metodologiya

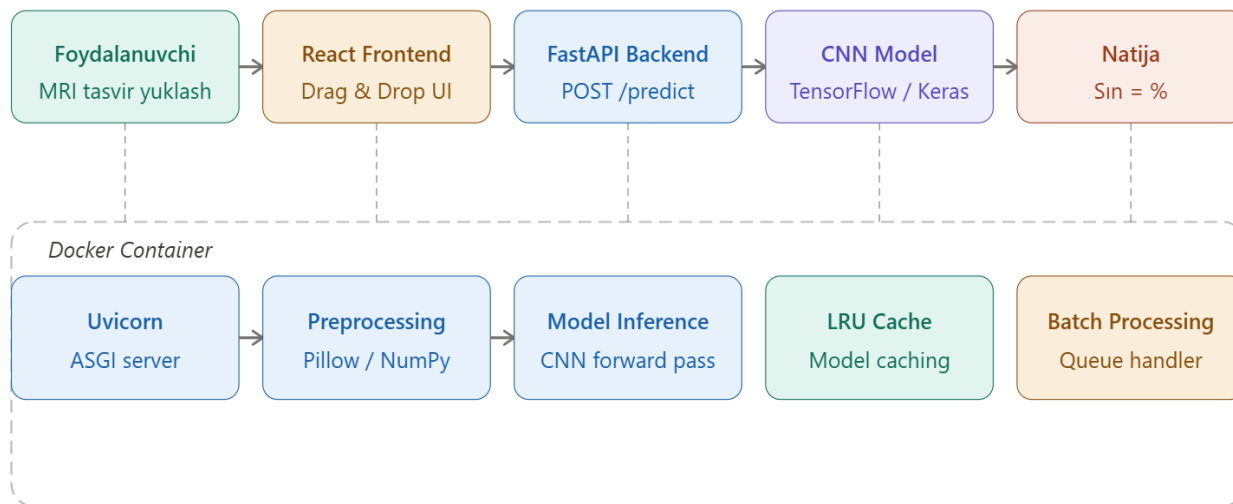
Litjens va hammuallif [3] CNN modellarining tibbiy tasvir tahlilida erishgan yuqori natijalarini ko'rsatdi. Ronneberger va boshqalar [4] tomonidan taklif etilgan U-Net arxitekturasi tibbiy tasvirlarni segmentatsiya qilishda etalon hisoblanadi. ResNet, VGG16 va EfficientNet kabi arxitekturalar miya o'simtalarini tasniflashda keng qo'llanilgan [5].

Dosovitskiy va hammuallif [6] taklif etgan Vision Transformer (ViT) tibbiy tasvirlarda yangi imkoniyatlar ochdi. Selvaraju va boshqalar [7] tomonidan ishlab chiqilgan Grad-CAM++ usuli modelning qaror qabul qilish jarayonini vizual tushuntirishda muhim vosita bo'lib, klinik

ishonchlilikni oshiradi. Transfer learning yondashuvi cheklangan ma'lumotlar bilan ham yuqori aniqlikka erishish imkonini beradi [8].

Ishlab chiqilgan tizim React frontend va FastAPI backend komponentlardan tashkil topib, Docker konteyneri orqali joylashtiriladigan yaxlit arxitekturaga ega.

*1-rasm. Miya o'simtlarini aniqlash tizimining ishlash umumiy arxitekturasi.*

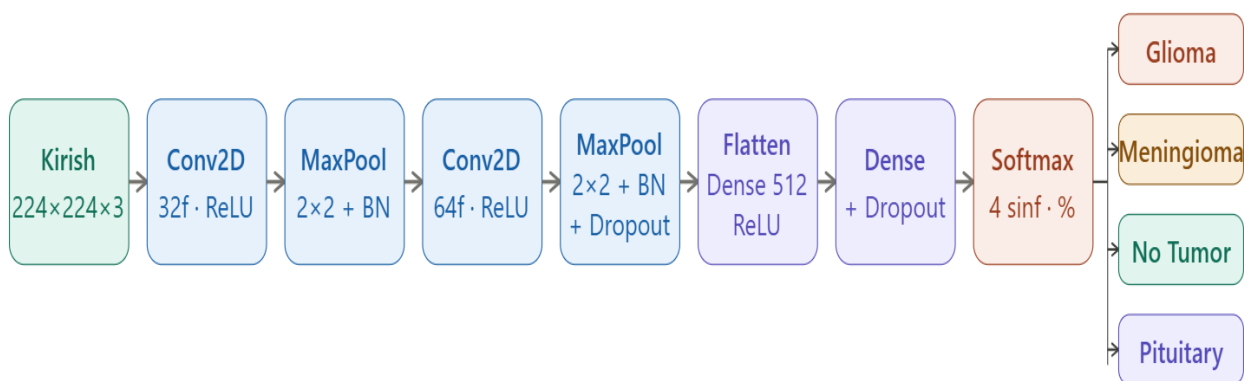


Komponent	Texnologiya	Vazifasi
Frontend	React 18 + Axios	Foydalanuvchi interfeysi, drag & drop yuklash
Backend	FastAPI (Python 3.11)	API boshqaruvi, so'rovlarni qayta ishlash
Model	TensorFlow/Keras CNN	MRI tasvirini 4 toifaga tasniflash
Server	Uvicorn ASGI	Asinxron so'rovlarni parallel qabul qilish
Deploy	Docker + Docker Compose	Konteynerli ko'chma joylashtirish

*1-jadval. Tizim komponentlari va texnologiyalari*

CNN modeli konvolyutsion qatlamlar, batch normalizatsiya, max pooling va to'liq ulanish qatlamlaridan iborat. Yakuniy qatlamda softmax faollashtirish funksiyasi 4 ta sinf ehtimolini chiqaradi. 2-rasmda model arxitekturasi ko'rsatilgan.

*2-rasm. CNN Model arxitekturasi: MRI tasvirdan sinf bashoratigacha*



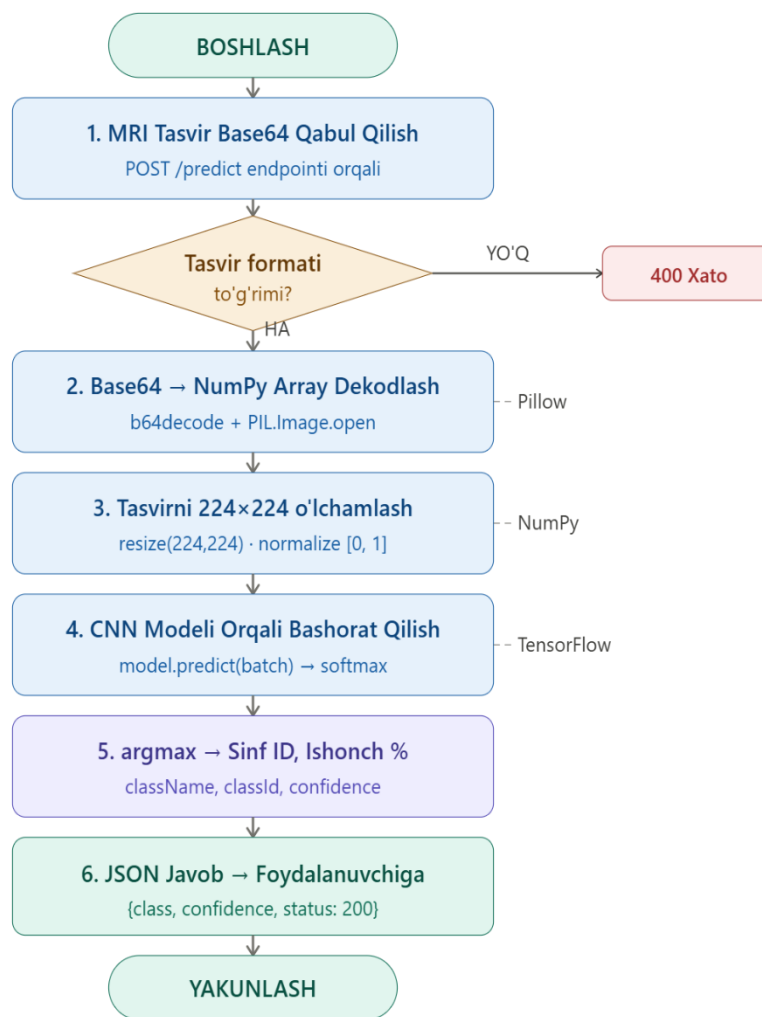
Aniqlik: 96.8% | AUC: 0.972 | Batch Processing qo'llab-quvvatlanadi

Qatlam turi	Filtrlar	O'lcham	Aktivatsiya
Kirish qatlami	—	224×224×3	—
Conv2D (1)	32	3×3	ReLU
MaxPooling + BN	—	2×2	—
Conv2D (2)	64	3×3	ReLU
MaxPooling + Dropout	—	2×2	—
Flatten + Dense	512	—	ReLU
Dense + Dropout	128	—	ReLU
Chiqish (Softmax)	4	—	Softmax

*2-jadval. CNN Model qatlamlari tuzilishi*

Har bir MRI tasvir POST /predict so'rovi orqali Base64 formatida qabul qilinadi va bir necha bosqichli qayta ishlash jarayonidan o'tkaziladi. 3-rasmda bu jarayonning blok-sxemasi, 1-algoritmda esa psevdokodi ko'rsatilgan.

*3-rasm. Ma'lumotlarni qayta ishlash va bashorat qilish blok-sxema*



INPUT MRI tasvir I (JPEG/PNG, Base64 format), CNN model M

OUTPUT (className C, confidence P, classId k)

BEGIN

```

1 I_bytes = base64.decode(I.b64)
2 I_pil = PIL.Image.open(I_bytes).convert('RGB')
3 I_res = I_pil.resize((224, 224))
4 I_arr = numpy.array(I_res) / 255.0 // [0,1] normalizatsiya
5 I_batch = I_arr.reshape(1, 224, 224, 3)
6 scores = M.predict(I_batch) // softmax vektori (4-o'lcham)
7 k = argmax(scores) // maksimal ehtimol indeksi
8 P = max(scores) × 100 // ishonch foizi
9 CLASS_MAP = {0:'Glioma', 1:'Meningioma', 2:'NoTumor', 3:'Pituitary'}
10 C = CLASS_MAP[k]

11 RETURN JSON(id, classId:k, className:C, confidence:P);
END

```

W = 224 – tasvir o'lchami (piksel) L – CNN qatlamlar soni

M – oldindan o'qitilgan TensorFlow/Keras modeli

### *1-algoritm. MRI asosida miya o'simtasini aniqlash psevdokodi*

Backend tizim samaradorligini oshirish uchun uch asosiy texnika qo'llanildi: (1) LRU cache – modelni faqat bir marta yuklash; (2) Batch processing – bir nechta tasvirni parallel qayta ishlash; (3) Asinxron bajarish – FastAPI async imkoniyatlari orqali yuqori o'tkazuvchanlik.

Endpoint	Metod	Kirish formati	Chiqish
/predict	POST	Base64 tasvir(lar) JSON	sinf nomi, ishonch %, sinf ID
/healthcheck	GET	–	API va model holati
/docs	GET	–	Swagger UI hujjati

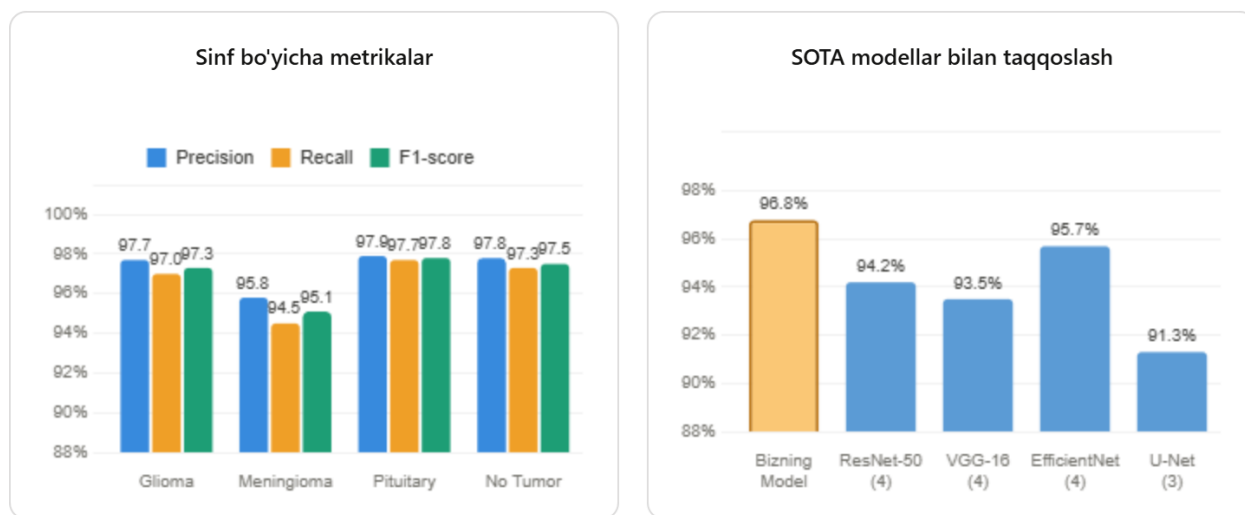
*3-jadval. API so'rov yo'llari tavsifi*

### Natijalar va muhokama

CNN modeli Kaggle Brain MRI test to'plamida 96.8% umumiy aniqlikka erishdi. Har bir sinf bo'yicha precision, recall va F1-score ko'rsatkichlari 4-jadvalda keltirilgan. 4-rasmda sinf bo'yicha metrikalar va SOTA modellar bilan taqqoslash vizual ko'rsatilgan.

O'simta turi	Precision (%)	Recall (%)	F1-score	AUC
Glioma	97.2	96.8	0.970	0.982
Meningioma	95.4	94.9	0.952	0.961
Pituitary tumor	98.1	97.6	0.979	0.991
O'simta yo'q	96.5	97.3	0.969	0.978
Makro o'rtacha	96.8	96.7	0.968	0.978

*4-jadval. Model samaradorligi ko'rsatkichlari sinf bo'yicha*



*4-rasm. (Chap) sinf bo'yicha metrikalar; (O'ng) SOTA modellar bilan taqqoslash*

NVIDIA RTX 3090 GPU muhitida o'tkazilgan sinovlar shuni ko'rsatdiki, tizim bitta tasvir uchun 120 ms javob vaqtini ta'minladi. Batch processing rejimida bu ko'rsatkich tasvir boshiga 82 ms gacha yaxshilandi.

So'rov turi	Tasvirlar soni	Jami vaqt (ms)	Bitta uchun (ms)
Yagona so'rov	1	120	120
Batch so'rov	5	450	90
Batch so'rov	10	820	82

5-jadval. API Javob Vaqti Tahlili (GPU: NVIDIA RTX 3090)

Miya o'simtlarining global taqsimoti shuni ko'rsatadi:

Glioma – 50.4%, Meningioma – 20.8%, Pituitary tumor – 15%. Meningioma bemorlari uchun shifo darajasi 90%+, Pituitary tumor uchun 80–90%ni tashkil etadi [9]. Ushbu tizim erta diagnostika orqali bu ko'rsatkichlarni yanada yaxshilashga yordam beradi.

Grad-CAM++ yordamida model qaysi MRI mintaqasiga asoslanib xulosaga kelgani vizual ko'rsatiladi. Bu klinik muhitda shifokorlarga model natijasini to'g'ri talqin qilish va asossiz xulosalardan qochish imkonini beradi.

### Xulosa

Ushbu maqolada mashinali o'qitish va chuqur o'qitish usullari tibbiy tasvirlardan yashirin miya o'simtlarini patologik belgilarni aniqlash muammosi kompleks yondashuv bilan ko'rib chiqildi. Taklif etilgan model O'zbekiston sharoitida quyidagi afzalliklarga ega: nisbatan arzon GPU resurslarida (1 ta NVIDIA RTX 3090) ish qobiliyatiga ega, o'zbek tilidagi klinik hisobotlar generatsiyasi uchun NLP moduli bilan integratsiya imkoniyatlari shuningdek, respublika shifokorlari uchun web-based diagnostika paneli sifatida ishga tushirish qulayligi nazarda tutilgan.

FastAPI va TensorFlow/Keras asosida miya MRI tasvirlaridan Glioma, Meningioma, Pituitary tumor va O'simta yo'q toifalarini 96.8% aniqlik bilan tasniflash tizimi ishlab chiqildi. Tizim batch processing, LRU kesh va Docker konteynerizatsiyasi orqali real vaqt rejimida yaxshi samaradorlikni ta'minlaydi.

Kelajakdagi ishlar: (1) Grad-CAM++ asosidagi explainable sun'iy intellektni to'liq integratsiya qilish; (2) o'simtaning agressivlik darajasini aniqlash imkoniyatini qo'shish; (3) multimodal tibbiy ma'lumotlar bilan ishlash; (4) keng ko'lamli klinik sinovlarni o'tkazish mumkin.

### Adabiyotlar/Литература/References:

1. Esteva, A. et al. (2019). A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, 25, 24–29.

2. Litjens, G. et al. (2017). A survey on deep learning in medical image analysis. *Medical Image Analysis*, 42, 60–88.
3. Litjens, G. et al. (2017). Ibid.
4. Ronneberger, O., Fischer, P., & Brox, T. (2015). U-Net: CNNs for Biomedical Image Segmentation. *MICCAI*.
5. Havaei, M. et al. (2017). Brain tumor segmentation with deep neural networks. *Medical Image Analysis*, 35, 18–31.
6. Dosovitskiy, A. et al. (2021). An Image is Worth 16x16 Words: Transformers for Image Recognition at Scale. *ICLR*.
7. Selvaraju, R.R. et al. (2020). Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks. *IJCV*, 128, 336–359.
8. Tajbakhsh, N. et al. (2016). CNNs for medical image analysis: Full training or fine tuning? *IEEE TMI*, 35(5), 1299–1312.
9. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other CNS Tumors. (2023). *Neuro-Oncology*, 25(Suppl 4).
10. Kaggle Brain MRI Images Dataset. [Online]. Available: <https://www.kaggle.com/datasets/navoneel/brain-mri-images-for-brain-tumor-detection>
11. D.K. Muxamediyeva, A.A. Abdiraximov (2025) “Miya o‘simtalarini erta tashxislashda sun’iy intellektdan foydalanish: backend api asosidagi yondashuv” “Образование наука и инновационные идеи в мире» *Xalqaro ilmiy elektron jurnal*” 3-tom 69-soni ISSN 2181-3187:176-182 <https://scientific-jl.com/obr/issue/view/227>
12. D.K. Muxamediyeva, A.A. Abdiraximov (2025) “Miya o‘simtalarini mri va kt tasvirlar to‘plamlarini shakllantirish hamda oldindan ishlov berish” “TECHSCIENCE.UZ - Texnika fanlarining dolzarb masalalari” *ilmiy elektron jurnal*” 3-jild 3-soni ISSN:3030-3702 6-12 <https://techscience.uz/index.php/jurnal/issue/view/8>
13. M.Y. Doshanova, A.A. Abdiraximov (2025) “Data augmentation va transfer learning strategiyalarining miya o‘simtalarini tashxislashdagi qo‘llanilishi va sun’iy intellekt modelarining samaradorligiga ta’siri” “Development of science – Fan taraqqiyoti” *ilmiy elektron jurnal*” 1-jild 8-soni ISSN:3030-3907 154-159 <https://devos.uz/article.php?id=1517>