

Gaukhar Kamalova – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Institute of Digital Economy and Sustainable Development, Director of the Center for Digital Development, Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian-Technical University, Oral, Kazakhstan; e-mail: gokhakam@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5252-4573>.

Assemgul Tynykulova* – PhD, acting Associate Professor, Astana International University, Astana, Kazakhstan; e-mail: asem_110981@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4557-6869>.

Seksenbay Kashkinbaev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Astana International University, Kazakhstan; e-mail: seksenbay.kb@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7000-0653>.

Поступила в редакцию 30.03.2026

Поступила после доработки 22.05.2026

Принята к публикации 25.05.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2\(22\)-19](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2(22)-19)



FTAXP: 20.15.13

А.Р. Оразаева¹, Н.С. Смакова^{1*}, К.М. МаксUTOва², А.А. Абильдина¹, А.Е. Туребаева³

¹Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мұхамедханов к-сі, 37А

²Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Сәтпаев к-сі, 2

³Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті,
100022, Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ., Университетская к-сі, 28

*e-mail: oar_is@mail.ru

СҮТ БЕЗІ АУРУЛАРЫН ЕРТЕ АНЫҚТАУДА ЗАМАНАУИ НЕЙРОНДЫҚ ЖЕЛІЛЕРДІ ҚОЛДАНУ (YOLOv8, FASTER R-CNN)

Аңдатпа: Бұл зерттеу сүт бездерінің патологиясын тиімді анықтау үшін заманауи машиналық оқыту әдістерін, атап айтқанда YOLOv8 және Faster R-CNN, қолдану арқылы жетілдірілген әдістерді зерттеуге және дамытуға бағытталған. Сүт безі ауруларын диагностикалаудың дәстүрлі тәсілдері сын тұрғысынан қаралып, олардың тиімділігі қазіргі автоматтандырылған әдістермен салыстырылды. Ұсынылған модельдер маммографиялық кескіндерге қолданылады және патологиялық өзгерістерді аурудың ауырлық деңгейі мен сипаттамаларын ескере отырып, алты деңгейге жіктейді. Бұл көпдеңгейлі жіктеу аурудың дамуын дәлірек бағалауға мүмкіндік береді және емдеуді жекелендірілген жоспарлау үшін маңызды ақпарат ұсынады.

Эксперименттік нәтижелер жоғары дәлдікті және кескінді жылдам өңдеуді көрсетіп, сүт безіндегі ықтимал патологияларды сенімді және жылдам анықтауға мүмкіндік береді. Зерттеу нәтижелері машиналық оқыту алгоритмдерінің диагностика процесін едәуір жақсартатынын, дәрігерлерге дәлірек және уақытында ақпарат беретінін көрсетеді. Сонымен қатар, бұл зерттеу автоматтандырылған жүйелердің ерте диагностика, емдеу стратегияларын оңтайландыру және науқастардың жағдайын жақсартудағы әлеуетін көрсетеді. Нәтижелер медициналық визуализацияда жасанды интеллекттің рөлі артып келе жатқанын және сүт безі ауруларын басқаруға әсерін көрсетеді.

Түйін сөздер: Терең оқыту, Faster Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN), You Only Look Once (YOLOv8), деректер базасы, модель.

Кіріспе

Соңғы онжылдықта терең оқыту әдістері (Deep Learning) медициналық бейнелерді автоматты түрде өңдеу және талдау мүмкіндігін айтарлықтай жақсартты [1]. Сүт безі қатерлі ісігін анықтау және классификациялау тапсырмасының ең тиімді тәсілдерінің бірі Faster R-CNN (Region-based Convolutional Neural Network) алгоритмін пайдалану болып табылады. Берілген

алгоритм дәлдік пен жоғары өнімділікті біріктіреді, бұл оны тез және дәл диагностика маңызды болатын медициналық қолданбалар үшін тамаша құрал етеді. Faster R-CNN – кескіндердегі нысандарды тиімдірек және дәл анықтауға арналған R-CNN сериялы алгоритмдердің жетілдірілген нұсқасы [2]. Faster R-CNN негізгі идеясы суреттегі қызығушылық тудыратын ықтимал аймақтарды бөлектеу үшін Аймақтық ұсыныстарын (Region Proposals) пайдалануда болып табылады. Faster R-CNN архитектурасының негізгі құрамдас бөліктеріне кіріс кескінінен белгілерді шығаруға жауап беретін конволюционды желілер (Convolutional Networks), аймақтық ұсыныстар желісі (Region Proposal Network, RPN), олар объектілер бола алатын аймақтар үшін ұсыныстарды генерациялайтын негізгі конволюциялық желіге салынған арнайы желі және желілік бастар (Network Heads), анықталған нысандарды классификациялайтын және олардың шекараларын нақтылайтын қосымша қабаттар кіреді [3].

Faster R-CNN моделін оқыту үшін таңбаланған деректердің жеткілікті көлемі болуы керек. Сүт безі қатерлі ісігі жағдайында мұндай деректерге маммограмма, ультрадыбыстық және МРТ сканерлеу сияқты медициналық суреттер кіреді. Модель қалыпты және патологиялық құрылымдарды ажыратуды үйренуі үшін бұл суреттерге сарапшылар түсініктеме беруі керек. Деректерді аугментациялау (үлкейту) оқу жиынының әртүрлілігін арттыру және модельдің жалпылау қабілетін жақсартуға мүмкіндік беретін маңызды қадам болып табылады. Деректерді үлкейтудің негізгі әдістеріне кескінді айналдыру және жылжыту, жарықтық пен контрастты өзгерту, шуды бұрмалау, айналық шағылыстыру және масштабтау жатады. Модельдің оңтайлы өнімділігіне қол жеткізу үшін оқу жылдамдығы, шағын топтама өлшемдері, дәуірлер саны және т.б. сияқты гиперпараметрлер дұрыс реттелуі керек. Оқыту процесі бірнеше кезеңдерді қамтиды: модельді инициализациялау, алдын ала дайындалған конволюционды желіні жүктеу және RPN баптау, RPN оқыту, аймақтық ұсыныстар желісін кескінде қызығушылық тудыратын аймақтарды бөлуге үйрету және желі басшыларын оқыту, модельдің классификациялық мен регрессиялық бөліктерін класстарды анықтау және олардың шекараларын нақтылау үшін оқыту.

Зерттеу тәсілдері

Сүт безі қатерлі ісігін анықтау және классификациялау үшін Faster R-CNN әдісін пайдалану диагностиканың дәлдігі мен жылдамдығын айтарлықтай арттыратын перспективалы әдіс болып табылады. Бұл зерттеуде осы әдісті қолданудың негізгі аспектілері, соның ішінде деректерді дайындау, модельді оқыту және оның өнімділігін бағалау қарастырылды. Қолданыстағы шектеулерге қарамастан, медициналық диагностикада терең оқытуды пайдалану сүт безі қатерлі ісігін ерте анықтау және тиімді емдеу үшін жаңа мүмкіндіктер ашады [4, 5].

VinDr-Mammo деректер жинағы компьютерлік көру арқылы сүт безі қатерлі ісігінің диагностикасы облысында зерттеу үшін маңызды ресурс болып табылады. Бұл деректер жиынтығы медициналық кескінді тану және талдау алгоритмдерін әзірлеуге және сынауға қолдау көрсету үшін арнайы әзірленген. Ол тіндердің түрлері мен патологиялары бойынша алуан түрлі маммографиялық кескіндердің кең ауқымды жинағын көрсетеді, машиналық оқыту модельдеріне сүт бездерінің әртүрлі жағдайларын жоғары дәлдікпен тануды үйренуге мүмкіндік береді. VinDr-Mammo деректер жинағындағы әрбір суретке мамандар мұқият аннотация жасайды, бұл жоғары сапалы белгілерді қамтамасыз етеді және бұл деректерді алгоритмдерді оқыту және тексеру үшін пайдалануға мүмкіндік береді. Осындай дәл аннотациялардың болуы патологиялардың әртүрлі түрлерін, соның ішінде қатерсіз және қатерлі ісіктерді дәл танитын және жіктей алатын сенімді машиналық оқыту модельдерін жасау үшін өте маңызды. Бұл зерттеушілерге клиникалық тәжірибеде диагностикалық процедураларды айтарлықтай жақсартуға алатын дәлірек және тиімді алгоритмдерді әзірлеуге мүмкіндік береді.

VinDr-Mammo деректер жинағының тағы бір маңызды ерекшелігінің бірі оның класс бойынша теңгерімділік орнатуы болып табылады. Түрлі тіндердің түрлері мен патологиялары бар әртүрлі кескіндерді қоса алғанда, медициналық деректер жиынтығында жиі кездесетін мәселе болып табылатын кластардың теңгерімсіздігімен байланысты проблемаларды болдырмауға көмектеседі. Теңгерімделген деректер машиналық оқыту модельдеріне жақсырақ үйренуге және сүт безінің әртүрлі жағдайларын тануда жоғары дәлдікке қол жеткізуге мүмкіндік береді [6, 7]. VinDr-Mammo академиялық зерттеулерде және маммографиялық кескіндерді автоматтандырылған талдаудың жаңа әдістерін әзірлеуде

белсенді түрде қолданылады. Бұған компьютер көмегімен ісіктерді тану, қатерлі ісік қаупін бағалау және кескін сапасын жақсарту сияқты тапсырмалар кіреді. VinDr-Mammo деректер жинағы медициналық білім беру мен диагностикадағы заманауи технологияларды ілгерілетуде маңызды рөл атқарады, денсаулық сақтау сапасын жақсартуға және диагностикалық процедуралардың тиімділігін арттыруға көмектеседі. Берілген жиынтықта әрқайсысы төрт суреттен тұратын 5000 зерттеу бар, барлығы 20 000 суретті құрайды. Барлық кескіндер DICOM форматында ұсынылған және әр сүт безінің екі стандартты проекциясын қамтиды: краниокаудальды (CC) және медиальды латеральды қиғаш (MLO). Бұл формат дәл талдау және диагностика үшін қажетті жоғары сапалы және егжей-тегжейлі кескіндерді сақтауға мүмкіндік береді [8]. Деректер жиынындағы әрбір суретте сүт безінің жағдайы туралы толық ақпарат беретін көптеген атрибуттар бар. Негізгі атрибуттар BI-RADS көрсеткіші болып табылады, сүт безі тығыздығы және кескіннің биіктігі мен енін, кеуде орны мен бағытын (солға немесе оңға) және проекция түрін (CC немесе MLO) қамтитын кескін метадеректері болып табылады. BI-RADS бағалары 1-ден 5-ке дейін өзгереді, мұнда 1 – қалыпты, 5 – қатерлі ісікке шалдығу ықтималдығы жоғары. Сүт безінің тығыздығы төрт санатқа жіктеледі: A, B, C және D, ол маммограммаларды интерпретациялауға және тәуекелді бағалауға көмектеседі. Кескіннің метадеректері суретке түсірудің техникалық параметрлерін және қолданылатын жабдық моделін қамтиды.

BI-RADS санаттары және деректерді тарату. Деректер жиынындағы әрбір сурет қатерлі ісік ауруының ықтималдығын бағалау үшін пайдаланылатын BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System) арқылы аннотацияланады [9, 10]. Деректерді BI-RADS санаттары бойынша бөлу келесідей жүреді:

1. BI-RADS 1: 13 406 кескін (қалыпты).
2. BI-RADS 2: 4676 кескін (қатерсіз нәтижелер).
3. BI-RADS 3: 972 кескін (мүмкін қатерсіз).
4. BI-RADS 4: 1005 кескін (қатерлі ісікке күдікті).
5. BI-RADS 5: 426 кескін (қатерлі ісіктің жоғары ықтималдығы).

Бұл санаттар сүт безінің жағдайын және қатерлі ісік ықтималдығын классификациялауға көмектеседі, бұл ауруды ерте анықтау және тиімді емдеу үшін өте маңызды (1-сурет).

study_id	series_id	image_id	laterality	view_posit	height	width	breast_bira	breast_den	finding_cat	finding_bir	xmin	ymin	xmax	ymax	split
48575a27b	26de4993fa	4e3a578fe5	R	CC	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 4	2355.13989	1731.64001	2482.97998	1852.75	training
48575a27b	26de4993fa	dac39351b1	R	MLO	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 4	2386.67993	1240.60998	2501.80004	1354.04003	training
75e8e4893	853b70e7e	c837f80904	R	CC	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Global Asy	BI-RADS 3	2279.17993	1166.51000	2704.43994	2184.26000	training
75e8e4893	853b70e7e	893528bc3f	R	MLO	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Global Asy	BI-RADS 3	1954.27001	1443.64001	2589.76000	2193.81005	training
c3487424fe	77619c914	318264c88	R	CC	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Architecture	BI-RADS 4	2172.30004	1967.41003	2388.69995	2147.15991	training
c3487424fe	77619c914	adf961b537	R	MLO	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Architecture	BI-RADS 4	2252.37988	2367.07006	2438.06005	2523.42993	training
5683854eal	4ac331112f	2f944efb1c	L	CC	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	142.899002	2171.81005	439.584991	2403.37011	test
5683854eal	4ac331112f	7385e8cf7b	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	142.899002	2045.17004	417.876007	2265.87988	test
7c51789da	ac4d0771f6	f581ef53bb	L	CC	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Nipple Reti	BI-RADS 4	588.874023	1397.70996	812.361999	1734.71997	training
7c51789da	ac4d0771f6	1142cdfbf6	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Nipple Reti	BI-RADS 4	632.033996	1727.09997	930.142028	2190.83007	training
89524e5f37	0838a0b90f	5a94dd668	R	CC	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	1988.06005	1793.73999	2139.90991	1967.45996	training
89524e5f37	0838a0b90f	2bbe58aab	R	MLO	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	2319.43994	1833.43005	2472.87988	1969.68005	training
d94fa669c3	198e0af097	84327b97a	L	CC	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	146.856002	1529.27001	544.387023	1941.39001	training
d94fa669c3	198e0af097	d51ac5b8b	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	168.690002	1760.98999	579.971008	2133.62988	training
57674c2def	080c6eda9f	dc4694b54	L	CC	3518	2800	BI-RADS 5	DENSITY C	[Architecture	BI-RADS 5	405.055999	1599.65002	600.893981	1867.48999	training
57674c2def	080c6eda9f	dc4694b54	L	CC	3518	2800	BI-RADS 5	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 4	-6.2529702	1805.45996	180.511001	1996.94995	training
57674c2def	080c6eda9f	040cc1725f	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 5	DENSITY C	[Architecture	BI-RADS 5	446.209991	1667.46997	702.867980	1965.31994	training
57674c2def	080c6eda9f	040cc1725f	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 5	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 4	156.190002	1279.10998	314.239990	1458.55004	training
917a4de3b	22bada39b	4dd8faf113	L	CC	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	153.445999	1873.61999	449.356994	2225.02001	test
917a4de3b	22bada39b	19056b152	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 3	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 3	141.677001	1369.22998	432.544006	1619.73995	test
31fa226bc9	98ca3b2d3	625aa3505	L	MLO	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Mass]	BI-RADS 4	192.143005	1897.51000	373.973999	1993.38000	test
e233b757d	1a1f62519a	8c799782af	L	CC	3518	2800	BI-RADS 4	DENSITY C	[Suspicious	BI-RADS 4	74.0460968	1196.10998	271.809997	1476.81005	training

Сурет 1 – Оқытуға арналған деректер жинағы

VinDr-Mammo деректер жинағы келесі атрибуттарды сақтайтын кескін туралы ақпараты бар аннотацияланған құжатты қамтиды:

- study_id (Зерттеудің бірегей идентификаторы). Бұл пациентті арнайы медициналық зерттеуін идентификациялайтын бірегей нөмір. Әрбір зерттеудің өзіндік бірегей study_id бар;
- series_id (Кескін серияларының идентификаторы). Бұл идентификатор белгілі бір нақты зерттеумен байланысты кескіндер тобына жатады. Мысалы, бір зерттеу суреттердің бірнеше серияларын қамтуы мүмкін;
- image_id (Кескіннің бірегей идентификаторы). Кескіндер сериясындағы әрбір медициналық кескінге тағайындалған бірегей нөмір. Бұл әр суретті бірегей түрде идентификациялауға көмектеседі;

- laterality (Сүт безі жағы). Бұл кескінде кеуденің сол немесе оң жағы көрсетілгенін көрсетеді;
- view_position (Проеция позициясы). Бұл диагностика үшін кескіннің қандай позицияда алынғанын сипаттайды (мысалы, CC – краниокаудальды, MLO медиальды латеральды қиғаш);
- height (Пиксельдегі кескін биіктігі). Пиксельмен өлшенген кескіннің биіктігі;
- width (Пиксельдегі кескін ені). Пиксельмен өлшенген кескіннің ені;
- breast_birads (Сүт безі үшін BI-RADS бағалау). Бұл қатерлі ісік ауруының ықтималдығын анықтау үшін қолданылатын BI-RADS стандарты бойынша сүт безі жағдайының баллдық жүйесі;
- breast_density (Сүт безінің тығыздығы). Бұл суреттегі сүт безі тінінің тығыздығын сипаттайтын санат болып табылады. Бұл кескінді интерпретациялау және тәуекелді бағалау үшін маңызды;
- finding_categories (Табылған аномалиялар санаты). Бұл медициналық кескінде табылған ауытқулар немесе өзгерістер санаттары. Массаларды, кальцинацияларды, асимметрияларды және басқа да өзгерістер түрлерін қамтиды. Бұл бағанда суретте анықталған сүт безі өзгерістерінің немесе ауытқулардың санаттарынан тұрады. Бұл санаттар патология түрлерін классификациялауға және сипаттауға көмектеседі, олар мыналарды қамтуы мүмкін: Mass (Масса) – түзілу немесе ісік, Architectural Distortion (Архитектуралық бұрмалану) – тіндердің қалыпты құрылымының өзгеруі, Global Asymmetry (Ауқымды ассиметрия) – тіндердің асимметриялық орналасуы, Nipple Retraction (Емшек ұшының тартылуы) – емшек ұшының тартылуы немесе орналасуының өзгеруі, Suspicious Calcification (Күдікті кальцификация) – қатерлі өзгерістерді көрсетуі мүмкін микрокальцификаттардың бар болуы, Focal Asymmetry (Фокальды асимметрия) – нақты аймақта тіндердің асимметриялық орналасуы. Әрбір санат рентгенологтарға және басқа медицина мамандарына анықталған патологиялардың түрі мен сипатын жақсы түсінуге көмектеседі, бұл өз кезегінде диагноз қоюға және одан әрі емдеу жоспарын таңдауға көмектеседі;
- finding_birads (Аномалия үшін BI-RADS бағасы). Бұл кескіндегі әрбір нақты аномалияға тағайындалған BI-RADS бағасы. Бұл ауытқудың қатерлі ісік болу ықтималдығын анықтауға көмектеседі;
- xmin, ymin, xmax, ymax. Бұл параметрлер кескіндегі әрбір аномалия үшін шекті өріс координаттарын (bounding box) пиксельдермен көрсетеді. Олар суреттегі аномалияның орнын анықтайды және өзгерістерді дәл локализациялау және талдау үшін қолданылады.

Бұл атрибуттар машиналық оқыту алгоритмдерін талдау және әзірлеу үшін құрылымдық деректерді қамтамасыз ете отырып, әрбір кескінді және оның мазмұнын егжей-тегжейлі сипаттауға мүмкіндік береді.

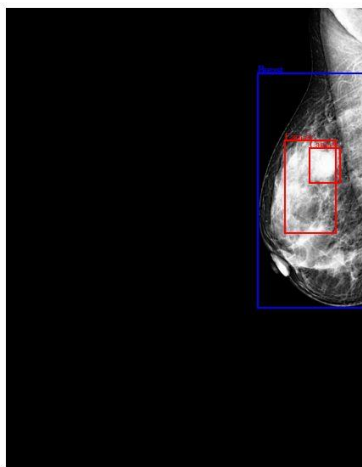
Зерттеу нәтижелері

Модельді әзірлеу процесі бірнеше негізгі кезеңдерді қамтиды: кескінді оқу және өңдеу, белгілерді есептеу, кескінді классификациялау, модельді оқыту және кейінгі валидация және тестілеу [9]. Оқу және өңдеу кезеңінде кеуде кескіндері DICOM форматында жүктеледі және қызығушылық аймақтарының көрінуін жақсарту үшін қалыпқа келтіру және гистограмманы теңестіру сияқты әдістер қолданылады. Әрбір күдікті аймақ үшін аудан, периметр, эксцентриситет, орташа қарқындылық және т.б. қоса алғанда, әртүрлі белгілер есептеледі. Сондай-ақ контраст, корреляция, энергия және біртектілік сияқты сұр деңгейдің бірлескен пайда болу матрицасы (GLCM) арқылы есептелген белгілер де ескеріледі. Содан кейін кескіндер BI-RADS санаттарына жіктеледі: BI-RADS 1 және BI-RADS 2 қалыпты деп саналады, ал қалған санаттар ауытқулардың бар екенін көрсетеді. Faster R-CNN әдісі аннотацияланған деректерге негізделген терең оқыту моделін үйрету үшін пайдаланылады, ол кескіндерді тиімді классификациялай алады және аномальді аймақтарды дәл локализациялайды. Модель оның дәлдігі мен жалпылау қабілетін бағалау үшін жаңа деректер жинағында валидация және сынақ кезеңдерін өтеді. Нәтижесінде маммографиялық кескіндердегі қалыптан тыс аймақтарды дәл классификациялауға және локализациялауға мүмкіндік беретін, диагностикалық дәлдікті айтарлықтай арттыратын және сүт безі қатерлі ісігін ерте анықтауды жеңілдететін терең оқыту моделі құрылды [11-13].



Сурет 2 – Сүт безі қатерлі ісігін анықтау нәтижесі

2-суретте R-MLO (Right Mediolateral Oblique) бағытымен маммограмма (сүт безінің рентген суреті) көрсетілген, бұл оң жақ сүт безінің қиғаш проекциясын білдіреді. 18-суретте сүт безі көрсетілген, қызыл тіктөртбұрыш диагностикалық тұрғыдан қызығушылық аймағын ерекшелейді. Бұл тіктөртбұрыштың ішінде ықтималдығы 0,94 болатын BI-RADS (Breast Imaging-Reporting and Data System) мәні 3 көрсетілген, бұл әрі қарай бақылауды қажет ететін қорытындыға сәйкес келеді, өйткені бұл қатерлі ісік ықтималдығы аз болатын қатерсіз процесі бар зақымдану болуы мүмкін. Нәтиже берілген суреттен жасалған диагностикалық қорытындыны көрсетеді. Осылайша, кескін маммографиялық талдаудың нәтижесін білдіреді, мұнда күдікті аймақ анықталған және тәуекел дәрежесін көрсететін жүйемен бағаланған.



Сурет 3 – Деректер жиынынан координат нүктесімен қабаттастырылған кескіннің визуалды көрінісі

3-суретте диагностика тұрғысынан алғанда қызығушылық аймақтарын көрсететін оң жақ сүт безінің маммограммасы көрсетілген. Бірнеше қызыл тікбұрыштар күдікті немесе ықтимал аномальді деп анықталған аумақтарды көрсетеді. Бұл аймақтарды маммографиялық кескіндердегі патологиялық өзгерістерді анықтау үшін арнайы әзірленген машиналық оқыту моделі арқылы идентификациялауға болады. Сондай-ақ қызыл тіктөртбұрыштардың бірінде мәтін белгісі бар, бұл аумақта ауытқулар болуы мүмкін екенін көрсетеді. Қызыл тіктөртбұрыштардан басқа, суретте бүкіл кеудені қоршап тұрған үлкен көк тіктөртбұрыш та көрініп тұр. Бұл көк контур талдау жүргізілген аймақты немесе бағалауға арналған модельмен қамтылған жалпы қызығушылық аймағын көрсетеді. Медициналық кескіндерде мұндай көрнекі элементтерді пайдалану мамандарға диагностикалық процесті айтарлықтай жеңілдететін қалыпты емес аймақтарды дәлірек локализациялауға және бағалауға көмектеседі. Осы

суретте көрсетілгендей сынақ нәтижелерінің көрнекі көрінісі диагностикалық дәлдікті арттырудың маңызды құралы болып табылады. Ол дәрігерлерге егжей-тегжейлі қарастыруды қажет ететін нақты аймақтарға назар аударуға мүмкіндік береді, бұл қорыта келгенде, сүт безі қатерлі ісігі сияқты патологияларды ерте анықтауға және емдеуге әкеледі.

Мамография суреттеріндегі ісігі бар аймақтарды автоматты түрде анықтауға арналған YOLOv8 және Faster R-CNN модельдерін зерттедік. Екі архитектура да нысанды анықтауға арналған заманауи терең оқыту әдістерін білдірсе де, олардың жұмыс істеу принциптері, кескінді өңдеу жылдамдығы және зақымдану аймақтарын анықтаудағы дәлдік деңгейлері әртүрлі.

Сандық көрсеткіштер негізіндегі модельдерді салыстыру:

Метрика	YOLOv8	Faster R-CNN
mAP	0.91	0.94
Precision	0.90	0.95
Recall	0.89	0.93
F1-score	0.89	0.94
FPS	41	12
Әр суретке өңдеу уақытының орташа ұзақтығы	0.024 с	0.083 с
Архитектуралық тип	бірсатылы	екісатылы
Есептеу ресурстарына талаптар	орташа	жоғары
Нақты уақыттағы жұмысы	қолданылады	шектеулі

Эксперимент нәтижелері көрсеткендей, YOLOv8 моделі бір сатылы нысанды анықтау архитектурасының арқасында маммография суреттерін өңдеу жылдамдығын айтарлықтай арттырады. Орташа өңдеу жылдамдығы секундына 41 суретке жетті, бұл модельді нақты уақыттағы жүйелерде және интерактивті диагностикалық қолданбаларда қолдануға мүмкіндік береді.

Оған қарама-қарсы, Faster R-CNN моделі зақымдану аймақтарын анықтауда жоғары дәлдік көрсетті. Оның mAP, Precision, Recall және F1-score көрсеткіштері YOLOv8-ден жоғары болып, күрделі медициналық кескіндерде ісіктерді анықтау және жіктеу бойынша оның сапасын растады.

Өңдеу жылдамдығы төмен болғанымен, Faster R-CNN екі сатылы өңдеу механизмі арқылы кескінді егжей-тегжейлі талдайды. Бұл маммография суреттеріндегі ісік өзгерістерін диагностикалау үшін аса маңызды.

Алынған нәтижелер екі модельдің де маммографияны автоматтандырылған диагностикалаудың тиімділігін растап, өңдеу жылдамдығы мен анықтау дәлдігі арасындағы тепе-теңдікті көрсетеді.

Қорытынды. Сүт безі қатерлі ісігін анықтауға арналған әзірленген ақпараттық жүйе медициналық суретті өңдеудің технологияларын және сүт безі қатерлі ісігін диагностикалау үшін терең оқыту әдістерін қолдануда айтарлықтай прогресті көрсетеді. Маммографиялық кескіндерді талдауға негізделіп құрылған жүйе BI-RADS санаттарына классификациялау және қалыптан тыс аймақтарды дәл локализациялау міндеттерін сәтті шешеді. Бұл диагноздың дәлдігі мен сенімділігін айтарлықтай арттырады, патологияларды ерте анықтауды жеңілдетеді. Толық емес немесе бүлінген деректерді өңдеуге байланысты кейбір қиындықтарға қарамастан, жүйе кескіндердің басым көпшілігін өңдеуде жоғары тиімділікті көрсетті. Бұл медициналық диагностиканы жақсарту және пациенттердің өмір сүруін жақсарту үшін осындай технологияларды әзірлеу мен қолданудың маңыздылығын көрсетеді. Талдау нәтижелерін визуализациялау және қолданушыға ыңғайлы қолданба интерфейсі де дәрігерлердің жұмысын жеңілдетуде шешуші рөл атқарады, нәтижелерді тез және дәл түсіндіруге мүмкіндік береді, бұл емдеуде уақтылы шешім қабылдауға ықпал етеді.

Әдебиеттер тізімі

1. Biomedical image segmentation method based on contour preparation / A. Orazayeva et al. // in Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments. – 2022. <https://doi.org/10.1117/12.2657929>.

2. Imaging fuzzy expert system for assessing dynamic changes in biomedical tumor images in breast cancer / A. Orazayeva et al // in Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High Energy Physics Experiments. – 2022. <https://doi.org/10.1117/12.2657923>.
3. Methods for detecting and selecting areas on texture biomedical images of breast cancer / A. Orazayeva et al // Informatyka, Automatyka, Pomiar w Gospodarce i Ochronie Srodowiska. – 2022. – Vol. 12(2). – P. 69-72. <https://doi.org/10.35784/iapgos.2951>.
4. Detection of lung pathology using the fractal method / G. Abdikerimova et al // International Journal of Electrical and Computer Engineering. – 2023. – Vol. 13(6). – P. 6778-6786. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i6.pp6778-6786>.
5. Detection of chest pathologies using autocorrelation functions / G. Abdikerimova et al // International Journal of Electrical and Computer Engineering. – 2023. – Vol. 13(4). – P. 4526-4534. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i4.pp4526-4534>.
6. Zhang Y. Deep Learning-Based Breast Cancer Detection in Mammography Images Using YOLOv8 / Y. Zhang, H. Liu, X. Chen // Diagnostics. – 2024. – Vol. 14(3). – P. 455-470. <https://doi.org/10.3390/diagnostics14030455>.
7. Kumar S. Breast Lesion Detection in Mammograms Using Faster R-CNN and Attention Mechanisms / S. Kumar, R. Patel, A. Singh // Computer Methods and Programs in Biomedicine. – 2023. – Vol. 231. – Article 107389. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2023.107389>.
8. Wang L. YOLOv8-Based Automated Breast Cancer Detection Framework for Medical Imaging / L. Wang, Q. Zhao, M. Li // Biomedical Signal Processing and Control. – 2025. – Vol. 92. – Article 106102. <https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.106102>.
9. Hernandez J. Artificial Intelligence Approaches for Early Breast Cancer Detection: A Comparative Deep Learning Study / J. Hernandez, D. Oliveira, P. Martins // Artificial Intelligence in Medicine. – 2024. – Vol. 150. – Article 102781. <https://doi.org/10.1016/j.artmed.2024.102781>.
10. Ahmed N. Comparative Analysis of YOLOv8 and Faster R-CNN for Breast Tumor Detection / N. Ahmed, T. Rahman, J. Lee // IEEE Access. – 2025. – Vol. 13. – P. 22541-22556. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3354128>.
11. Silva M. Recent Advances in Deep Learning for Mammography Analysis / M. Silva, F. Costa, A. Ribeiro // Cancers. – 2023. – Vol. 15(18). – P. 4512-4530. <https://doi.org/10.3390/cancers15184512>.
12. Kim J. Explainable Deep Learning Models for Breast Cancer Detection in Medical Imaging / J. Kim, S. Park, Y. Choi // Healthcare. – 2024. – Vol. 12(7). – P. 1185-1201. <https://doi.org/10.3390/healthcare12071185>.
13. Al-Masni M. Hybrid CNN and Object Detection Models for Mammogram Classification / M. Al-Masni, D. Kim, S. Han // Sensors. – 2025. – Vol. 25(2). – P. 998-1016. <https://doi.org/10.3390/s25020998>.

А.Р. Оразаева¹, Н.С. Смакова^{1*}, К.М.МаксUTOва², А.А. Абильдина¹, А.Е. Туребаева³

¹Казахский университет технологии и бизнеса университет имени К. Кулажанова,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Мухамедханова, 37А

²Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева,
010000, Республика Казахстан, г. Астана, ул. Сатпаева, 2

³Карагандинский национальный исследовательский университет имени Е.А. Букетова
100022, Республика Казахстан, г. Караганда, ул. Университетская, 28

*e-mail: oar_is@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (YOLOV8, FASTER R-CNN)

Данное исследование направлено на разработку и совершенствование методов эффективного выявления патологий молочной железы с использованием современных методов машинного обучения, в частности YOLOv8 и Faster R-CNN. Традиционные подходы к диагностике заболеваний молочной железы подвергнуты критическому анализу, и их эффективность оценивается по сравнению с современными автоматизированными методами. Предложенные модели применяются к маммографическим изображениям для выявления и классификации патологических образований по шести уровням с учетом степени тяжести и характеристик заболевания. Такая многоуровневая классификация позволяет более точно оценить

прогрессирование болезни и предоставляет важную информацию для персонализированного планирования лечения.

Экспериментальные результаты демонстрируют высокую точность и быструю обработку изображений, обеспечивая надежное и оперативное выявление потенциальных патологий молочной железы. Полученные данные свидетельствуют о том, что алгоритмы машинного обучения могут значительно улучшить процесс диагностики, предоставляя врачам более точную и своевременную информацию. Кроме того, исследование подчеркивает потенциал автоматизированных систем для ранней диагностики, оптимизации лечебных стратегий и улучшения исходов для пациентов. Результаты подтверждают возрастающую роль искусственного интеллекта в медицинской визуализации и его трансформирующее влияние на управление заболеваниями молочной железы.

Ключевые слова. Глубокое обучение, Faster Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN), You Only Look Once (YOLOv8), база данных, модель.

A. Orazayeva¹, N. Smakova^{1*}, K. Maksutova², A. Abildina¹, A. Turebayeva³

¹Kazakh University of Technology and Business named after K. Kulazhanov,
010000, Kazakhstan, Astana, st. Mukhamedkhanova, 37A

²L.N. Gumilyov Eurasian National University,
010000, Kazakhstan, Astana, st. Satpaev, 2

³Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov,
100022, Kazakhstan, Karaganda, st. Universitetskaya, 28

*e-mail: oar_is@mail.ru

APPLICATION OF MODERN NEURAL NETWORKS IN EARLY DETECTION OF BREAST DISEASES (YOLOV8, FASTER R-CNN)

This study aims to explore and develop advanced methods for the effective detection of breast pathologies using state-of-the-art machine learning techniques, specifically YOLOv8 and Faster R-CNN. Traditional approaches to breast disease diagnosis are critically reviewed, and their effectiveness is evaluated in comparison to modern automated methods. The proposed models are applied to mammographic images to identify and categorize pathological patterns into six distinct levels, considering variations in severity and disease characteristics. This multi-level classification allows for a more precise assessment of disease progression and provides critical information for personalized treatment planning.

Experimental results demonstrate that the proposed approach achieves high accuracy and fast image processing, enabling reliable and rapid detection of potential breast abnormalities. These findings suggest that machine learning algorithms can significantly enhance the diagnostic process, providing clinicians with more accurate and timely information. Furthermore, the study highlights the potential of automated detection systems to improve early diagnosis, optimize treatment strategies, and ultimately enhance patient outcomes. The results emphasize the growing role of artificial intelligence in medical imaging and its transformative impact on the future of breast disease management.

Key words: Deep learning, Faster Region-based Convolutional Neural Network (R-CNN), You Only Look Once (YOLOv8), database, model.

Сведения об авторах

Айнур Ришатовна Оразаева – PhD, ассистент-профессор кафедры «Информационные технологии», Казахский университет технологий и бизнеса им. К. Кулажанова; e-mail: oar_is@mail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2899-9886>.

Нургуль Сериковна Смакова* – PhD, ассистент-профессор, Казахский университет технологий и бизнеса им. К. Кулажанова; e-mail: nuri_5@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5754-4001>.

Кундыз Мухтаровна МаксUTOва – PhD, Евразийский национальный университет имени Гумилева; e-mail: qunkabai@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3216-0397>.

Айгуль Аманжоловна Абильдина – магистр, сеньор-лектор кафедры «Информационные технологии, Казахский университет технологий и бизнеса им. К. Кулажанова; e-mail: abildina12@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6597-7910>.

Айнура Ержановна Туребаева – преподаватель, Карагандинский национальный исследовательский университет имени академика Е.А. Букетова, Караганда, Казахстан; e-mail: tae15.06.89@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0891-5426>.

Авторлар туралы мәліметтер

Айнур Ришатовна Оразаева – PhD, «Ақпараттық технологиялар» кафедрасы, ассистент-профессор, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті; e-mail: oar_is@mail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2899-9886>.

Нургуль Сериковна Смакова* – PhD, ассистент-профессор, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті; e-mail: nuri_5@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5754-4001>.

Кундыз Мухтаровна МаксUTOва – PhD, Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана; e-mail: qunkabai@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3216-0397>.

Айгуль Аманжоловна Абильтина – магистр, «Ақпараттық технологиялар» кафедрасының сенъор-лекторы, Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті; e-mail: abildina12@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6597-7910>.

Айнура Ержановна Туребаева – оқытушы, Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды ұлттық зерттеу университеті, Қарағанды, Қазақстан; e-mail: tae15.06.89@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0891-5426>.

Information about the authors

Ainur Orazayeva – K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Department of Information Technology, Head of the Department, Astana, Kazakhstan; e-mail: oar_is@mail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2899-9886>.

Nurgul Smakova* – K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Astana, Kazakhstan; e-mail: nuri_5@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5754-4001>.

Kundyz Maxutova – K L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; e-mail: qunkabai@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3216-0397>.

Aigul Abildina – Master, Senior Lecturer, K. Kulazhanov Kazakh University of Technology and Business, Department of Information Technology, Astana, Kazakhstan; e-mail: abildina12@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6597-7910>.

Ainura Tyrebayeva – teacher, Karaganda National Research University named after academician Ye.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan; e-mail: tae15.06.89@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0891-5426>.

Редакцияға енуі 30.03.2026

Өңдеуден кейін түсуі 16.05.2026

Жариялауға қабылданды 26.05.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2\(22\)-20](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-2(22)-20)



FTAXP: 20.01.45, 14.85.35

**Г.А. Шангытбаева¹, А.К. Шайханова², Ж. Жұмағалиева², К.Е. Икласова³,
А.А. Абдукаримова⁴**

¹Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті,
Қазақстан Республикасы, Ақтөбе, Әлия Молдағұлова даңғылы, 34

²Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Сәтпаев к-сі, 2

³М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті,
Қазақстан Республикасы, Петропавл, Пушкин көшесі, 86

⁴Қ. Құлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті,
010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мұхамедханов к-сі, 37А

*e-mail: shaikhanova_ak@enu.kz

ИММЕРСИВТІ ТЕХНОЛОГИЯЛАР (VR/AR) НЕГІЗІНДЕ ҚАЗАҚСТАННЫҢ БІЛІМ БЕРУ ЖҮЙЕСІН ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАУДЫҢ ТҰЖЫРЫМДАМАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Аңдатпа: Соңғы онжылдықтарда виртуалды шындық (VR) пен толықтырылған шындықты (AR) білім беру саласында қолдану айтарлықтай өсуде. Виртуалды шындық (VR) және толықтырылған шындық (AR) Қазақстандағы білім берудің цифрлық трансформациясының негізгі бағыттарының біріне айналады. Олардың иммерсивті және интерактивті табиғаты оқытушылар мен студенттерге күрделі ұғымдар мен орталарды бірлесіп зерттеуге бірегей мүмкіндіктер береді. Жаңа технологиялар оқу үдерісінің сапасын арттыруға, заманауи білім беру ресурстарына

©Г.А. Шангытбаева, А.К. Шайханова, Ж. Жұмағалиева, К.Е. Икласова, А.А. Абдукаримова, 2026