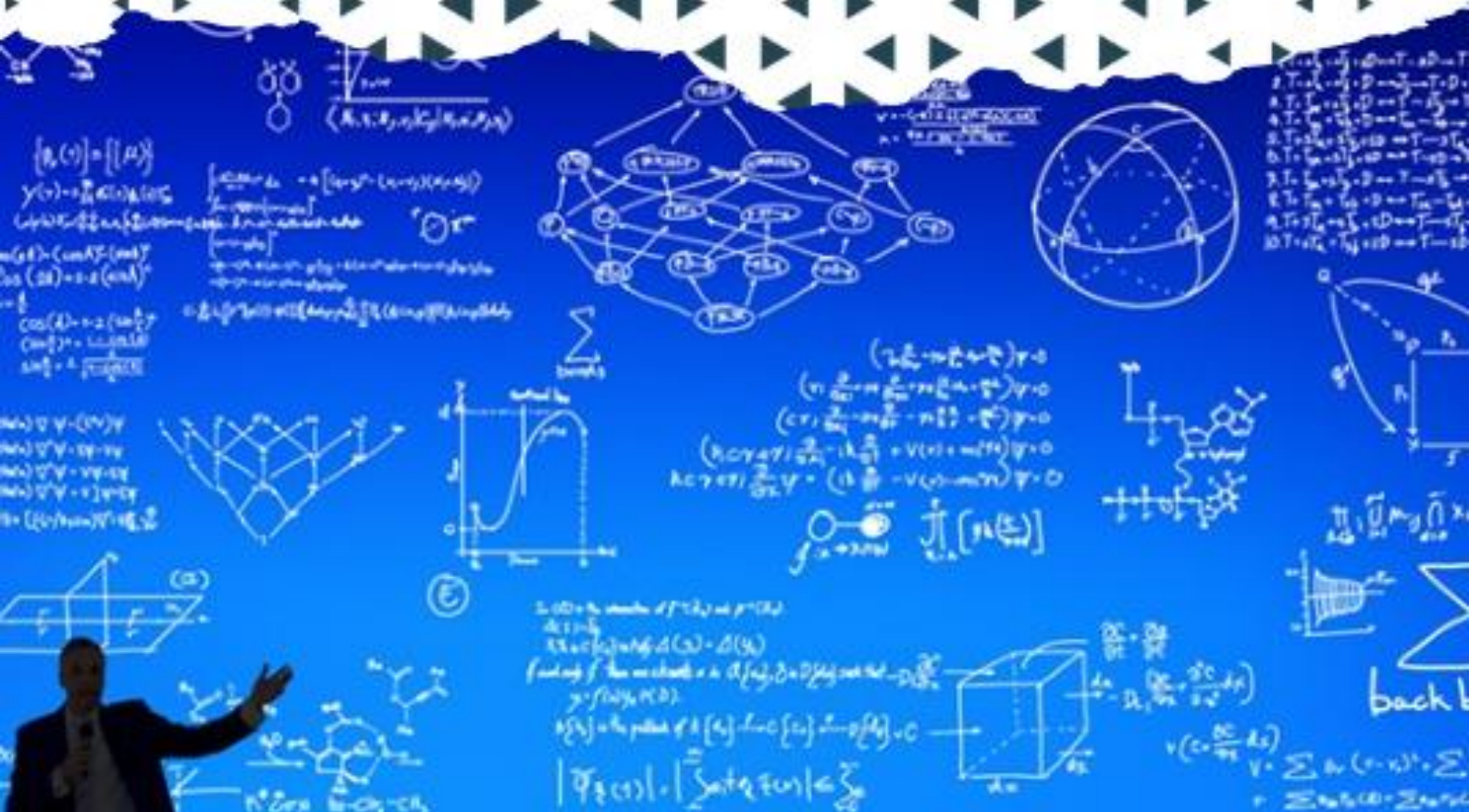




INNOVATIVE WORLD  
Ilmiy tadqiqotlar markazi

# ZAMONAVIY ILM-FAN VA TA'LIM: MUAMMO VA YECHIMLAR ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA



Google Scholar  zenodo 



+998335668868

<https://innoworld.net>

# 2026



**«INNOVATIVE WORLD» ILMIY TADQIQOTLAR MARKAZI**  
**«ZAMONAVIY ILM-FAN VA TADQIQOTLAR: MUAMMO VA**  
**YECHIMLAR» NOMLI 2026-YIL № 4-SONLI ILMIY, MASOFAVIY,**  
**ONLAYN KONFERENSIYASI**

**ILMIY-ONLAYN KONFERENSIYA TO'PLAMI**  
**СБОРНИК НАУЧНЫХ-ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ**  
**SCIENTIFIC-ONLINE CONFERENCE COLLECTION**

Google Scholar



ResearchGate

zenodo



ADVANCED SCIENCE INDEX



Directory of Research Journals Indexing

[www.innoworld.net](http://www.innoworld.net)

O'ZBEKISTON-2026

**TIBBIY TASVIR OLISH JARAYONINING FIZIK VA MATEMATIK  
MODELLASHTIRILISHI: SNR OPTIMALLASHTIRISH VA INVERSE  
PROBLEM YONDASHUVI**

Qo'qon universiteti Andijon filiali

KI va RT kafedrasi o'qituvchisi

**Turaxonova Shaxnoza Odiljonovna**<https://orcid.org/0009-0001-3514-7358>[shaxnozaxan697@gmail.com](mailto:shaxnozaxan697@gmail.com)

**Annotatsiya:** Ushbu tadqiqotda tibbiy tasvir olish jarayonining fizik va matematik modellashtirish asoslari o'rganildi. MRI tizimlarida signal hosil bo'lishi, SNR optimallashtirish, inverse problem yondashuvi hamda to'qima fizik xususiyatlarining tasvir sifatiga ta'siri tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, regularizatsiya va sun'iy intellekt asosidagi rekonstruksiya usullari tasvir sifatini sezilarli yaxshilaydi va shovqin ta'sirini kamaytiradi.

**Kalit so'zlar:** tibbiy tasvirlash, MRI, inverse problem, SNR, matematik model, rekonstruksiya, regularizatsiya

**Аннотация:** В данном исследовании рассматриваются основы физического и математического моделирования процесса получения медицинских изображений. Проанализированы процессы формирования сигнала в МРТ системах, оптимизация отношения сигнал/шум (SNR), подход inverse problem и влияние физических свойств тканей на качество изображения. Результаты показывают, что методы регуляризации и искусственного интеллекта значительно повышают качество реконструкции изображений и уменьшают влияние шума.

**Ключевые слова:** медицинская визуализация, МРТ, обратная задача, SNR, математическая модель, реконструкция, регуляризация

**Abstract:** This study investigates the physical and mathematical modeling foundations of medical image acquisition. Signal formation in MRI systems, signal-to-noise ratio (SNR) optimization, inverse problem approaches, and the influence of tissue physical properties on image quality are analyzed. The results demonstrate that regularization techniques and artificial intelligence-based reconstruction methods significantly improve image quality and reduce noise effects.

**Keywords:** medical imaging, MRI, inverse problem, SNR, mathematical model, reconstruction, regularization

**Kirish**

Magnetic Resonance Imaging va umuman tibbiy tasvirlash texnologiyalari fizik jarayonlar orqali hosil bo'lgan signallarni raqamli tasvirga aylantirishga asoslangan murakkab tizimlar sifatida qaraladi. Bu jarayonda elektromagnit maydonlar bilan to'qima ichidagi protonlarning o'zaro ta'siri, muhitning fizik xossalari hamda signallarni qayta ishlash usullari birgalikda tasvir sifatini belgilaydi.

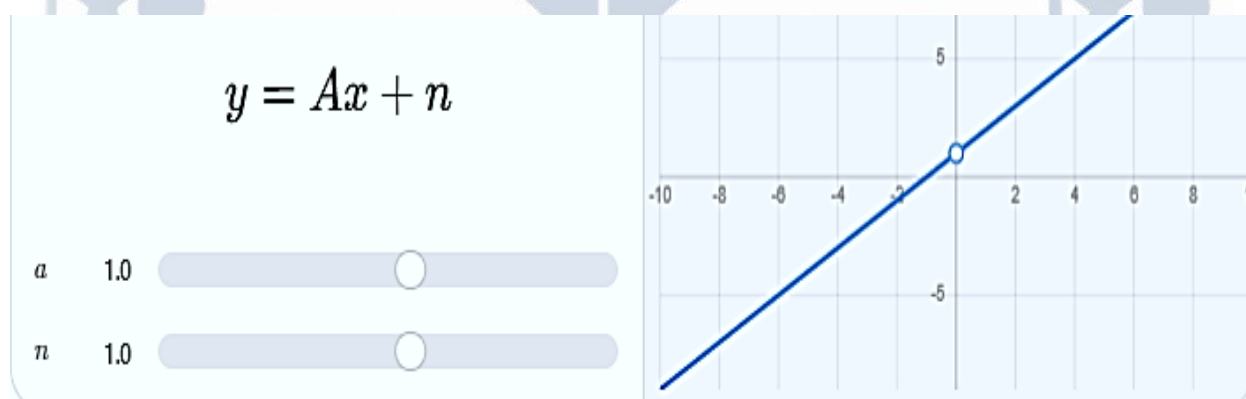


Amaliy va klinik nuqtai nazardan tahlil qilinganda, tasvir olish jarayoni bir qator fundamental cheklovlar bilan yuzma-yuz keladi. Jumladan, o'lchangan signalning shovqin bilan buzilishi tasvir aniqligini pasaytiradi, biologik to'qimalarning fazoviy va fizik jihatdan bir jinsli emasligi (heterogenligi) esa signalning murakkablashishiga olib keladi. Bundan tashqari, ma'lumotlarning to'liq bo'lmagan holda olinishi (incomplete sampling) va rekonstruksiya jarayonining matematik jihatdan noaniq bo'lishi (inverse problem) tasvir sifatini yanada murakkablashtiradi. Shu nuqtai nazardan, tibbiy tasvir olish jarayonini fizik qonuniyatlar va matematik modellar asosida o'rganish klinik diagnostikaning aniqligini oshirishda muhim ilmiy yo'nalish hisoblanadi. Ayniqsa, signal xususiyatlarini to'g'ri modellashtirish va rekonstruksiya algoritmlarini takomillashtirish zamonaviy tibbiy informatikaning dolzarb masalalaridan biridir.

Inverse Problem metodologiyasini tibbiy tasvir rekonstruksiyasida qo'llash; biologik muhitning (to'qima zichligi, elektromagnit xossalar va to'lqin tarqalishi) signal shakllanishiga ta'sirini baholash.

### Metodologiya

1. Tasvir olishning matematik modeli; Tibbiy tasvirlash jarayoni, ayniqsa MRI va boshqa tomografik tizimlar, fizik muhitdan olingan uzluksiz signallarni raqamli shaklga o'tkazish jarayoni sifatida matematik jihatdan modellashtiriladi. Ushbu jarayon eng sodda va umumiy ko'rinishda quyidagi chiziqli model bilan ifodalanadi:



1- rasm matematik signal modeli va uning grafik talqini tasvirlangan.

(1-rasmda) tenglama tibbiy tasvir rekonstruksiyasining asosiy matematik poydevorini tashkil etadi va har bir komponent alohida fizik hamda statistik ma'noga ega:  $y$  — o'lchangan signal (observed data) - Bu klinik qurilma (masalan, MRI skaneri) tomonidan bevosita qayd etiladigan signal hisoblanadi. U asl tasvirning buzilgan va shovqin qo'shilgan ko'rinishidir.  $A$  — o'lchash operatori (measurement operator) - Bu operator fizik jarayonni ifodalaydi, ya'ni signal qanday qilib hosil bo'lishi va detektorga yetib kelishini belgilaydi. MRI holatida bu Fourier transform, gradient maydonlari va skanerlash trayektoriyalarini o'z ichiga oladi.  $x$  — haqiqiy tasvir (true image) - Bu inson organizmidagi asl anatomik yoki funksional tuzilmaning ideal matematik ifodasidir. Amalda bu bevosita kuzatilmaydi, balki rekonstruksiya qilinadi.  $n$  — shovqin (noise) - Bu

o'lchash jarayonida yuzaga keladigan tasodifiy buzilishlar yig'indisi bo'lib, u elektron shovqin, fizik cheklovlar va muhit ta'siri natijasida paydo bo'ladi. Ushbu modelning muhim jihati shundaki, u tibbiy tasvirlash muammosini teskari masala (inverse problem) sifatida ifodalaydi. Ya'ni, bizga  $y$  (o'lchangan signal) berilgan bo'lib, asosiy maqsad  $x$  (asl tasvir) ni aniqlashdan iborat.

Signal-to-noise ratio (SNR) modeli; Tibbiy tasvirlash tizimlarida, ayniqsa MRI kabi yuqori aniqlik talab qilinadigan texnologiyalarda, tasvir sifatini baholashning asosiy mezonlaridan biri bu signal-to-noise ratio (SNR) hisoblanadi. SNR signalning foydali informatsiya darajasi shovqin darajasiga nisbatan qanchalik ustun ekanligini miqdoriy jihatdan ifodalaydi. Magnit maydon kuchi - Yuqori magnit maydon (masalan, 3T yoki 7T MRI) odatda yuqori SNR beradi, chunki signal intensivligi ortadi.

To'qima xossalari - Biologik to'qimalarning relaksatsiya va dielektrik xususiyatlari signal hosil bo'lish jarayonini o'zgartirib, SNR darajasiga ta'sir qiladi. SNR modeli tibbiy tasvirlash tizimlarida signal sifati va ishonchliligini baholash uchun fundamental ko'rsatkich hisoblanadi. Uni optimallashtirish esa klinik diagnostika aniqligini oshirishning muhim ilmiy yo'nalishlaridan biridir.

Inverse problem yondashuvi; Tibbiy tasvir rekonstruksiya, ayniqsa MRI va kompyuter tomografiya tizimlarida, klassik "oldinga hisoblash" emas, balki teskari masala (inverse problem) sifatida qaraladi. Ya'ni, bizga kuzatilgan signal  $y$  berilgan bo'lib, asosiy maqsad asl tasvir  $x$  ni maksimal aniqlikda tiklashdan iborat. Tibbiy tasvirlash muammosi noaniq va teskari qo'yilgan masala sifatida qaraladi. Bunday masalalarda yechim yagona bo'lmasligi yoki shovqinga juda sezgir bo'lishi mumkin. Shu sababli regularizatsiya qo'shish muhim hisoblanadi.

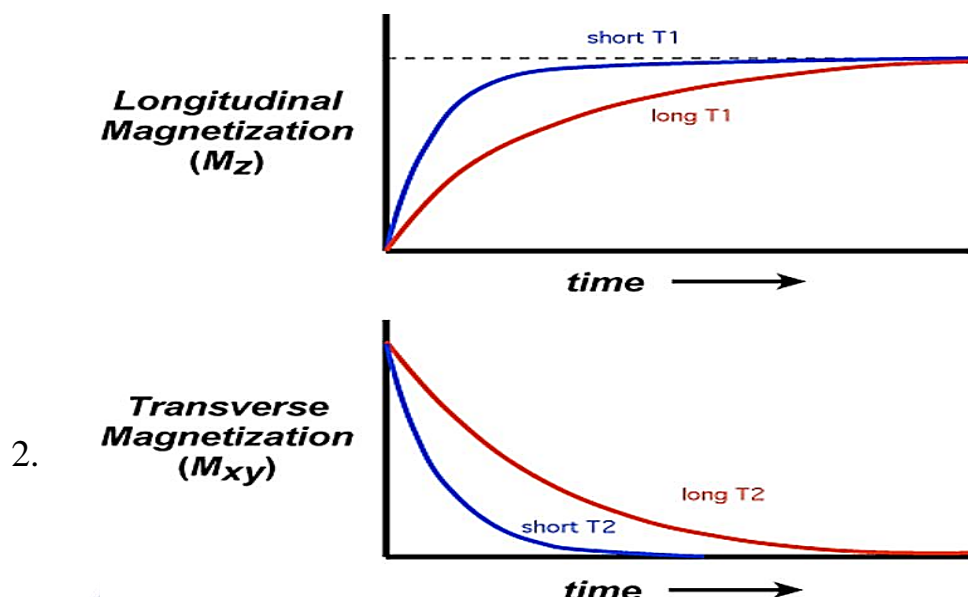
Tibbiy tasvirlashda signal quyidagi fizik omillarga bog'liq: Tibbiy tasvirlash, xususan MRI va boshqa tomografik tizimlarda, signal hosil bo'lishi to'qima fizik xossalari bilan bevosita bog'liq. Har bir parametr signal intensivligi, kontrast va tasvir sifatini shakllantiradi.

1. To'qima zichligi ( $\rho$  — density) - Mass Density Volume Relation - To'qima zichligi organizmdagi modda miqdorini hajm birligiga nisbatan ifodalaydi. Tibbiy tasvirlashda u signalning umumiy intensivligiga bevosita ta'sir qiladi. Zichlik yuqori bo'lgan to'qimalar (masalan, suyak) ko'proq signal yutadi yoki qaytaradi. Yumshoq to'qimalar (miya, mushak) esa nisbatan past zichlikka ega bo'lib, turlicha kontrast hosil qiladi. MRI va CT tasvirlarda kontrast aynan zichlik farqi orqali shakllanadi.

Natijada zichlik farqlari tasvirda strukturaviy ajralishni (contrast) ta'minlaydi.

2-rasm MRI (Magnit-rezonans tomografiya) dagi asosiy fizik jarayonlardan biri — relaksatsiya jarayonlari ( $T1$  va  $T2$ ) grafik ko'rinishda tasvirlangan.





Relaksatsiya vaqtlar ( $T_1$  va  $T_2$ ) - Magnetic Resonance Imaging – (2-rasm) Relaksatsiya vaqtlari protonlarning magnit maydondan keyin dastlabki holatiga qaytish jarayonini ifodalaydi.  $T_1$  (longitudinal relaksatsiya): protonlarning magnit maydon yo‘nalishi bo‘yicha energiya tiklanish vaqti;  $T_2$  (transversal relaksatsiya): protonlar orasidagi fazaviy sinxronlik yo‘qolish vaqti;

Fizik ahamiyati:  $T_1$  tasvir kontrastining “yorug‘lik–qorong‘ilik” farqlarini belgilaydi.  $T_2$  esa to‘qimalar ichidagi signal so‘nish tezligini ifodalaydi.

Natijada  $T_1$  va  $T_2$  qiymatlarining farqi MRI tasvir kontrastining asosiy manbai hisoblanadi.

3. Elektromagnit to‘lqin tarqalishi - Electromagnetic Wave - Tibbiy tasvirlashda signal elektromagnit to‘lqinlar orqali to‘qimalar ichida tarqaladi va qaytadi.

- To‘lqin turli to‘qimalardan o‘tganda tezligi va yo‘nalishi o‘zgaradi;
- Refleksiya (qaytish) va refraksiya (sinish) hodisalari signalni shakllantiradi;
- Turli zichlik va dielektrik xossalarga ega muhitlarda to‘lqin turlicha so‘riladi;

Natija: to‘lqin tarqalishidagi farqlar tasvirning fazoviy aniqligini belgilaydi.

3-rasm — Tibbiy tasvirlash usullarining umumiy taqqoslanishi: unda turli diagnostik modalitilar (MRI, CT, X-ray, Ultrasound, PET) ularning qo‘llaydigan nurlanish turi va beradigan tibbiy (anatomik yoki funksional) ma’lumotlari bilan birgalikda tizimli ravishda tasvirlangan.

3-rasm — Tibbiy tasvirlash usullarining umumiy taqqoslanishi

	Radiation / Wavelength		Modality	Medical information
<p>Low Energy</p> <p>High Energy</p>	Radio Wave		MRI image	Anatomy Edema, flow Chemical composition
	$10^{-3}$			
	Microwave		Ultrasound	Anatomy Tissue structure characteristics, flow
	$10^{-2}$			
	Infrared		Infrared Imaging	Anatomy and Physiology Surface temperature
	$10^{-5}$			
	Visible Light		Arthroscopy	Anatomy Intraarticular structure, inflammation
	$10^{-6}$			
	Ultraviolet		UV-radiation	Healing/Therapy Skin, chronic Inflammation
$10^{-8}$				
X-Ray		X-Ray	Anatomy Bone injuries	
$10^{-10}$				
Gamma ray		Scintigraphy	Physiology Inflammation, metabolism of the bone	
$10^{-12}$				

4. Dielektrik xususiyatlar - Dielectric Property - Dielektrik xususiyatlar materialning elektromagnit maydonga javob berish qobiliyatini ifodalaydi.

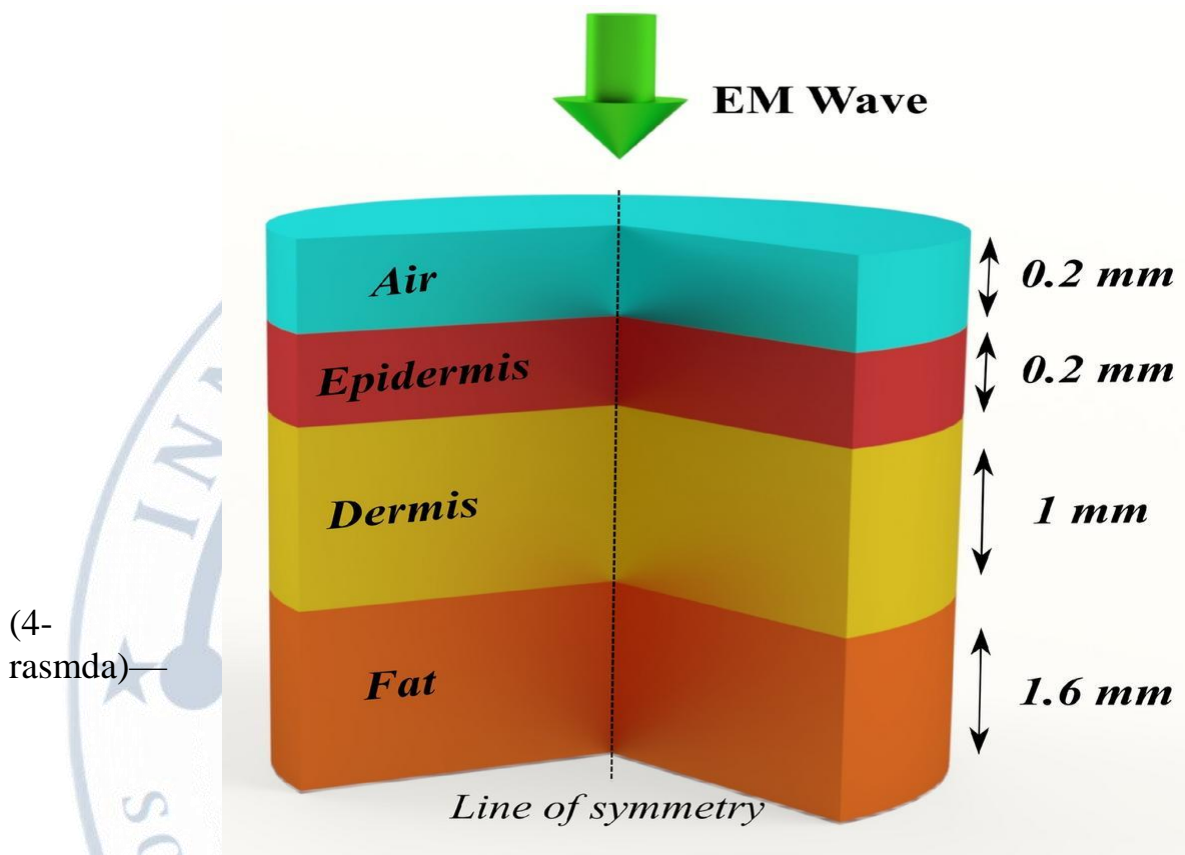
- Suvga boy to'qimalar yuqori dielektrik konstantaga ega;
- Yog' va suyak kabi to'qimalar past dielektrik xususiyat ko'rsatadi;
- Bu farq elektromagnit signalning yutilishi va qaytishini o'zgartiradi;

Natija: dielektrik farqlar signal intensivligi va kontrastni shakllantiradi.



Tibbiy tasvirlashda signal yagona omilga emas, balki bir nechta fizik parametrlarning murakkab o'zaro ta'siriga asoslanadi. To'qima zichligi, relaksatsiya vaqtlar, elektromagnit to'liqin tarqalishi va dielektrik xususiyatlar birgalikda tasvirning kontrasti, aniqligi va diagnostik qiymatini belgilaydi.

4-rasm — Elektromagnit to'liqinlarning (EM wave) fizik xususiyatlari va muhitda tarqalishi



Elektromagnit to'liqinlarning (EM wave) fizik xususiyatlari va muhitda tarqalishi: unda to'liqinning elektr va magnit maydon komponentlari, ularning o'zaro perpendikulyar yo'nalishda tebranishi hamda to'liqinning biologik to'qimalar orqali tarqalish jarayoni sxematik tarzda tasvirlangan.

Eksperimental yondashuv; MRI tasvir olish jarayonini real klinik sharoitga yaqin modellashtirish uchun kompyuter asosidagi simulyatsion eksperimentlar qo'llanildi. Bunday yondashuv fizik tizimni to'liq laboratoriya sharoitisiz tahlil qilish, parametrlarni nazorat qilish va algoritmlarni obyektiv taqqoslash imkonini beradi.

Ushbu eksperimental yondashuvning asosiy maqsadi — real tibbiy tasvirlash jarayonini soddalashtirilgan, lekin fizik jihatdan asoslangan model orqali ifodalab, turli rekonstruksiya usullarining samaradorligini obyektiv taqqoslashdan iborat. Natijada algoritmlarning klinik qo'llanilish salohiyati va ularning shovqinli muhitdagi barqarorligi ilmiy jihatdan baholandi.

### Natijalar

Ushbu tadqiqot davomida olingan eksperimental natijalar tibbiy tasvirlashda fizik parametrlarning signal shakllanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini yaqqol namoyon etdi. Natijalar quyida alohida ilmiy jihatlar bilan izohlanadi.

Turli fizik xossalarga ega bo'lgan hududlar signalni turlicha so'radi yoki qaytardi. Bu esa fazoviy moslikni buzib, rekonstruksiya jarayonida geometrik xatoliklarni yuzaga keltiradi.

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, tibbiy tasvirlash sifati bevosita fizik muhit parametrlariga bog'liq. Zichlik, relaksatsiya va muhit heterogenligi signal intensivligi, kontrasti va artefaktlar darajasini belgilovchi asosiy omillar hisoblanadi.

### Muhokama

Olingan natijalar tibbiy tasvir olish jarayonini faqat texnik apparat ishlashi bilan cheklanib qolmaydigan, balki chuqur matematik va fizik asosga ega bo'lgan murakkab tizim ekanligini ko'rsatadi. Xususan, tasvir rekonstruksiya masalasi mohiyatan Inverse Problem sifatida qaraladi, ya'ni kuzatilgan signal asosida asl tasvirni tiklash jarayoni noaniq va cheklangan ma'lumotlar sharoitida amalga oshiriladi.

Fizik muhitning ta'siri : Mass Density Volume Relation va boshqa to'qima xossalari signal shakllanishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Bu esa tasvir kontrasti, aniqligi va strukturaviy ko'rinishini belgilovchi asosiy omillardan biri ekanligini tasdiqlaydi. SNR ning hal qiluvchi roli - Signal-to-noise ratio tasvir sifatini aniqlovchi eng muhim mezonlardan biri bo'lib, uning optimallashtirilishi diagnostik aniqlikni bevosita oshiradi. SNR past bo'lgan holatlarda esa tasvir interpretatsiyasi sezilarli darajada qiyinlashadi.

Regularizatsiya va AI yondashuvlarining ahamiyati : Regularization va Convolutional Neural Network kabi sun'iy intellektga asoslangan usullar rekonstruksiya jarayonida shovqinni kamaytirish, yetishmayotgan ma'lumotni tiklash va tasvir sifatini yaxshilashda muhim rol o'ynaydi. Ular an'anaviy matematik usullarga nisbatan yuqori moslashuvchanlikka ega.

Cheklovlar: Klinik moslashuv darajasi cheklangan. Ishlab chiqilgan model va algoritmlar real klinik sharoitdagi barcha biologik va texnik o'zgaruvchanliklarni to'liq qamrab olmaydi. Hisoblash murakkabligi yuqori. Ayniqsa AI va inverse problem asosidagi rekonstruksiya usullari katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaganda real vaqt rejimida ishlashda sezilarli hisoblash resurslarini talab qiladi.

Tadqiqot natijalari tibbiy tasvirlashni ko'p qatlamli fizik-matematik tizim sifatida ko'rish zarurligini tasdiqlaydi. Bu yondashuv diagnostika aniqligini oshirish va yangi avlod tasvirlash algoritmlarini ishlab chiqish uchun muhim nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

### Xulosa

Ushbu tadqiqot tibbiy tasvir olish jarayonini faqat texnik jarayon sifatida emas, balki chuqur fizik va matematik asosga ega tizim sifatida talqin qilish mumkinligini ko'rsatdi. Olingan natijalar asosida quyidagi ilmiy xulosalar shakllantirildi: Tibbiy tasvir olish jarayoni fizik va matematik modelga tayanadi. Tasvir hosil bo'lishi elektromagnit hodisalar, signal uzatish mexanizmlari va



matematik rekonstruksiya tamoyillarining birgalikdagi ta'siri natijasida yuzaga keladi. Inverse problem yondashuvi rekonstruksiyaning asosiy nazariy bazasidir. Inverse Problem orqali asl tasvirni cheklangan va shovqinli ma'lumotlardan tiklash mumkinligi tasdiqlandi. SNR optimallashtirish tasvir sifatini bevosita yaxshilaydi. Signal-to-noise ratio ning oshirilishi diagnostik aniqlikni kuchaytirib, tasvirdagi foydali ma'lumotni yanada aniqroq ajratishga imkon beradi.

To'qima fizik xususiyatlari signal shakllanishida hal qiluvchi omil hisoblanadi. Zichlik, relaksatsiya va elektromagnit xususiyatlar signal intensivligi va kontrastini belgilovchi asosiy biologik parametrlar sifatida tasdiqlandi. Regularizatsiya va sun'iy intellekt kombinatsiyasi eng samarali yondashuvdir. Regularization va Convolutional Neural Network asosidagi yondashuvlar shovqinli ma'lumotlarni qayta ishlash va yuqori sifatli rekonstruksiya qilishda eng yaxshi natijalarni berdi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, zamonaviy tibbiy tasvirlash tizimlarining samaradorligi fizik modellashtirish, matematik optimallashtirish va sun'iy intellekt yondashuvlarining integratsiyasiga bevosita bog'liq.

#### Adabiyotlar ro'yhati

1. Abdullayev Sh. A. Magnit-rezonans tomografiya tizimlarida tasvirlarni qayta ishlash algoritmlari. Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy ishlari to'plami, 2019, №3, 45–52-b.
2. Gusev A. I., Petrov V. V. Tomografik tizimlarda tasvirlarni rekonstruksiya qilish usullari. Texnik fizika jurnali (Rossiya), 2018, T. 88, №5, 701–709-b.
3. Haacke E. M., Brown R. W., Thompson M. R., Venkatesan R. Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design. Wiley-Liss, New York, 2014.
4. Liang Z. P., Lauterbur P. C. Principles of Magnetic Resonance Imaging: A Signal Processing Perspective. IEEE Press, New York, 2000.
5. Hansen P. C. Discrete Inverse Problems: Insight and Algorithms. SIAM, Philadelphia, 2010.
6. Kaipio J., Somersalo E. Statistical and Computational Inverse Problems. Springer, New York, 2005.
7. Lustig M., Donoho D., Pauly J. M. Sparse MRI: The application of compressed sensing for rapid MR imaging. Magnetic Resonance in Medicine, 2007, Vol. 58(6), pp. 1182–1195. DOI: 10.1002/mrm.21391
8. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, Cambridge, 2016.
9. Zhang Y., Yang J., et al. Deep learning-based image reconstruction in MRI: A review. IEEE Transactions on Medical Imaging, 2020, Vol. 39(8), pp. 2495–2508. DOI: 10.1109/TMI.2020.2978510
10. McRobbie D. W., Moore E. A., Graves M. J., Prince M. R. MRI from Picture to Proton. Cambridge University Press, Cambridge, 2017.

