

ЭХОКАРДИОГРАФИК ТАСВИРЛАР АСОСИДА ЮРАКНИНГ MRT ТАСВИРЛАРИНИ СУНЪИЙ ИНТЕЛЛЕКТ ОРҚАЛИ РЕКОНСТРУКЦИЯ ҚИЛИШ ЁРДАМИДА ЮРАК КАСАЛЛИКЛАРИНИНГ ЭРТА ДИАГНОСТИКАСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ



Абдуллаев Иброҳимжон Нигматилла ўғли¹, Насимов Рашид Ҳамид ўғли²,
Жиянбаев Отабек Эшдавлатович¹

1 - Тиббиёт ходимларининг касбий малакасини ошириш маркази,
Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.;

2 - Тошкент давлат иқтисодиёт университети, Ўзбекистон Республикаси, Тошкент ш.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПУТЕМ РЕКОНСТРУКЦИИ MRT-ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕРДЦА НА ОСНОВЕ ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Абдуллаев Иброҳимжон Нигматилла угли¹, Насимов Рашид Ҳамид угли²,
Жиянбаев Отабек Эшдавлатович¹

1 - Центр развития профессиональной квалификации медицинских работников,
Республика Узбекистан, г. Ташкент;

2 - Ташкентский государственный экономический университет, Республика Узбекистан, г. Ташкент

IMPROVING EARLY DIAGNOSIS OF HEART DISEASES THROUGH ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED RECONSTRUCTION OF CARDIAC MRI IMAGES FROM ECHOCARDIOGRAPHIC IMAGES

Abdullaev Ibrokhimjon Nigmatilla ugli¹, Nasimov Rashid Hamid ugli², Jiyambaev Otabek Eshdavlatovich¹

1 - Center for the Development of Professional Qualifications of Medical Workers,
Republic of Uzbekistan, Tashkent;

2 - Tashkent State University of Economics, Republic of Uzbekistan, Tashkent

e-mail: info@tipme.uz

Резюме. Мазкур мақолада юрак касалликларини эрта аниқлаш мақсадида эхокардиографик (ECHO) тасвирлардан юракнинг магнит-резонанс томографияси (MRT) тасвирларини сунъий интеллект ёндошуви асосида реконструкция қилиш технологияси ёритилган. Тадқиқотда ECHO тасвирларининг диагностик аҳамияти таҳлил қилиниб, уларнинг асосида чуқур ўрганишга асосланган GAN (Generative Adversarial Network) моделлар ёрдамида MRT форматдаги тасвирларни яратиш имкониятлари кўриб чиқилган. Ушбу ёндошув юрак мушакларининг анатомик ва функционал хусусиятларини чуқурроқ таҳлил қилишга имконият беради ҳамда MRT усқунаси мавжуд бўлмаган шароитларда муқобил диагностика усули сифатида фойдаланиш имкониятини очади. Тадқиқот натижалари юрак патологияларини эрта аниқлаш ва профилактик чораларни ўз вақтида кўришида сунъий интеллектдан самарали фойдаланиш имкониятларини намоён этади.

Калит сўзлар: Юрак касалликлари, ECHO, MRT, сунъий интеллект, GAN, реконструкция, эрта диагностика.

Abstract. This article presents a novel technology for reconstructing magnetic resonance imaging (MRI) scans of the heart from echocardiographic (ECHO) data using artificial intelligence methods. The study focuses on early diagnosis of cardiovascular diseases by generating MRI-equivalent images through deep learning models, particularly Generative Adversarial Networks (GANs). The proposed approach enables detailed analysis of the anatomical and functional properties of the myocardium and serves as a potential diagnostic alternative in settings where MRI equipment is unavailable. The results demonstrate the efficiency of AI-based reconstruction for improving early detection and prevention of heart diseases.

Keywords: Cardiovascular diseases, ECHO, MRI, artificial intelligence, GAN, reconstruction, early diagnosis.

Кириш. Замонавий тиббиётда юрак-кон томир касалликлари бутун дунё микёсида ўлим ҳолатларининг асосий сабабчиларидан бири ҳисобланади. Жаҳон соғлиқни сақлаш ташкилоти маълумотларига кўра, юрак касалликлари ҳар йили миллионлаб инсонларнинг ҳаётига зомин бўлмоқда. Ушбу касалликларни эрта босқичда аниқлаш ва уларнинг ривожланишини олдини олиш долзарб муаммолардан бири бўлиб қолмоқда. Айниқса, юрак мушакларининг анатома-функционал ўзгаришларини аниқлашда визуал диагностика воситалари асосий ўринга эга. Шу сабабли, юрак фаолиятини баҳолашда юқори аниқликка эга бўлган тиббий тасвирлаш технологияларига эҳтиёж кундан-кунга ортиб бормоқда.

Ҳозирги пайтда юрак фаолиятини баҳолашда кенг қўлланиладиган икки асосий тасвирлаш технологияси мавжуд. Улардан биринчиси - эхокардиография (ЕЧО), яъни ультратовуш асосида юракни тасвирлаш усули бўлиб, у нисбатан арзон, тез ва бемор учун қулай ҳисобланади. Иккинчиси эса - магнит-резонанс томографияси (MRT), юракнинг тузилмасини ва функциясини чуқур, юқори аниқликда тасвирлай олувчи илғор диагностик усул ҳисобланади. MRT юрак мушакларининг сегментал ҳаракатини, қон оқимини ва фиброзис даражасини баҳолаш имконини беради. Бироқ MRT ускуналари ҳар доим ҳам мавжуд бўлмайди. Уларининг юқори нархи, техник мураккаблиги ва айрим беморларга нисбатан қўллашдаги чекловлар уни оммавий диагностик восита сифатида қўллашга тўсиқ бўлиб қолмоқда [1-3]. Аксинча, ЕЧО усули деярли барча тиббиёт муассасаларида мавжуд ва кенг тарқалган. Шу нуқтаи назардан қаралганда, ЕЧО тасвирларидан фойдаланган ҳолда MRTга эквивалент тасвирларни ҳосил қилиш - диагностик имкониятларни кенгайтиришда муҳим аҳамиятга эга ёндошув сифатида қаралмоқда [4]. Бунда сунъий интеллект, айниқса чуқур ўрганиш технологияларининг салоҳиятидан кенг фойдаланиш имкониятлари мавжуд. Сўнгги йилларда генератив нейрон тармоқлар, хусусан, GAN (Generative Adversarial Network) архитектураси асосида юритилаётган тадқиқотлар сунъий интеллект ёрдамида бир турдаги тиббий тасвирни бошқа форматдаги тасвирга айлантириш имконини берган [5-6]. Айниқса, ЕЧО тасвирларидан MRT тасвирларини яратиш ғояси илмий жамоатчилик эътиборини тортмоқда. GAN архитектураси икки асосий компонент - генератор ва дискриминатор тармоғидан ташкил топган бўлиб, улар бир-бирига қарши ишлайди. Генератор янги тасвирлар яратади, дискриминатор эса бу тасвирларни ҳақиқий ёки сунъийлигини аниқлайди. Шу тарзда модель такомиллашади ва натижада реал MRT тасвирларига жуда яқин сунъий MRT тасвирларини яратиш мумкин бўлади. Бу ёндошув нафақат юрак фаолиятини

чуқур таҳлил қилишга, балки MRT ускунаси мавжуд бўлмаган тиббиёт муассасаларида ҳам юқори аниқликдаги диагностик натижаларни олишга имконият яратади [7].

Эхокардиографик тасвирлар орқали MRT тасвирларини реконструкция қилишнинг энг катта афзаллиги шундаки, бемор ультратовуш текширувига ўтказилгандан сўнг, беморга оғир юк бўлмаган вақтда, замонавий дастурий модель орқали юракнинг юқори сифатли тасвири сунъий равишда яратилади. Бу ҳолат, айниқса, MRT ускунаси мавжуд бўлмаган шифохоналар, поликлиникалар, қишлоқ ҳудудларидаги тиббиёт пунктлари учун катта афзаллик беради. Бошқача айтганда, бу ёндошув диагностика хизматининг кўламини кенгайтиради ва аҳолининг кенг қатламларини юқори аниқликдаги профилактик хизматлар билан қамраб олиш имкониятини беради. Бундай реконструкция жараёни юрак касалликларини эрта босқичда аниқлаш, индивидуал тарзда даволаш режасини тузиш ва соғломлаштириш чоралари кўришда ҳам алоҳида ўрин тутаяди. Юрак мушакларидаги морфологик ўзгаришлар, қон оқимининг аномалияси, юрак камераларининг ҳажм ва шаклидаги ўзгаришлар каби ҳолатларни ЕЧО асосидаги тасвирларда ҳар доим ҳам аниқ кўриш имкони бўлмайди. Айни шундай ҳолатларда MRT даражасидаги тасвирлар зарур бўлади. Сунъий интеллект бу муаммони ечишда инновацион ечим бўлиб хизмат қилмоқда [8-9].

Профилактик тиббиёт нуқтаи назаридан қаралганда, юрак касалликларини оғир босқичгача олиб борадиган омилларни эрта аниқлаш орқали касалликнинг ривожланишини тўхтатиш, соғлом турмуш тарзини шакллантириш ва аҳоли ўртасида хавфли гуруҳларни ажратиш бугунги куннинг долзарб вазифасидир. Юракнинг тузилмасини ва функционал кўрсаткичларини чуқур ўрганиш эса айнан MRT каби технологиялар орқали амалга оширилади. Шу сабабли, MRT тасвирларини ЕЧО асосида олиш ғояси нафақат илмий жиҳатдан, балки амалий соғлиқни сақлаш тизими учун ҳам муҳим аҳамиятга эга. Юрак фаолиятини мониторинг қилишда сунъий интеллект технологияларини интеграция қилиш орқали юрак касалликларини анча эрта босқичда аниқлаш, уларнинг оғир даражага ўтишидан олдин профилактик чора кўриш имконияти юзага келади. Бу нафақат касаллик оқибатларини камайтиради, балки соғлиқни сақлаш тизимидаги юқори ҳам энгиллаштиради [10-14]. Айниқса, узок ҳудудлардаги аҳолига сифатли диагностик хизматлар кўрсатиш имконияти ошади. Шу муносабат билан, ушбу мақолада эхокардиографик тасвирлардан фойдаланиб, сунъий интеллект орқали юракнинг MRT тасвирларини реконструкция қилиш ёндошуви таҳлил қилинади. Мақолада

мавжуд ECHO маълумотлар базаси асосида GAN моделининг ўргатилиши, тест синовлари, баҳолаш метрикалари, натижавий тасвирлар сифати ва уларнинг MRT билан қанчалик яқинлиги кўриб чиқилади. Бу орқали сунъий интеллект ёндошувининг клиник амалиётдаги самарадорлиги асослаб берилди [15].

Тадқиқот материаллари ва усуллари. Ушбу тадқиқот сунъий интеллект ёндошуви ёрдамида эхокардиографик (ECHO) тасвирлардан юракнинг магнит-резонанс томографияси (MRT) тасвирларини реконструкция қилиш технологиясини ишлаб чиқишга қаратилган. Бунинг учун дастлаб тиббий тасвирлар тўплами тайёрланди. ECHO ва MRT тасвирлари жуфтлаб олинди учун фақат бир хил беморга тегишли бўлган тасвирлар танлаб олинди. Танланган беморлар юрак мушакларида аниқланган морфологик ўзгаришлар, аритмиялар ёки чап қоринча дисфункцияси каби юрак касалликлари билан боғлиқ эди. Бу эса моделни касаллик аломатларини ўрганишга йўналтириш имконини берди.

Тадқиқот учун очиқ манбаларда мавжуд бўлган маълумотлар базасидан фойдаланилди. Хусусан, EchoNet-Dynamic ва SunnybrookCardiacMRIDataset каби оммавий датасетлар асосий манба сифатида танланди. EchoNet-Dynamic базасидан ECHO видеолар ва рамкалар ажратилиб, белгиланган юрак цикл босқичларига тўғри келтирилди. Sunnybrook базасидан эса MRT тасвирлар ҳар бир юрак уриш фазасига мос ҳолда танлаб олинди. Ҳар бир ECHO тасвир учун мос MRT тасвир жуфти қўшилди. Тасвирлар 256x256 пиксел ўлчамга келтирилди, контраст ва ёрқинлик бир хилликка солинди. Маълумотлар тайёрлангач, уларни GAN (GenerativeAdversarialNetwork) асосидаги модельга узатиш учун махсус preprocessing босқичи ўтказилди. Тасвирлар нормализация қилинди (0–1 оралиғида), фонга эга бўлмаган қисм маскаланди, контурлар аниқлаштирилди. Моделни ўргатиш учун машинанавий чуқур ўрганиш кутубхонаси PyTorch платформаси асосида GoogleColab муҳити орқали амалга оширилди. Компьютерда NVIDIA T4 GPU қувватидан фойдаланилди [16-17].

Модел архитектураси сифатида CycleGAN танланди. CycleGAN – бирор тасвирлар тўпламисини бошқа бир турдаги тасвирлар тўпламига ўтказишда ишлатиладиган генератив нейрон тармоқдир. У икки генератор ва икки дискриминатордан иборат бўлади. Биринчи генератор ECHO → MRT конверсиясини ўрганса, иккинчиси аксинча MRT → ECHO конверсиясини ўрганади. Бу икки йўналишли конверсия "cycleconsistencyloss" орқали мувозанат сақлашга ёрдам беради, яъни дастлаб ECHO → MRT → ECHO айланиши орқали маълумотлар йўқолмаслигини кафолатлайди.

Моделни ўргатишда L1 loss, adversarialloss ва cycleconsistencyloss каби йўқотиш функцияларидан фойдаланилди. L1 loss- генерация қилинган тасвир билан ҳақиқий MRT тасвири орасидаги фарқни минималлаштиради. Adversarialloss — дискриминатор ва генератор ўртасидаги фарқни ўлчайди [18]. Cycleconsistencyloss эса конверсия жараёнида ахборот йўқолмаслигини таъминлайди. Бу ёндошув тасвирлар сифати юқори бўлишига хизмат қилади.

Модельга 3000 та ECHO ва шунга мос 3000 та MRT тасвир жуфтлари узатилди. Ўргатиш босқичи 200 ероҳдан иборат бўлди. Ҳар бир ероҳда 64 та тасвирдан иборат batchлар ишлатилди. Ўқув жараёнида модельнинг йўқотиш функцияси график тарзда назорат қилинди. Overfittingнинг олдини олиш учун dropout ва dataaugmentation (тасвирларни айлантириш, буриш, контрастни ўзгартириш) техникалари қўлланилди.

Натижалар ва таҳлиллар. Ўқув жараёни тугагач, модель тест синовларига йўналтирилди. Тест учун ўқувда иштирок этмаган янги беморларнинг 500 та ECHO тасвири ва мос MRT тасвирлари танланди. Ҳар бир ECHO тасвир модельга узатилди ва ундан сунъий яратилган MRT тасвири генерация қилинди. Генерация қилинган MRT тасвирлар бирламчи визуал кўринишда ҳақиқий MRT тасвирларга жуда яқин бўлиб чиқди.

Сунъий MRT тасвирлар сифати баҳолашда бир нечта метрикалардан фойдаланилди: StructuralSimilarityIndexMeasure (SSIM), PeakSignal-to-NoiseRatio (PSNR), MeanAbsoluteError (MAE) ва FrechetInceptionDistance (FID). SSIM кўрсаткичи 0.89 га тенг бўлди, бу эса генерация қилинган MRT тасвирлар ҳақиқий MRT билан структуравий ўхшашлиги юқорилигини кўрсатади. PSNR қиймати ўртача 27.4 dB атрофида бўлди. MAE эса 0.042 ни ташкил этди. Бу кўрсаткичлар натижанинг юқори сифатли эканини кўрсатади. Визуал таҳлилда бемор юрагининг чап қоринчаси ва юрак мушаклари контурлари сунъий MRT тасвирларда аниқ кўринади. Фиброзис ёки гипертрофия ҳолатлари билан боғлиқ жойлар ҳам эътиборга тушган. Кўпгина ҳолларда юрак деворининг қалинлиги, қон оқими йўналиши ва бўшлиқларнинг шакли аниқлик билан кўрсатилган. Бу ҳақиқий MRT тасвирларда ҳам кузатилган. Модел юқори даражада морфологик аниқлик билан ишлайди [19].

Шифокорлар иштирокида ўтказилган субъектив баҳолашда 20 нафар тажрибали кардиологга ҳақиқий MRT ва сунъий MRT тасвирлар аралаштирилиб кўрсатилди. Улардан 75 фоизи генерация қилинган MRT тасвирларни ҳақиқий MRTдан ажрата олмади. Бу эса модель тасвир сифатида ин-

сон кўзини чалғитадиган даражада ҳақиқийга яқин тасвирлар яратишини кўрсатади. Бундан ташқари, сунъий MRT тасвирлар асосида юракнинг чиқариш фракцияси (ejectionfraction), девор калинлиги, бўшлиқлар ҳажми каби клиник параметрлар ҳисоблаб чиқилди. Уларнинг ҳақиқий MRT асосида ҳисобланган қийматлар билан таққосланиши асосида корреляция коэффициенти (r) ўртача 0.91 деб топилди. Бу кўрсаткич клиник ҳисоб-китобларда ҳам сунъий MRT тасвирлар ишончли бўлишини тасдиқлайди [20].

Таҳлиллар шуни кўрсатдики, GAN асосидаги модель турли юрак патологиялари (масалан, дилатацион кардиомиопатия, чап қоринча гипертрофияси) мавжуд бўлган ҳолларда ҳам юрак тасвирларини юқори аниқликда генерация қила олади. Ҳаттоки, айрим ҳолатларда сунъий MRT тасвирлар ECHO тасвирдан фарқли ўлароқ, кўпроқ морфологик тафсилотларни очиб берган. Бу эса сунъий интеллект ёрдамида реконструкция қилинган MRT тасвирлар нафақат қўшимча диагностика восита, балки мустақил клиник аҳамиятга эга бўлиши мумкинлигини кўрсатади [21].

Тадқиқот давомида ECHO → MRT конверсияси нафақат юракнинг умумий кўринишини генерация қилишда, балки сегментал таҳлил ва девор ҳаракатларидаги патологияларни аниқлашда ҳам фойдали эканлиги аниқланди. Модель айрим фазаларда юрак цикли давомида девор ҳаракати бузилишларини ҳам аниқлай олди. Шу тариқа, сунъий MRT нафақат тасвир сифатида, балки динамик функционал баҳолаш воситаси сифатида ҳам ишлатилиши мумкин.

Тадқиқот якунида моделларнинг чегаралари ҳам таҳлил қилинди. Жумладан, паст сифатли ECHO тасвирларда генерация қилинган MRT тасвирларда аниқлик бироз камайди. Айниқса, юракнинг орқа қисмига тўғри келадиган структуравий соҳалар айрим ҳолатларда нотекис чиқди. Бироқ бу ҳолатларнинг сони чекланган ва умумий натижага сезиларли таъсир кўрсатмаган. Бундан ташқари, модель ўргатилмаган ҳолатлар (масалан, туғма юрак нуқсонлари) учун ҳали тўлиқ синовдан ўтказилмаган [22]. Бу эса кейинги босқичдаги ишлар учун йўналиш белгилайди.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, эхокардиографик тасвирлар асосида GAN ёндошуви орқали MRT тасвирларини реконструкция қилиш юрак касалликларини эрта аниқлашда истиқболли ёндошувлардан бири бўлиб, айниқса MRT ускунаси мавжуд бўлмаган ҳудудлар учун катта имконият яратади. Бу ёндошув тиббий хизматларнинг рақамли трансформацияси ва сунъий интеллект асосидаги диагностика тизимларининг ривожланишида муҳим босқич ҳисобланади.

Хулоса. Юрак-қон томир касалликларининг эрта диагностикасини таъминлаш бугунги кунда нафақат клиник тиббиёт, балки технологияларни

ривожлантириш соҳасида ҳам долзарб йўналишлардан бири ҳисобланади. Ушбу тадқиқотда эхокардиографик тасвирлардан фойдаланган ҳолда юракнинг MRT тасвирларини сунъий интеллект, хусусан GAN архитектураси ёрдамида реконструкция қилиш ёндошуви амалий синовдан ўтказилди.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, чуқур ўрганишга асосланган моделлар орқали ECHO тасвирларидан юқори сифатли, морфологик ва функционал жиҳатдан бой MRT эквивалентларини генерация қилиш мумкин. Тадқиқотда фойдаланилган CycleGAN модели ECHO → MRT конверсиясида юқори структуравий ўхшашлик ва паст хатолик даражасини намоён этди. Тест синовлари давомида генерация қилинган MRT тасвирлар клиник параметрларни аниқлашда ишончли манба сифатида хизмат қилди. SSIM, PSNR ва корреляция коэффициенти каби метрикалар натижаларнинг самарали эканини тасдиқлади. Субъектив баҳолаш натижалари ҳам генерация қилинган тасвирларнинг ҳақиқий MRT тасвирлардан фарқ қилмаслигини кўрсатди. Бу ҳолат моделининг клиник амалиётга татбиқ этилиши учун етарли даражада тайёрланганлигини билдиради.

Мазкур ёндошув, MRT ускунаси мавжуд бўлмаган ҳудудларда юрак касалликларини эрта аниқлаш, индивидуал терапевтик ёндошувларни ишлаб чиқиш ва беморларни хавф гуруҳларига ажратиш жараёнларини соддалаштиради. Бундан ташқари, эхокардиографик маълумотлар базаси мавжуд бўлган ҳар қандай тиббиёт муассасасида ушбу ёндошувни жорий этиш орқали диагностика самарадорлигини ошириш мумкин. ECHO асосидаги MRT тасвирлар реконструкцияси профилактик тиббиёт учун катта амалий аҳамиятга эга бўлиб, сунъий интеллект ёрдамида тиббий хизматлар сифати, аниқлиги ва тезлигини оширишда янги босқич бўлиб хизмат қилади.

Келгусида ушбу моделини реал вақтли таҳлил, динамик юрак ҳаракатларини моделлаштириш ва кенгроқ касаллик турларига татбиқ қилиш йўналишларида ривожлантириш кўзда тутилмоқда.

Адабиётлар:

1. Ouyang D, He B, Ghorbani A, et al. Video-based AI for beat-to-beat assessment of cardiac function. *Nature*, 2020; 580(7802): 252–256.
2. Zhang J, Gajjala S, Agrawal P, et al. Fully Automated Echocardiogram Interpretation in Clinical Practice. *Circulation*, 2018; 138(16): 1623–1635.
3. Chatsias A, Joyce T, Dharmakumar R, et al. Adversarial image synthesis for unpaired multi-modal cardiac data. *Med Image Anal*, 2019; 54: 1–13.

4. Goodfellow I, Pouget-Abadie J, Mirza M, et al. Generative adversarial nets. *Advances in neural information processing systems*, 2014; 27.
5. Wolterink JM, Dinkla AM, Savenije MH, et al. Deep MR to CT synthesis using unpaired data. *IEEE transactions on medical imaging*, 2017; 36(11): 2276–2285.
6. Mirametov A.B., Abdullayev I.N., Nazirov R.M., Tashev B.J. Application of Artificial Intelligence in ECG Analysis: Problems and Their Solutions in Healthcare // *Science and Innovation*, Vol. 3, Issue 3. – March 2024. – P. 110–115.
7. Abdullayev I.N., Shakarov F.Q., Umarova D.A. Kardioskleroz prognostik modelini yaratishda machine learning va deep learning usullarining qiyosiy tahlili // *Fan, Jamiyat va Innovatsiyalar*. – 2025. – T. 2. – №19. – B. 22–24.
8. Jiyanbayev O.E., Abdullayev I.N. Methods for Improving the System of Servicing Medical Equipment // *Science and Innovation*. – 2025. – Vol. 4. – Issue 2. – P. 83–85.
9. Abdullayev I.N., Karabayeva L.X., Yusupova N.S. Miokard kardiosklerozi tashxisida sun'iy neyron tarmoqlarining qo'llanilishi: zamonaviy yondashuvlar // *ScienceResearch.com*. – 2025. – B. 103–105.
10. Jiyanbayev O.E., Abdullayev I.N. Strategies for Manufacturing Medical Equipment that Meets International Standards // *Science and Innovation*. – 2025. – Vol. 4. – Issue 2. – P. 78–80.
11. Abdullayev I.N., Tashev B.J., Mirametov A.B. Sun'iy intellekt yordamida yurak kasalliklarini prognozlash modellari ishonchligi // *Fan, Jamiyat va Innovatsiyalar*. – 2025. – T. 2. – №19. – B. 16–17.
12. Abdullayev I.N., Yusupova N.S., Tashev B.J. Modern Echocardiographic Methods for Detection of Cardiac Dyssynchrony // *Science and Education*. – 2025. – Vol. 6. – Issue 2. – P. 75–77.
13. Jiyanbayev O.E., Abdullayev I.N. Effective Resource Management in Medical Facilities Through Artificial Intelligence // *International Journal of Medical Sciences and Clinical Research*. – 2024. – Vol. 4. – Issue 7. – P. 39–43.
14. Magrupov T.M., Nazirov R.M., Abdullayev I.N. Formation of a Database of Lung Disease Sound Signals // *Science and Innovation*. – 2024. – Vol. 3. – Issue 9. – P. 90–92.
15. Abdullayev I.N., Yunusxo'jayeva M.Z., Elmurotova D.B. Medical Computers for Measuring Glucose and Blood Gas Levels in the Human Body // *International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences*. – 2023. – Vol. 2. – Issue 5. – P. 121–123.
16. Nematov Sh.Q., Kamolova Y.M., Abdullayev I.N. Modern Algorithmic Methods for the Analysis of Speech Disorders After a Stroke // *Science and Education*. – 2023. – Vol. 4. – Issue 6. – P. 452–453.
17. Dar SU, Yurt M, Karacan L, et al. Image synthesis in multi-contrast MRI with conditional generative adversarial networks. *IEEE transactions on medical imaging*, 2019; 38(10): 2375–2388.
18. Sudre CH, Li W, Vercauteren T, et al. Generalised Dice overlap as a deep learning loss function for highly unbalanced segmentations. *Deep Learning in Medical Image Analysis and Multimodal Learning for Clinical Decision Support*, 2017: 240–248.
19. Jiyanbayev O., & Abdullayev I. (2025). Tibbiyot muassasalarida tibbiy jihozlarni profilaktik texnik xizmat ko'rsatish tizimini takomillashtirish. *Universal Xalqaro Ilmiy Jurnal*, 2(4.5), 430–432. Retrieved from <https://inlibrary.uz/index.php/universaljurnal/article/view/111647>
20. Isensee F, Jaeger PF, Kohl SAA, et al. nnU-Net: a self-configuring method for deep learning-based biomedical image segmentation. *Nature Methods*, 2021; 18: 203–211.
21. Ronneberger O, Fischer P, Brox T. U-Net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. *Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention (MICCAI)*, 2015: 234–241.
22. Bai W, Sinclair M, Tarroni G, et al. Automated cardiovascular magnetic resonance image analysis with fully convolutional networks. *Journal of Cardiovascular Magnetic Resonance*, 2018; 20(1): 65.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАННЕЙ
ДИАГНОСТИКИ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
ПУТЕМ РЕКОНСТРУКЦИИ МРТ-
ИЗОБРАЖЕНИЙ СЕРДЦА НА ОСНОВЕ
ЭХОКАРДИОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО
ИНТЕЛЛЕКТА**

Абдуллаев И.Н., Насимов Р.Х., Жиянбаев О.Э.

Резюме. В данной статье представлена технология реконструкции магнитно-резонансных томографических (МРТ) изображений сердца на основе эхокардиографических (ЭхоКГ) данных с применением подходов искусственного интеллекта. Исследование направлено на раннюю диагностику сердечно-сосудистых заболеваний путем генерации МРТ-изображений с использованием моделей глубокого обучения типа GAN (Generative Adversarial Network). Представленный метод позволяет детализировано анализировать анатомо-функциональные особенности миокарда и применять полученные результаты в условиях, где отсутствует доступ к МРТ-оборудованию. Полученные данные демонстрируют высокую перспективность использования ИИ в профилактической кардиологии для раннего выявления патологий сердца.

Ключевые слова: Сердечно-сосудистые заболевания, ЭхоКГ, МРТ, искусственный интеллект, GAN, реконструкция, ранняя диагностика.