

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
FAVQULODDA VAZIYATLAR VAZIRLIGI  
AKADEMIYASI**

**ISSN 2181-9327  
№ 2 (11), 2023**

**"YONG‘IN-PORTLASH XAVFSIZLIGI"  
ILMIY-AMALIY ELEKTRON  
JURNAL**

**"ПОЖАРО-ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТЬ"  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОННЫЙ  
ЖУРНАЛ**

**"FIRE AND EXPLOSION SAFETY"  
SCIENTIFIC AND PRACTICAL ELECTRONIC  
JOURNAL**

**TOSHKENT – 2023**

7. Mamatov, N., Niyozmatova, N., & Samijonov, A. (2021). Software for preprocessing voice signals. International Journal of Applied Science and Engineering, 18(1). [https://doi.org/10.6703/IJASE.202103\\_18\(1\).006](https://doi.org/10.6703/IJASE.202103_18(1).006)

8. Mamatov N.S., Niyozmatova N.A., Abdullaev S.S., Samijonov A.N., Erejepov K.K., Speech Recognition Based on Transformer Neural Networks, International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2021, 2021.



УДК 004.934

## ТАСВИР СИФАТИНИ ЭТАЛОН БИЛАН БАҲОЛАШ МЕЗОНЛАРИ

*Т.ф.д., профессор Н.С.Маматов*

*(“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети),*

*М.М.Жалелова*

*(“Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети)*

**Аннотация.** Тасвирни қайта ишлаш ва таҳлил қилиш билан боғлиқ кўплаб вазифаларда тасвир сифатини баҳолаш муаммоси вужудга келади. Якуний тасвир сифатига тасвирни рўйхатдан ўтказиш шартлари ва рўйхатга олиш тизимининг параметрлари таъсир қилади. Бошқа томондан, турли омиллар сабаб қўшилган шовқинлар эса тасвир сифатининг сезиларли даражада ёмонлашишига олиб келиши мумкин. Мазкур тадқиқот ишида шовқиннинг асосан еттита гаусс, туз ва қалампир, спекл, пуассон, униформ, рисиан ва Райлеигх турлари кўриб чиқилади. Ушбу турдаги шовқинлар тасвирга алоҳида қўшилганида, уларни самарали бартараф этиш масаласи долзарб ҳисобланади. Шовқин пасайтириш усуллари қўлланилгандан кейинги натижавий тасвирлар сифати эталон билан баҳолаш мезонлари асосида текширилади. Бу ўз мобайнида, шовқин, усул ва эталонли баҳолаш мезони оптимал учлигини беради.

**Калит сўзлар:** рақамли тасвир, эталон билан баҳолаш, SSIM, MSE, VIFP, RASE, ERGAS, RMSE, NCC

**Аннотация.** Во многих задачах, связанных с обработкой и анализом изображений, возникает проблема оценки качества изображения. На качество конечного изображения влияют условия регистрации изображения и параметры системы регистрации. С другой стороны, добавленный шум, вызванный различными факторами, может привести к значительному ухудшению качества изображения. В данной исследовательской работе рассматриваются в основном семь типов шума: гауссов, соль и перец, спекл, пуассоновский, однородный, райсовский и рэлеевский. При отдельном добавлении такого рода шумов к изображению остро стоит вопрос об их эффективном устранении.

После применения методов шумоподавления проверяется качество получаемых изображений на основе эталонных критериев оценки. Это обеспечивает оптимальную триаду шума, метода и критериев оценки эталона.

**Ключевые слова:** цифровое изображение, эталонная оценка, SSIM, MSE, VIFP, RASE, ERGAS, RMSE, NCC.

**Abstract.** In many tasks related to image processing and analysis, the problem of image quality assessment arises. The quality of the final image is affected by the conditions of image registration and the parameters of the registration system. On the other hand, the added noise caused by various factors can lead to significant degradation of image quality. In this research work, mainly seven types of noise are considered: Gaussian, salt and pepper, speckle, Poisson, uniform, Rician and Rayleigh. When these kinds of noises are separately added to the image, the issue of their effective elimination is urgent. After applying the noise reduction methods, the quality of the resulting images is checked based on the benchmark evaluation criteria. This provides the optimal triad of noise, method, and benchmark evaluation criteria.

**Keywords:** digital image, benchmark evaluation, SSIM, MSE, VIFP, RASE, ERGAS, RMSE, NCC.

Рақамли тасвирлар инсониятнинг ҳозирги замонавий ҳаётида кенг тарқалган бўлиб, улар фан ва техниканинг ривожланишида асосий ўринлардан бирини эгаллайди. Аммо бу рақамли тасвирлар тасвирга олиш, қайта ишлаш, сиқиш, сақлаш, узатиш ва кўпайтириш жараёнида турли хил бузилишларга дучор бўлади, уларнинг ҳар бири кўриш сифатининг ёмонлашишига олиб келиши мумкин [1]. Тасвир сифатига саълбий таъсир кўрсатувчи асосий элементлардан бири бу шовқиндир. Турли омиллар сабаб, шовқинлар тасвирга қўшилади ва шовқинли тасвирни ҳосил қилади. Ушбу шовқин турлари гаусс [2-4], туз ва қалампир, Спекл [5], Пуассон [6], униформ [7], рисиан [8] ва Райлеигх [9] бўлиши мумкин. Шовқинли тасвирдаги шовқинни пасайтириш учун турли ўртача [10], Вейнер [11], Гаусс [12], медиан [13], анизотропик диффузион [14], билатерал [15], геометрик [16], BM3D [17], NLM [18], TV, Байес, Вису-Шри Линк[19] усуллари ишлаб чиқилган. Мазкур филтрлаш усуллари кўллангандан кейинги тасвир сифатини баҳолаш орқали шовқин турига мос энг мақбул филтрлаш усулини аниқлаш долзарб масаладир. Бу ўз навбатида тасвир сифатини тўғри баҳоловчи энг мақбул мезонни аниқлаш масаласига олиб келади.

Тасвир сифатини баҳолаш функцияларига қўйиладиган талаблар мавжуд [20]. Тасвир сифатини баҳолашнинг кўплаб ишлаб чиқилган усуллари мавжудлигига қарамай, муаммо жуда мураккаб ва универсал эчимга эга эмас ва кўп жиҳатдан ҳал қилинаётган вазифаларга ва тасвирни қайта ишлаш усулларига боғлиқ. Тасвир сифатини баҳолаш муаммосини ҳал қилишнинг бир қисми сифатида иккита ёндашув мавжуд - субъектив ва объектив. Субъектив баҳолар одамларнинг тасвир сифатини қандай қабул қилишига асосланади. Тасвир сифатини объектив баҳолаш турли хил математик усуллар ва ишлаб чиқилган алгоритмлар, шу жумладан тасвирларни инсоннинг идрок этиш хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда амалга оширилади.

Тасвир сифатини объектив баҳолаш қабул қилинган тасвир сифатини автоматик равишда башорат қила оладиган миқдорий ўлчовларни ишлаб чиқиш ҳисобланади. Объектив тасвир сифати кўрсаткичлари бузилган тасвирни таққослаш керак бўлган асл (бузилишсиз) тасвирнинг мавжудлигига қараб таснифланиши мумкин. Кўпгина мавжуд ёндашувлар эталон сифатида танилган, яъни асл эталон тасвири маълум деб тахмин қилинади. Амалий иловаларда эталон мавжуд бўлмаганда, сифатни баҳолаш учун эталонсиз ёндашув мақсадга мувофиқдир. Учинчи турдаги усулда эталон тасвири фақат қисман мавжуд бўлиб, бузилган тасвир сифатини баҳолашга ёрдам бериш учун ён маълумот сифатида тақдим этилган ажратилган хусусиятлар тўплами шаклида мавжуд. Бу қисқартирилган сифатни баҳолаш деб аталади [21].

Мазкур тадқиқот иши тасвир сифатини эталон билан баҳолашга қаратилган. Бундай мезонлар билан ишлаш қулай, чунки уларни ҳисоблаш оддий ва оптималлаштириш контекстида математик жиҳатдан қулай, эталонсиз баҳолаш усулларига қараганда тубдан юқори аниқликка эга.

**Материаллар ва методлар.** Ҳозирги вақтда рақамли тасвирларнинг сифатини эталон билан баҳолашда фойдаланиладиган мезонлардан энг асосийлари SSIM структуравий ўхшашлик индекси, энг юқори сигналнинг шовқинга нисбати (PSNR) ва ўртача квадрат хатоси (MSE). Мазкур тадқиқот ишида бошқа эталон билан баҳолаш мезонлари ҳам келтирилган.

Бир хил  $M \times N$  ўлчамдаги  $I_0$  эталон ва  $I_1$  бузилган тасвирини солиштирганда, SSIM структуравий ўхшашлик индексини ҳисоблаш учун маҳаллий баҳолар ссим ҳисобланади:

$$ssim(x, y) = \frac{(2\mu_x\mu_y + c_1)(2\sigma_{xy} + c_2)}{(\mu_x^2 + \mu_y^2 + c_1)(\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + c_2)}, \quad (1)$$

бу эрда  $\mu_x, \mu_y$  – мос равишда  $x$  ва  $y$  ойнасидаги ўртача қийматлар;  $\sigma_x^2, \sigma_y^2$  –  $x$  ва  $y$  ойнасидаги қийматларнинг дисперсияси;  $\sigma_{xy}$  –  $x$  ва  $y$  ойналарида ковариация;  $c_1 = (k_1L)^2$  ва  $c_2 = (k_2L)^2$  константалар,  $L = 255$  – рухсат этилган ёрқинлик қийматларининг динамик диапазони;  $k_1 = 0.01, k_2 = 0.03$  – экспериментал аниқланган константалардир.

Иккита тасвир учун SSIM ўлчови ўртача арифметик қиймат сифатида ҳисобланади:

$$SSIM(I_0, I_1) = \frac{1}{K} \sum_{x,y} ssim(x, y), \quad (2)$$

бу ерда  $K$  – ойналар сони. Маҳаллий ҳисоб-китоблар  $ssim(x, y)$  ҳар бир пиксел яқинида ёки бир неча қадам билан ҳисобланиши мумкин. Ушбу кўрсаткичнинг асосий афзаллиги шундаки, у бир жуфт тасвирдаги структуравий фарқларни ва қўшни пикселлар ёркинлигида кучли корреляция мавжудлигини ҳисобга олади. SSIM ўхшашлик индекси асосий сифат мезонларининг учта баҳосига асосланади: маҳаллий ёрқинлик ( $L$ ), маҳаллий контраст ( $C$ ) ва тузилиш ( $S$ , яъни ПEARсон корреляция коэффициенти) [22].

Ўртача квадрат хатоси (MSE) бир хил  $M \times N$  ўлчамдаги эталон тасвир  $I_0$  ва бузилган тасвир  $I_1$  пикселларининг квадратик интенсивлигини ўртача ҳисоблаш йўли билан ҳисобланади:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I_0(i, j) - I_1(i, j))^2 \quad (3)$$

Бу эрда  $I_0(i, j)$  ва  $I_1(i, j)$  мос ҳолда эталон ва бузилган тасвирнинг  $(i, j)$  жойлашувидаги ёрқинлиги.

Энг юқори сигнал-шовқин нисбати (PSNR), у икки тасвир орасидаги пиксел фарқига асосланган тасвир сифатининг математик ўлчовидир. PSNR

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{(2^n - 1)^2}{MSE} \quad (4)$$

(4) даги каби аниқланади. Бунда  $n$  – тасвирнинг бит чуқурлиги.

Root Mean Squared Error (RMSE) MSEга боғлиқ миқдорий аниқлаш воситасидир. Математик жиҳатдан у қуйидагича ифодаланади:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I_0(i, j) - I_1(i, j))^2} \quad (5)$$

Бу эрда  $M \times N$ -тасвир ўлчами,  $I_0(i, j)$  ва  $I_1(i, j)$  мос ҳолда эталон ва бузилган тасвирнинг  $(i, j)$  жойлашувидаги ёрқинлиги.

Нисбий ўртача спектрал хато (RASE) ва кўриб чиқилаётган спектрал диапазонларда усулнинг ўртача ишлашини тавсифлайди. RASEнинг паст қиймати тасвир сифати яхши эканлигидан далолат беради. Қийматни ҳисоблаш қуйидагича ифодаланади:

$$RASE = \frac{100}{P} \sqrt{\frac{1}{Q} \sum_{i=1}^Q RMSE^2(B_i)} \quad (6)$$

бу эрда  $P$  – эталон тасвирнинг пикселлар интенсивликлари ўртачаси,  $Q$  – тасвир ўлчами.  $(B_i)$  – эталон тасвири ва бузилган тасвир ўртасидаги фарқ.

Синтездаги нисбий ўлчамсиз глобал хато (ERGAS) [23]. ERGAS индекси қуйидагича ифодаланади:

$$ERGAS = 100 \frac{GSD_{Pan}}{GSD_{MS}} \sqrt{\frac{1}{Q} \sum_{i=1}^Q \left[ \frac{RMSE(B_i)^2}{P_i^2} \right]} \quad (7)$$

Бу эрда  $Q$  – тасвир ўлчами,  $P_i$  – асл тасвирлар учун ўртача қиймат,  $B_i$  – тасвирлар ўртасидаги фарқ,  $GSD_{Pan}$  ва  $GSD_{MS}$  мос равишда бошланғич эталон ва бузилган тасвирларнинг фазовий ўлчамлари.

Ўртача структуравий ўхшашлик (MSSIM). Тасвирнинг умумий сифатини баҳолаш учун ўртача MSSIM индексидан фойдаланилади:

$$MSSIM = \sum_{j=1}^M W_j \cdot SSIM_j \quad (8)$$

бу эрда  $M$  – сифат харитасидаги намуналар сони,  $SSIM_j$   $j$  – намунадаги SSIM индекс қиймати.  $W_j$  эса  $j$  – намунага берилган вазн ва у қуйидаги шартни қаноатлантириши керак:

$$\sum_{j=1}^M W_j = 1 \quad (9)$$

Агар сифат харитасидаги барча намуналар тенг вазнга эга бўлса, у ҳолда барча  $j$  учун  $W_j = \frac{1}{M}$ . Иловага қараб, SSIM индекс харитасида турли намуналарга фазовий ўзгарувчан оғирликларни белгилаш ҳам мумкин.

VIFp (Visual Information Fidelity with perceptual image quality) тасвир сифатини унинг визуал маълумотлари ва идрок этиш хусусиятларига кўра баҳолаш ва миқдорий баҳолаш учун фойдаланиладиган кўрсаткичдир. VIFp инсон идрокига таъсир қилувчи турли визуал хусусиятларни, жумладан эркинлик, контраст, ранг, текстура ва тузилишни ҳисобга олади.

NCC (Normalized cross correlation) [24]. Корреляция иккита бир хил  $M \times N$  ўлчамдаги  $I_0$  эталон ва  $I_1$  бузилган тасвир ўртасидаги ўхшашликни аниқлашга ёрдам беради. Агар NCC мезон қиймати 1 га яқинроқ бўлса, у ҳолда тасвир яхши сифатга эга деб ҳисобланади. У қуйидаги тенглама (10) ёрдамида ҳисобланади.

$$NCC = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [I_0(i, j) \cdot I_1(i, j)]}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I_0(i, j))^2} \quad (10)$$

Бу эрда  $I_0(i, j)$  ва  $I_1(i, j)$  мос ҳолда эталон ва бузилган тасвирнинг  $(i, j)$  жойлашувидаги эркинлиги.

NAE (Normalized absolute error) эталон ва қайта ишланган тасвир ўртасидаги фаркни камайтириш учун нормаллаштирилган абсолют хато минимал бўлиши керак. У (11) тенглама ёрдамида ҳисобланади.

$$NAE = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N [|I_0(i, j) - I_1(i, j)|]}{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I_0(i, j))} \quad (11)$$

AD (Average difference) эталон ва бузилган тасвирининг ўртача ўзгаришини таъминлайди. ADни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$AD = \frac{1}{MN} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (I_0(i, j) - I_1(i, j)) \quad (12)$$

Бу эрда  $I_0(i, j)$  ва  $I_1(i, j)$  мос ҳолда эталон ва бузилган тасвирнинг  $(i, j)$  жойлашувидаги эркинлиги. Идеал ҳолда AD қиймати нолга тенг бўлиши керак [24].

**Натижалар.** Мазкур тадқиқот ҳар бир шовқин турини самарали равишда пасайтириш учун турли филтрлаш усулларини эталон билан баҳолашга қаратилган. Бунда ҳар бир шовқин тури алоҳида кўриб чиқилади ва мақсад шовқиннинг ҳар бир ўзига хос тури учун мос эталон билан баҳолаш мезони асосида самарали филтрлаш усулини танлаш қоидасини ишлаб чиқишдан иборат. Ҳисоблаш тажрибасида Chest x-ray images [25] базасидан намуна сифатида 21 та инсон кўкрак қафаси рентген тасвирлари тўпламидан фойдаланилди. 7 турдаги шовқин Гаусс, Пуассон, спекл, туз ва қалампир, рисиан, униформ, райлеигх шовқинини тасвирга қўшиш орқали шовқинли тасвир ҳосил қилинди. Ҳар бир шовқин тури учун 12 та филтрлаш усулларининг самарадорлиги эталон билан баҳолаш мезонлари бўлган SSIM,

MSE, PSNR, RMSE, ERGAS, MSSIM, RASE, VIFp, AD, NAE, NCC қийматлари билан баҳоланди.

Ушбу ҳисоблаш тажрибасидаги намуна сифатида олинган битта тасвир учун натижалар қуйидаги жадвалларда келтирилган (1-7 жадвал).

1-жадвал

Гаусс шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.369	211	24.9	0.087	8633	0.688	1E-11	0.079	121.7	0.044	0.984
Wiener	0.370	203	25.1	0.086	8632	0.688	1E-11	0.080	121.8	0.044	0.984
Гаусс филтр	0.338	237	24.4	0.093	9112	0.658	1E-11	0.079	123.2	0.047	0.981
Медиан	0.277	261	24.0	0.097	7798	0.609	1E-11	0.069	122.0	0.050	0.978
Анизотропик diffusion	0.654	101	28.1	0.060	6871	0.856	8E-12	0.122	111.9	0.031	0.994
Bilateral	0.560	103	28.0	0.061	6482	0.869	8E-12	0.107	119.6	0.032	0.993
Geometrik	0.416	486	21.3	0.133	7190	0.724	2E-11	0.077	<b>49.3</b>	0.053	0.974
BM3D	<b>0.714</b>	<b>71</b>	<b>29.6</b>	<b>0.050</b>	<b>6131</b>	<b>0.903</b>	<b>7E-12</b>	<b>0.137</b>	106.9	<b>0.027</b>	<b>0.997</b>
NLM	0.516	141	26.6	0.071	7022	0.818	1E-11	0.096	116.8	0.037	0.990
TV	0.594	123	27.2	0.067	7422	0.830	9E-12	0.109	187.7	0.035	0.993
Байес	0.668	94	28.4	0.058	6554	0.884	8E-12	0.095	105.2	0.031	0.995
Visu-Shri Link	0.656	112	27.6	0.064	7147	0.843	9E-12	0.055	115.2	0.034	0.994

2-жадвал

Туз ва қалампир шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.638	86	28.8	0.056	3657	0.849	7E-12	0.171	107.5	0.020	0.993
Wiener	0.638	77	29.3	0.053	3657	0.849	7E-12	0.171	107.5	0.020	0.994
Гаусс филтр	0.656	87	28.7	0.056	3866	0.837	8E-12	0.186	105.8	0.018	0.993
Медиан	<b>0.847</b>	<b>18</b>	<b>35.6</b>	<b>0.025</b>	<b>1045</b>	<b>0.982</b>	<b>3E-12</b>	<b>0.338</b>	105.9	<b>0.012</b>	<b>0.999</b>
Анизотропик diffusion	0.733	88	28.7	0.057	2399	0.907	8E-12	0.180	105.8	0.019	0.993
Bilateral	0.617	110	27.7	0.063	4918	0.868	8E-12	0.142	113.2	0.018	0.991
Geometrik	0.349	5232	10.9	0.435	8642	0.283	6E-11	0.034	118.4	0.124	0.690
BM3D	0.635	494	21.2	0.134	13445	0.839	2E-11	0.148	<b>23.9</b>	0.060	0.977
NLM	0.520	468	21.4	0.130	8864	0.743	2E-11	0.122	91.8	0.018	0.962
TV	0.552	169	25.8	0.078	5719	0.822	1E-11	0.118	100.5	0.019	0.986
Байес	0.565	453	21.6	0.128	8671	0.758	2E-11	0.150	50.7	0.015	0.963
Visu-Shri Link	0.488	454	21.6	0.128	10951	0.753	2E-11	0.099	38.4	0.038	0.966

3-жадвал

Спекл шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.528	6009	10.3	0.466	11743	0.797	6E-11	0.104	68.4	0.267	0.987
Wiener	0.528	6007	10.3	0.466	11743	0.797	6E-11	0.104	68.4	0.267	0.988
Гаусс филтр	0.521	6008	10.3	0.466	11725	0.786	6E-11	0.108	68.4	0.267	0.985
Медиан	0.484	6029	10.3	0.467	11776	0.772	6E-11	0.092	68.5	0.267	0.983
Анизотропик diffusion	0.618	5994	10.4	0.466	11737	0.846	6E-11	0.120	68.6	0.268	0.995
Bilateral	0.616	5995	10.4	0.466	11735	0.845	6E-11	0.108	68.7	0.268	0.996
Geometrik	0.582	6323	10.1	0.478	12046	0.823	6E-11	0.109	70.0	0.274	0.989
BM3D	<b>0.747</b>	<b>192</b>	<b>25.3</b>	<b>0.083</b>	<b>2818</b>	<b>0.913</b>	<b>1E-11</b>	<b>0.155</b>	<b>22.7</b>	<b>0.046</b>	<b>0.997</b>
NLM	0.437	6145	10.2	0.471	12078	0.782	6E-11	0.103	68.9	0.269	0.969

TV	0.715	1052	17.9	0.195	4992	0.883	3E-11	0.153	29.9	0.110	0.996
Байес	0.477	4055	12.1	0.383	9779	0.811	5E-11	0.090	56.2	0.218	0.982
Visu-Shri Link	0.607	1896	15.4	0.262	6629	0.836	4E-11	0.061	0.148	0.038	0.993

4-жадвал

Пуассон шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.749	48	31.3	0.042	1445	0.933	5.6E-12	0.225	112.2	0.017	0.9960
Wiener	0.750	39	32.2	0.038	1444	0.933	5.0E-12	0.225	112.2	0.017	0.9967
Гаусс филтр	0.766	40	32.1	0.038	1431	0.929	5.1E-12	<b>0.248</b>	113.2	0.017	0.9967
Медиан	0.699	42	31.9	0.039	1641	0.913	5.2E-12	0.203	113.8	0.019	0.9965
Анизотропик diffusion	0.774	38	32.3	0.037	<b>1293</b>	0.947	5.0E-12	0.211	109.5	0.016	0.9969
Bilateral	0.767	28	33.6	0.032	1323	0.935	4.3E-12	0.178	109.8	0.015	0.9977
Geometrik	0.758	94	28.4	0.058	1934	0.939	7.8E-12	0.217	95.2	0.017	0.9923
BM3D	0.765	33	33.0	0.034	1602	0.938	4.6E-12	0.184	68.7	0.017	0.9978
NLM	0.750	34	32.8	0.035	1394	0.941	4.7E-12	0.236	99.6	0.017	0.9972
TV	<b>0.791</b>	<b>27</b>	<b>33.9</b>	<b>0.031</b>	1297	<b>0.949</b>	<b>4.2E-12</b>	0.227	134.7	<b>0.015</b>	<b>0.9980</b>
Байес	0.739	43	31.8	0.040	1531	0.940	5.3E-12	0.209	71.7	0.019	0.9971
Visu-Shri Link	0.738	52	30.9	0.043	1745	0.912	5.8E-12	0.119	<b>65.7</b>	0.022	0.9969

5-жадвал

Униформ шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.599	880	18.7	0.178	18634	0.871	2.4E-11	0.153	226.9	0.110	0.9924
Wiener	0.599	867	18.7	0.177	18631	0.871	2.4E-11	0.153	226.9	0.109	0.9931
Гаусс филтр	0.601	878	18.7	0.178	18722	0.860	2.4E-11	0.161	226.9	0.110	0.9926
Медиан	0.485	947	18.4	0.185	19173	0.798	2.5E-11	0.111	<b>226.1</b>	0.113	0.9903
Анизотропик diffusion	0.666	853	18.8	0.176	18399	<b>0.912</b>	2.4E-11	0.172	226.8	0.109	0.9940
Bilateral	0.670	843	18.9	0.175	18381	0.908	2.3E-11	0.160	227.0	0.109	0.9953
Geometrik	0.656	801	19.1	0.170	<b>16002</b>	0.898	2.3E-11	0.168	227.9	0.104	0.9899
BM3D	0.672	<b>540</b>	<b>20.8</b>	<b>0.140</b>	16501	0.911	<b>1.9E-11</b>	0.160	226.7	<b>0.084</b>	<b>0.9954</b>
NLM	0.616	837	18.9	0.174	18382	0.892	2.3E-11	0.157	227.3	0.107	0.9936
TV	<b>0.683</b>	817	19.0	0.172	18103	0.911	2.3E-11	<b>0.186</b>	227.4	0.107	0.9954
Байес	0.643	665	19.9	0.155	17386	0.903	2.1E-11	0.146	228.2	0.094	0.9946
Visu-Shri Link	0.640	634	20.1	0.151	17306	0.873	2.0E-11	0.089	226.6	0.091	0.9941

6-жадвал

Рисиан шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.270	1599	16.1	0.240	13028	0.505	3.2E-11	0.064	115.0	0.105	0.894
Wiener	0.271	1592	16.1	0.240	13026	0.505	3.2E-11	0.064	115.0	0.105	0.895
Гаусс филтр	0.249	1679	15.9	0.246	13366	0.483	3.3E-11	0.064	116.3	0.107	0.883
Медиан	0.256	<b>1159</b>	<b>17.5</b>	<b>0.205</b>	<b>11463</b>	0.534	<b>2.7E-11</b>	0.061	116.1	<b>0.076</b>	0.905
Анизотропик diffusion	<b>0.526</b>	1344	16.8	0.220	11842	0.651	3.0E-11	0.094	106.4	0.097	<b>0.932</b>
Bilateral	0.354	2445	14.2	0.297	12471	0.601	4.0E-11	0.085	112.5	0.091	0.796



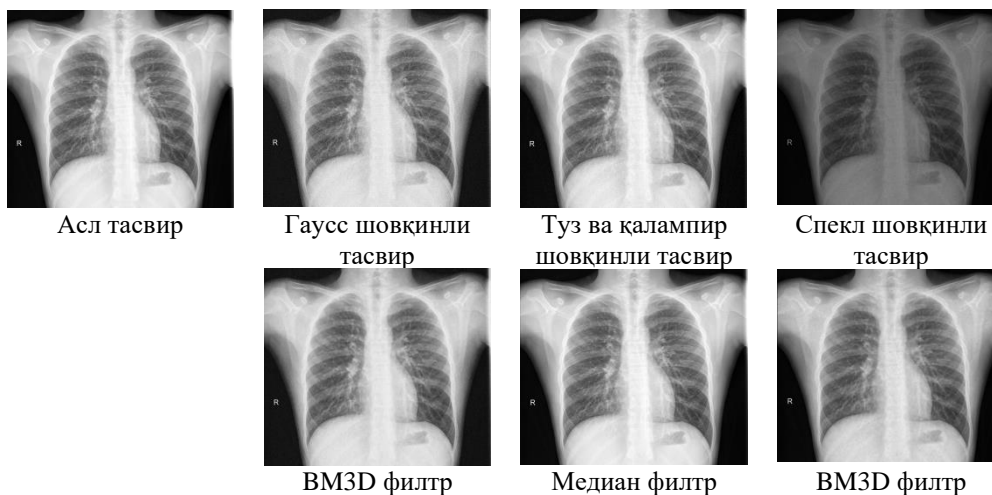
Geometrik	0.263	7423	9.4	0.518	12306	0.352	6.9E-11	0.059	92.8	0.205	0.513
BM3D	0.481	2451	14.2	0.298	11706	<b>0.668</b>	4.0E-11	<b>0.098</b>	<b>74.7</b>	0.125	0.852
NLM	0.361	3041	13.3	0.332	12952	0.571	4.4E-11	0.088	118.4	0.097	0.748
TV	0.339	1748	15.7	0.251	14342	0.554	3.4E-11	0.086	191.8	0.098	0.843
Байес	0.227	2787	13.7	0.317	13301	0.552	4.2E-11	0.056	99.2	0.123	0.790
Visu-Shri Link	0.441	1485	16.4	0.232	12310	0.665	3.1E-11	0.036	105.1	0.103	0.920

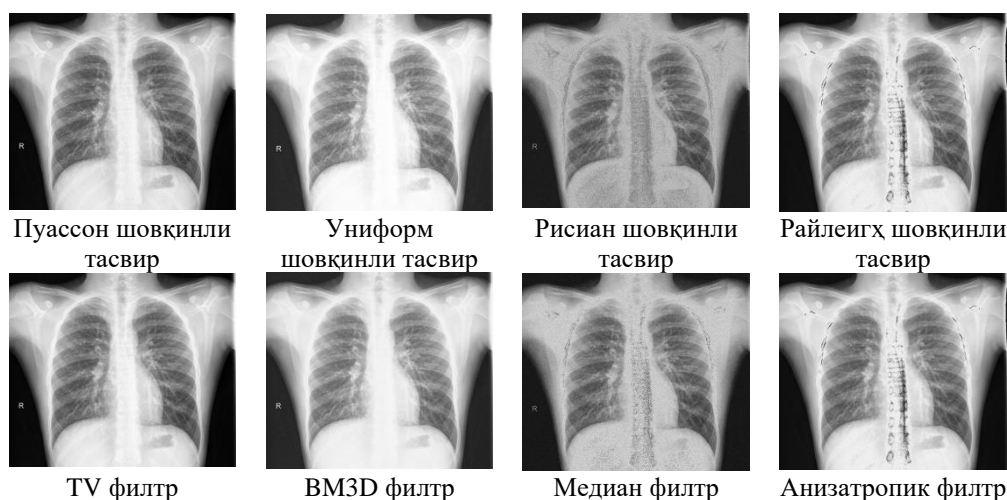
7-жадвал

Райлеиғх шовқини қўшилган тасвир учун эталон баҳолаш мезонлари қийматлари

Филтрлар	Эталон баҳолаш мезонлари										
	SSIM	MSE	PSNR	RMSE	ERGAS	MSSIM	RASE	VIFp	AD	NAE	NCC
Ўртача	0.744	549	20.7	0.141	4850	0.877	1.9E-11	0.291	225.6	0.041	0.954
Wiener	0.744	541	20.8	0.140	4849	0.877	1.9E-11	0.291	225.6	0.041	0.955
Гаусс филтр	0.782	559	20.7	0.142	4845	0.879	1.9E-11	0.355	231.4	0.041	0.954
Медиан	0.779	642	20.1	0.152	4713	<b>0.917</b>	2.0E-11	0.290	230.2	<b>0.037</b>	0.949
Анизатропик diffusion	0.717	<b>480</b>	<b>21.3</b>	<b>0.132</b>	4796	0.870	<b>1.8E-11</b>	0.216	214.4	0.040	<b>0.960</b>
Bilateral	0.670	906	18.6	0.181	5187	0.839	2.4E-11	0.161	223.3	0.043	0.926
Geometrik	0.691	2907	13.5	0.324	5727	0.794	4.3E-11	0.235	223.8	0.076	0.769
BM3D	0.697	1132	17.6	0.202	4905	0.858	2.7E-11	0.157	<b>65.0</b>	0.086	0.947
NLM	0.779	955	18.3	0.186	4803	0.870	2.5E-11	0.339	236.4	0.040	0.922
TV	0.688	791	19.2	0.169	5687	0.849	2.3E-11	0.201	235.8	0.058	0.942
Байес	<b>0.791</b>	942	18.4	0.185	5010	0.875	2.5E-11	<b>0.411</b>	236.9	0.038	0.923
Visu-Shri Link	0.679	549	18.9	0.175	<b>4378</b>	0.835	2.3E-11	0.148	102.5	0.037	0.930

Ҳар бир шовқин турига мос энг самарали деб топилган филтрлаш усуллари куйидаги 1-расмда келтирилган:





*1-расм. Ҳар бир шовқин турига мос филтрлаш усули натижасидаги тасвирлар*

**Хулоса.** Мазкур тадқиқот ишида шовқин пасайтиришнинг турли усулларини синаб кўриш мақсадида тасвирга ҳар хил шовқин турлари алоҳида қўшилди ва натижада олинган тасвир сифати эталон билан баҳолаш мезонлари бўлган SSIM, MSE, PSNR, RMSE, ERGAS, MSSIM, RASE, VIFp, AD, NAE, NCC бўйича баҳоланди.

Ҳисоблаш тажрибаси натижаларидан қуйидаги қоидалар хулоса сифатида қабул қилинди:

-Гаусс шовқини учун MSE, PSNR, MSSIM, NCC мезони бўйича BM3D филтри, туз ва қалампир шовқини учун VIFp мезони бўйича медиан филтри;

-Спекл шовқини учун MSE, PSNR, RMSE, ERGAS, MSSIM, RASE, VIFp, AD, NAE мезони бўйича BM3D филтри, униформ шовқини учун NCC мезони бўйича BM3D филтри;

-Пуассон шовқини учун SSIM, MSE, PSNR, RMSE, MSSIM, RASE, NAE, NCC мезони TV филтри, рисиан шовқини учун MSE, PSNR, RMSE, RASE, NAE мезони медиан филтри, райлеигх шовқини учун MSE, PSNR, RMSE, RASE, NCC мезони Анизатропик диффузион филтрини қўлланса яхши натижа беради деган хулоса берди.

#### **АДАБИЁТЛАР:**

1. Wang, Zhou & Bovik, Alan & Sheikh, Hamid & Simoncelli, Eero. (2004). Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. Image Processing, IEEE Transactions on. 13. 600 - 612. 10.1109/TIP.2003.819861.
2. M. Gupta, H. Taneja, and L. Chand, "Performance enhancement and analysis of filters in ultrasound image denoising," Procedia Computer Science, vol. 132, pp. 643–652, 2018.
3. B. Goyall, A. Dogra1, S. Agrawal1, and B. S. Sohi, "Noise issues prevailing in various types of medical images," Biomedical & Pharmacology Journal, vol. 11, pp. 1227-1237, September 2018.
4. M. H. Ali, "MRI medical image denoising by fundamental filters," SCIREA Journal of Computer, vol. 2, pp. 12-26, 2017.

5. Priyanka Kamboj and Varsha Rani, "A Brief Study of Various Noise Model and filtering Techniques," *Journal of Global Research in Computer Science*, Volume 4, No 4, pp.166-171 , April 2013.
6. Thanh, Dang & Prasath, Surya & Le Minh, Hieu. (2019). A Review on CT and X-Ray Images Denoising Methods. *Informatica*. 43. 151-159. 10.31449/inf.v43i2.2179.
7. J. S. Lee, "Digital image enhancement and noise filtering by use of local statistics," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 2, pp. 165-168, March 1980.
8. Perumal, B., Sindhiya, R., y Pallikonda, M. (2021). Extermination methods of image noises: a review. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme, Edición Especial*, (noviembre, 2021), 243-259. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2021.specialissue8.243-259>
9. Nik, M.M.Pura & Se, S.V.Hal. (2018). A Review Paper: Study of Various Types of Noises in Digital Images. *International Journal of Engineering Trends and Technology*. 57. 40-43. 10.14445/22315381/IJETT-V57P208.
10. Bindhya, P & Jegan, Chitra & Raj, V. (2020). A Review on Methods of Enhancement And Denoising in Retinal Fundus Images. *INTERNATIONAL JOURNAL OF COMPUTER SCIENCES AND ENGINEERING*. 8. 1-9. 10.26438/ijcse/v8i12.19.
11. Muna Khalid Jasim, RehanHamdullah Najm, Emran Hassn Kanan, Hamza Esam Alfaar, Mohammed Otair (2019). Image Noise Removal Techniques: A Comparative Analysis. *International Journal of Science and Applied Information Technology*. 10.30534/ijcsait/2019/01862019
12. Bharati, Subrato & Khan, Tanvir & Podder, Prajoy & Hung, Nguyen. (2020). A Comparative Analysis of Image Denoising Problem: Noise Models, Denoising Filters and Applications. 10.1007/978-3-030-55833-8\_3.
13. Maity, Alenrex & Chatterjee, Rishav. (2018). Impulsive Noise in Images: A Brief Review. *Computer Vision Graphics and Image Processing*. Vol 4. 6-15. 10.19101/TIPCV.2017.39025.
14. Garg, Gaurav & Juneja, Mamta. (2019). A survey of denoising techniques for multi-parametric prostate MRI. *Multimedia Tools and Applications*. 78. 10.1007/s11042-018-6487-2.
15. Bhonsle D, C.V., Sinha GR: 'Medical image denoising using bilateral filter', *Int J Image Gr Signal Process* 4, 2012, pp. 36–43
16. Uk, Ijeacs. (2017). Performance Assessment of Several Filters for Removing Salt and Pepper Noise, Gayccian Noise, Rayleigh Noise and Uniform Noise. *International Journal of Engineering and Applied Computer Science (IJEACS)*. 02. 176-180. 10.24032/ijeacs/0206/01.
17. Ikhsan, Mohammad. (2021). Comparative Analysis of Different Algorithms for Image Denoising. 10.13140/RG.2.2.29939.14883.
18. Perumal, B., Sindhiya, R., y Pallikonda, M. (2021). Extermination methods of image noises: a review. *3C Tecnología. Glosas de innovación aplicadas a la pyme, Edición Especial*, (noviembre, 2021), 243-259. <https://doi.org/10.17993/3ctecno.2021.specialissue8.243-259>.
19. Kaur, Gurjinder & Garg, Meenu & Gupta, Sheifali & Gupta, Rupesh. (2021). Denoising of images using Thresholding Based on Wavelet Transform Technique. *IOP*

Conference Series: Materials Science and Engineering. 1022. 012031. 10.1088/1757-899X/1022/1/012031.

20. Голуб Ю. И. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ // Системный анализ и прикладная информатика. 2021. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-kachestva-tsifrovyyh-izobrazheniy-1>.

21. Филиппов Алексей Константинович, Шахтарин Борис Ильич. Эталонная оценка качества оцифрованных статических изображений и видеосигналов в системах безопасности // Вопросы кибербезопасности. 2017. №2 (20). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/etalonnaya-otsenka-kachestva-otsifrovannyh-staticheskih-izobrazheniy-i-videosignalov-v-sistemah-bezopasnosti>.

22. В. П. Галилейский, А. И. Елизаров, Д. В. Кокарев, А. М. Морозов. Меры оценки качества изображения// Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы [Электронный ресурс]: материалы XXV Международного симпозиума, 30 июня - 5 июля 2019 года, Новосибирск : труды. Томск, 2019. С. В-163-В-168.

23. Dadrass Javan, Farzaneh & Samadzadegan, Farhad & Mehravar, Soroosh & Toosi, Ahmad & Khatami, Reza & Stein, Alfred. (2021). A review of image fusion techniques for pan-sharpening of high-resolution satellite imagery. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. 171. 101-117. 10.1016/j.isprsjprs.2020.11.001.

24. Memon, Farida & Unar, Mukhtiar & Memon, Sheeraz. (2015). Image Quality Assessment for Performance Evaluation of Focus Measure Operators. Mehran University Research Journal of Engineering and Technology. 34. 379-386.

25. <https://www.kaggle.com/datasets/tolgadincer/labeled-chest-xray-images>.



		muammolari	
53.	<i>A.A. Абдусатторов</i>	Тоннел курилишида грунтни ортиш ва ташиш тартиби ва хавфсизлик талаблари	307
54.	<i>T. Раджабов</i>	Бино ва иншоотларнинг сейсмик ва ёнғин хавфига таъсир этувчи юкланишларни ҳисоблаш алгоритми	314
55.	<i>Mirzayev Sh.D</i>	Yong'in-qutqaruv qismlari xizmat ko'rsatish hududining matematik modeli	320
56.	<i>T. Раджабов</i>	Табийй офатлар натижасида содир бўлган ёнғинларни самарали бартараф этиш усуллари татқиқ қилиш	324
57.	<i>Д.Т. Мухамедиева</i>	Построение нечеткой логической модели оценки засоления почв	330
58.	<i>N.S. Matatov, X.T. Dusanov</i>	IDEF va UML bilan birgalangan ishlab chiqarish vazifalarini modellash usuli	338
59.	<i>H.S. Mamatov, M.M. Jалелова</i>	Тасвир сифатини эталон билан баҳолаш мезонлари	345
МАҚОЛАЛАРГА ҚЎЙИЛАДИГАН ТАЛАБЛАР			356
ТРЕБОВАНИЯ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СТАТЬЯМ			359
REQUIREMENTS FOR RESEARCH PAPERS			362
МУНДАРИЖА			365