

<https://doi.org/10.55764/2957-9856/2024-2-52-63.12>

GTAMP 39.15.15

ӨЖ 911

Ш. У. Лайсханов*¹, К. Д. Каймулдинова², Д. Т. Алиаскаров³

¹ PhD, қауымдастырылған профессор (Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан; laiskhanov@gmail.com)

² Г. ф. д., профессор (Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан; kulash_kaymuldin@mail.ru)

³ PhD, аға оқытушы (Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан; duman_06@mail.ru)

ТАРИХИ КАРТАЛАРДАҒЫ АРАЛ ТЕҢІЗІ АКВАТОРИЯСЫНЫҢ ДИНАМИКАСЫ

Аннотация. Арал теңізінің экологиялық мәселесінің ғаламдық сипат алуы соңғы онжылдықтарда көптеген зерттеушілердің назарына ілініп, акваториясының өзгеру динамикасын және оның қоршаған ортаға әсерін зерттеу жұмыстары көбейді. Әдетте зерттеушілер Арал теңізі акваториясының динамикалық өзгерісін талдағанда, оның соңғы жарты ғасырдағы өзгерістерін негізге алады. Ал оның карта бетінде пайда болғаннан бастап, экологиялық апат аймағына айналғанға дейінгі уақыт аралықтағы акваториясындағы сандық өзгерістер туралы мәліметтер аз. Сондықтан, тарихи карталардың көмегімен әртүрлі жылдардағы Арал теңізінің акваториясының ауданын есептеуді және оның Арал экологиялық апаты орын алғанға дейінгі көпжылдық динамикасын жасауды зерттеу мақсаты етіп қойдық. Ол үшін алдымен халықаралық іздестіру жүйелері мен электрондық ресурс көздері арқылы табылған ғылыми еңбектерге және тарихи карталарға негізделі отырып, Арал теңізі акваториясы туралы алғашқы деректердің пайда болуына және даму тарихына шолу жасалды. Келесі кезеңде ArcGIS 10.4.1 ГАЗ бағдарламасында тарихи карталарды кеңістіктік байлау арқылы олардағы Арал теңізінің акваториясының ауданы есептелді. Осы сандық мәліметтер негізінде 1716-1967 жылдар аралығындағы динамикасы жасалды. Арал теңізінің әлем картографиясында өз атауымен пайда болған кезеңде оның ауданы кіші болғандығы (10 320 км²) 1716 жылғы карта бойынша анықталды. Ал бұл көрсеткіш 1742 жылы 20 538 км²-ге, 1827 жылғы 48 680 км²-ге өзгерген. Теңіз өзінің максимум деңгейіне 1848-1849 жылдары (71 009 км²) жеткенін, 1907 жылға қарай біршама кішірейіп (63691 км²), ал 1967 жылға қарай қайта біршама ұлғайғаны (66 836 км²) анықталды. Дегенмен, Арал теңізі туралы терең зерттеулер жасалған 1848-1849 жылдарға дейін Арал туралы ғылыми ақпараттардың аз болуы және картографиялау әдіс-тәсілдерінің жеткілікті дамымауы салдарынан біз қолданған карталарда бұрмаланудың көп болуы мүмкін екенін жоққа шығармаймыз.

Түйін сөздер: Арал теңізі, тарихи карталар, Арал теңізі акваториясының динамикасы, геоақпараттық жүйе (ГАЗ), Арал проблемасы.

Кіріспе. Соңғы жарты ғасырдан астам уақыттағы Арал теңізінің тартылуы әлем тарихындағы ең ірі экологиялық апаттардың бірі болып табылады. Бұл биоәртүрліліктің жойылуына және аймақтың экожүйесінің бұзылуына әкеліп, теңіздің маңында қоныстанған халықтың өміріне тікелей әсер ету арқылы аймақтық әлеуметтік-экономикалық проблемалардың шиеленісе түсуіне себеп болды [1]. Сондықтан, Арал мәселесі соңғы онжылдықтарда көптеген зерттеушілердің назарына ілініп, зерттеу нысанына айналды. Арал мәселесі туындамас бұрын да, оның тұйық алап ретіндегі көлемі мен табиғаты көптеген зерттеушілердің таңданысын тудырған. Түрлі ғасырларда өмір сүрген ғалымдардың зерттеулеріне арқау болып, олар жасаған тарихи карталарда көрініс тапты.

Арал теңізін аспаптық бақылаулар 1911 жылы басталса [2], тарихи карталарда жеке су айдыны ретінде бейнелене бастағанына бірнеше ғасыр өтті. Дегенмен, көптеген ғалымдар [1-3] Арал теңізі ежелгі және ортағасырлардағы тарихи жазбаларда тұспалдаулар арқылы және әртүрлі атаулар арқылы көрсетілгенін алға тартады. Ежелгі өркениеттерге бұл су айдыны аз белгілі болды [4, 5].

1697 жылы С. У. Ремезовтың [6] еңбегінде «Арал теңізі» атауы алғаш рет қолданылды және картасында көрініс тапты. Одан кейін Еуропа карталарында бұл атау 1723 жылы пайда болды. 1847-1848 жылдары А. Бутаков бастаған экспедиция [7] нәтижесінде Арал теңізінің алғашқы

ғылыми сипаттамасы мен картасы жасалды. Теңіздің өзгеріп жатқан жағалау сызықтарын бақылау көлдің тарихи ауданы туралы көптеген пікірталастарды тудырды. Орыс ғалымдарының деректерінде Арал теңізіндегі су деңгейінің жоғарылағандығы жазылды. Бұл Парсы және Түркістан сияқты шалғай елдердегі жылдам құрғақшылық туралы бұрыннан бар теорияларға қайшы келді [8].

XX-ғасырдың басында Л. Берг [5] Арал теңізін терең зерттеген ғалым ретінде тарихта қалды. Ол алғаш рет Арал теңізі туралы монография жазды. Ол бұл еңбегінде теңіздің тарихы мен географиялық ерекшеліктерін зерттеді және Арал теңізінің өткені мен қазіргі жағдайы туралы түсініктерді жүйеледі.

Ал 1960 жылдан бастап, суармалы егіншілік алқаптарының тұрақсыз кеңеюі нәтижесінде оған құятын екі өзен суының азаюына байланысты Арал теңізі тез құрғап, тұздануға ұшырады [1, 2, 4]. Осы процестің нәтижесінде теңіздің акваториясы едәуір кішірейіп, оның жағалау сызығы ондаған шақырымға шегінді.

Арал теңізінің көпжылдық өзгерісі көптеген ғалымдардың зерттеу тақырыбына айналған. «Геологиялық және тарихи кезеңдерде Арал теңізінің динамикасы» [9], Арал теңізі акваториясының динамикасы [10] «Арал теңізінің құрғау тарихы» [4], «Арал және Арал маңы» [11], «Арал теңізінің энциклопедиясы» [11] «Арал теңізінің өткені, бүгінгі және болашағы» [2], «Арал теңізінің су-тұз балансының динамикалық моделі» [12], «Арал теңізі су ресурстарының динамикалық өзгерістері және оның бассейнінде су ресурстарын пайдалану тиімділігін кешенді бағалау, Орталық Азия» [13], «Арал теңізінің экожүйелеріндегі 1960-1990 жылдардағы өзгерістер» [14] және басқа да еңбектерде Арал теңізі акваториясының өзгерістер туралы жан-жақты ақпараттар келтірілген. Көптеген ғалымдар Арал теңізі акваториясының динамикасын зерттегенде оның соңғы 50-60 жылдағы өзгерісін назарға алады. Олар Аралдың экологиялық проблемасын осы уақыт аралығындағы өзгерістерді анықтау арқылы көрсету жеткілікті деп санаған болар. Ал Арал апаты пайда болғанға дейінгі көпжылдық немесе ғасырларды қамтыған динамикасын зерттеу жұмыстары тиісті деңгейде жүргізілмеген. Әсіресе әртүрлі кезеңдерде оның өзгерісі туралы жалпылама ақпараттар болғанымен, оның акваториясының көпжылдық динамикасы туралы сандық ақпараттар кездеспейді.

Осы зерттеудің мақсаты – тарихтың әртүрлі кезеңдерінде әзірленген карталардағы Арал теңізі акваториясының ауданын есептеу және оның Арал экологиялық апаты орын алғанға дейінгі көпжылдық динамикасын жасау арқылы өзгерістерге талдау.

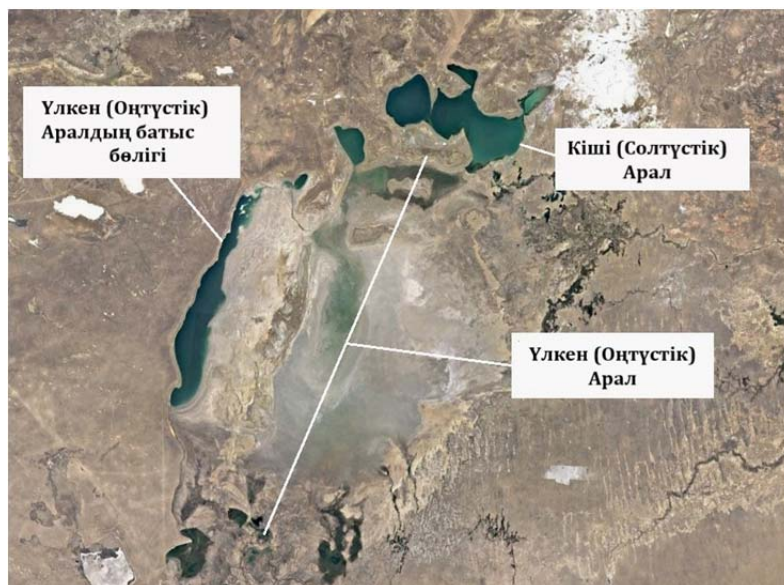
Тарихи карталарды қолдана отырып, Арал теңізі акваториясының көпжылдық динамикасын жасау және орын алған өзгерістерге талдау өте маңызды. Бұл жұмыстар оның табиғатын жете түсінуге және Арал мәселесінің себептеріне талдау жасап, тиісті қорытындылар шығаруға септігін тигізеді.

Зерттеу нысаны. Арал теңізі Еуразия материгінің орталығында орналасқан және мұхиттардан алыс жатқан ірі су алабы. Оны көлемінің үлкендігіне қарай «теңіз» деп атайды. Арал теңізі тартылғанға дейін Орта Азиядағы Каспийден дейінгі ең ірі көл саналатын. Оның су жинау бассейні жеті елдің (Өзбекстан, Түрікменстан, Қазақстан, Ауғанстан, Тәжікстан, Иран) аумағында 2 миллион км² астам ауданды алып жатса, акваториясы Қазақстан мен Өзбекстан жерінде қалыптасқан [2, 4]. Сондықтан оның осы ерекшелігі әртүрлі тарихи кезеңдерде көптеген зерттеушілердің назарын аударуына себеп болды. Әсіресе соңғы жарты ғасырдағы өзгерістер тек қана ғалымдардың ғана емес, әлем жұртшылығын алаңдатып отыр.

Соңғы бес онжылдықта Арал теңізінің апатты құрғауы негізінен Орталық Азияның көптеген бөліктеріндегі ауқымды суару жобаларының салдарынан туындады. Қазіргі кезде оның акваториясы негізгі 3 бөліктен тұрады. Олар: Үлкен (Оңтүстік) Арал, Үлкен (Оңтүстік) Аралдың батыс бөлігі және Кіші (Солтүстік) Арал. Олардың ішіндегі ірісі – Кіші (Солтүстік) Арал (1-сурет).

1960 жылмен салыстырғанда 2014 жылы Арал суының жалпы ауданы (Үлкен Арал + Кіші Арал) сегіз есе азайса [10], 2018 жылға қарай 10 есеге жуық кішірейіп, 6,9 км² құраған. Ал жалпы су көлемі 1960 жылмен (1083 км³) салыстырғанда 2018 жылы 15,6 есе қысқарып, 69,31 км³ деңгейді құраған [15].

Арал теңізінің құрғаған табаны жаңа жер бедерін қалыптастырған. Ол экологиялық апат ошағына және Арал теңізінің өзіне ғана емес, осы аймаққа күшті экологиялық әсер ететін шөлге айналған. Бұрынғы теңіз табанында Аралқұм деп аталатын Арал теңізінің құрғақ түбінің ауданы ұлғаюда [9].



1-сурет – Арал теңізінің қазіргі акваториясы

Зерттеу материалдары мен әдістері. Scopus және Web of Science ғылыми еңбектердің реферативті базалары және Google Scholar, e-library халықаралық іздестіру жүйелерін пайдалану арқылы Арал теңізінің акваториясы және оның динамикасына қатысты отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектеріне шолу жасалды. Ал Арал теңізі бейнеленген тарихи карталардың электрондық нұсқаларына төмендегі электрондық ресурс көздері арқылы шолу жасалды, іріктелді және көшіріліп алынды:

– «OldMapsOnline» әлемдік тарихи карталардың онлайн платформасы (<https://www.oldmapsonline.org>). 2013 жылдың қаңтарынан бастап жобаны еріктілер мен Klookan Technologies GmbH командасы бос уақытында жетілдіріп, толықтырып отырады. Платформа арқылы дүниежүзі және оның аймақтарының және жергілікті жерлердің бірнеше мыңдаған карталарын табуға болады.

– «GeoPortOst» Шығыс және Оңтүстік-Шығыс Еуропаның тақырыптық және құпия карталар порталы (<http://geoportost.ios-regensburg.de>). Порталда 3000-нан астам Шығыс және Оңтүстік-Шығыс Еуропаның карталары бар. Мұнда аймақтың тарихы, этнографиясы, экономикалық және әлеуметтік жағдайларын бейнелейтін карталарды көруге болады.

– «Этоместо» Ресейдің аймақтары мен қалаларының және шетелдік тарихи карталар сайты (<http://www.etomesto.ru>). Сайтта ежелгі ғасыр, ортағасыр және қазіргі заманғы бейнесін көрсететін тарихи карталар, пландар, топографиялық карталар, атластар, аэротүсірілімдер және схемалар бар.

– Чехияның Карлов университетінің (Charles University) цифрлық ресурстар платформасы (<http://digitool.is.cuni.cz>). Әдетте мұндай жүйелер университеттің ғылыми мақалаларын, электронды кітаптарын, презентацияларын, мұрағаттық материалдарын және т. б. сандық ресурстарын сақтау, басқару және қол жеткізу үшін құрылады.

– Дэвид Рамсейдің тарихи карталар коллекциясы (<https://www.davidrumsey.com>). Дэвид Рамсейдің карталар коллекциясы 35 жыл бұрын құрылған және 200 000-нан астам картадан тұрады. Коллекцияда XVI-XXI ғасырлардағы сирек кездесетін Солтүстік және Оңтүстік Америка карталары, сондай-ақ Әлем, Азия, Африка, Еуропа және Океания карталары бар. Интернет арқылы коллекциядан атластар, глобустар, қабырға карталары, мектеп географиялары, қалта карталары, зерттеу кітаптары, теңіз карталары және қалта, қабырға, балалар және қолжазба карталарын қоса алғанда, әртүрлі картографиялық материалдарды қарауға және жүктеп алуға болады.

Тарихи карталарлы іріктеуде картаның сапасына (әсіресе Арал теңізінің жағалау сызығының айқын көрінетін) және картаның масштабына қарай жүзеге асырылды. Осылайша, масштабы 1: 1:6 500 000 ұсақ емес, 1716-1967 жылдар аралығында құрастырылған 10 карта таңдап алынды. Арал теңізі бейнеленген карталарды пайдалана отырып, оның сол уақыттағы акваториясының ауданын анықтау ArGIS 10.4.1 бағдарламасында мынадай операцияларды орындау арқылы жүзеге асырылды:

1. Тарихи карталарды кеңістіктік байлау.
2. Зерттеу нысанын сандау және шейф файлын құру.
3. Зерттеу нысанының акваториясын анықтау.

Тарихи карталар негізінде зерттеу нысанының бірнеше жылдар бойынша акваториясының ауданын анықтау жұмыстары Арал теңізі акваториясы ауданының көпжылдық динамикасын жасауға мүмкіндік берді. Тарихи өзгерістерге талдау жасау арқылы су айдынының табиғатын жете түсініп, себеп-салдарлық байланыстарды анықтауға септігін тигізді.

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау.

Арал теңізі акваториясы туралы алғашқы деректердің пайда болуы және картада бейнеленуі. Антик дәуірінің ғалымдары өз жазбаларында және карталарында Каспий теңізін көрсеткенімен, Арал теңізі туралы ақпарат келтірмеген. Геродоттың V-ғасырдың 40-жылдарының аяғында, 30-жылдардың басында жазған «Тарих» атты қолжазбасында Каспий (Гиркан) теңізінің шығысында асқар таулар мен жазық жатқандығын көрсеткен [3]. Ал Страбон Каспий теңізін Солтүстік мұхиттың шығанағы деп есептеген. Ол мұхиттың континетке кіріп жатқан 4 шығанағы бар екенін алға тартып, Гиркан (Каспий) теңізін солтүстік шығанаққа жатқызады. Бұл Каспий теңізі мен Арал теңізі жалғасып жатқандығы туралы болжамды нақтылай түсетін сияқты. Ал Рим географиясының көрнекті өкілі Птоломейдің картасы бойынша Гиркан батыстан шығысқа созылып жатыр. Оған Яксарт (Сырдария) пен Окс (Амудария) құятынын көрсетеді. Птоломей Сырдария өзенінің қайда құятыны туралы қателескенімен, Окс (Амудария) өзені Гиркан теңізіне құятынын дұрыс көрсете алды. Ол кезде Амудария екі бағытта, екі түрлі теңіз бассейніне ағып жатты. Арақса Арал теңізіне, ал Окс Өзбекстанға шығып Каспий теңізіне құяды [16].

Арал теңізіне сілтемелерді Орталық Азиядағы Меотид туралы қарама-қайшы есептерден табуға болады және бұл Азов теңізімен ықтимал байланысты көрсетеді. Сонымен қатар, "Орыс батпағы" туралы және ежелгі қытай дереккөздеріндегі "Солтүстік теңіз" немесе "Батыс теңіз" деген сілтемелер бұл аймақ туралы ежелгі білімді меңзейді [4]. "Арал теңізі" атауы Византия елшісі Земархтың б.з. 568 жылы "Лимне" деп аталатын көл туралы айтқан сөзінен шыққан болуы мүмкін деген болжамдар бар [17].

Араб географтары Арал теңізі туралы толығырақ ақпарат берді. Мысалы, Ибн Хордадбех өз жазбаларында Күрдер көлі (Бухайра) деп көрсетеді. Тарихи мәліметтер Арал теңізінің Сарықамыспен байланысы жоқ және өзіндік ерекшеліктері мен географиялық маңызы бар екенін көрсетеді. Ал Ибн Хордадбежа және Ибн Русте сияқты араб географтары Амудария мен Сырдария өзендері туралы мәліметтерінде Арал теңізін де сипаттап жазған. Олар Аралды Күрдер көлі деп атап, оның диаметрі айтарлықтай ауқымды екендігін жазған. Ибн Русте жазған Амудария құятын көлдің сипаттамасы Арал теңізінің сипаттамаларына сәйкес келеді. IV-X-ғасырларда осы көлдің өзендерінің сағаларына жақын жағалау сызықтары қазіргі жағалау сызықтарына ұқсас болды. Яғни, Арал теңізі Сарықамыспен байланысы болмаған [4, 17]. Ал VII-ші ғасырдан XVI-шы ғасырға дейінгі тарихи мәліметтерде Арал теңізіне құятын өзендер туралы әртүрлі түсініктер болды [17].

Орыс дереккөздерінде Арал теңізі алғаш рет XVII-ғасырдың басында "Қою көк теңіз" атымен көрініс тапқан. Орыс зерттеушілерінің геологиялық зерттеулері бойынша плиоценнен кейінгі дәуірде Үстірт шыңы, Мургаб пен Тедженнің сағалары мен Копетдаг тауалды жазығы аралығындағы Қарақұм шөлі аймағын су басып, біріккен Арал-Каспий теңізі қалыптасқан. Екі теңіз Үлкен Балх және Кіші Балх бұғаздары, кейіннен Узбой бұғазы жалғап жатқан [4, 9, 11]. Неоген кезеңінде Орталық Азия аумағында орын алған қуатты тектоникалық қозғалыстардың нәтижесінде Тұран жазығының орталығында үш терең ойпат: Арал, Хорезм және Сарықамыс қалыптасты. Ерте және орта плейстоценде бұл депрессиялардың барлығы субаэральды жағдайда дамыды. Осы уақытта Амудария Қарақұмның орталығы арқылы батысқа қарай Каспий (Хвалын) теңізіне құйып жатты. Кеш плейстоценде солтүстікте Амударияның арнасы өзгеріп, Арал-Сарықамыс ойпатына құя бастады. Бұл шамамен 70 мың жыл бұрын бастапқы Арал теңізінің қалыптасуына себеп болды түсіндіреді [11]. Дегенмен, Арал теңізі туралы ғылыми зерттеулерге негізделген деректер XVII мен соңы мен XVIII ғасырдың басына сәйкес келеді. Алғаш рет «Арал теңізі» атауы (қырғыздың Арал-Денгиз, яғни Арал теңізі атауынан) 1697 жылы С. У. Ремезовтың Сібірдің сурет кітабындағы «Бүкіл сусыз және өтпейтін тас даланың жер сызбасы» картасында пайда болды [6].



2-сурет – Ремезовтың картасы, 1697 ж.

Каспий және Арал теңіздеріндегі кейінгі өзгерістерді барлық зерттеушілер оларға құятын өзендердің суының азаюымен түсіндіреді [11].

Батыс Европа картографиясы Арал теңізі туралы нақты ақпараттарға XVIII ғасырдың 20-30 жылдары ие болды. Л. С. Берг өз еңбегінде [5] «ол үшін біз Петр I-ге алғыс айтуымыз керек» деп жазады. Оның ақпараты бойынша 1714 жылы түрікмен Ходжа-Нефесь Аму (Амудария) маңындағы халықтар алтын өндірумен айналысатынын және өзбектер орыстардан қорғану үшін Каспийге құятын өзенді Арал теңізіне бұрғанын Петр I-ге жеткізеді. 1714 жылы Петр I Александр Бекович-Черкасскийді басшы ете отырып, Хиуаға экспедиция жібереді. Осылайша Каспийдің шығыс жағалауы мен Амударияның құрғаған арнасы туралы ақпараттар жиналды. Кейіннен Петр I бұл ақпаратты батыс картографы Делилямен бөліскеннен кейін, батыс елдерінің картографиясында географиялық нысан ретінде бейнелене бастаған.

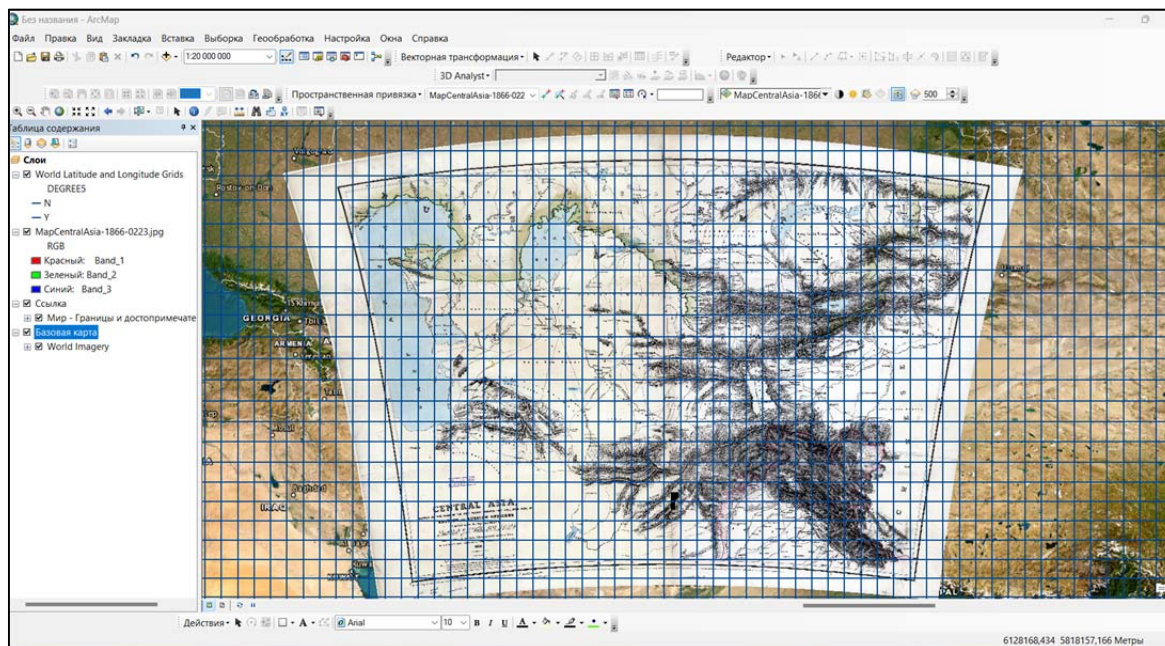
Тарихи карталар негізінде Арал теңізінің акваториясын анықтау.

Карталарды кеңістіктік байлау. ArcGIS 10.4.1 ГАЗ бағдарламасында тарихи карталарды қолдану арқылы оның әртүрлі жылдардағы акваториясын анықтау тарихи карталарды кеңістіктік байлаудан басталды. Барлық карталарға ортақ координаталық жүйе ретінде «WGS_1984_Web_Mercator_Auxiliary_Sphere» таңдалды және теңіз акваториясының ауданын нақтырақ анықтау үшін «WGS_1984_UTM_Zone_40N» координаталық жүйесіне ауыстырылды.

Карталардың координаталық бұрмаланушылығын түзету мақсатында картадағы 20-ға жуық тарихи және географиялық нысанның координаталары анықталып, тіреу нүктелерінің қойылды және олар карталарды кеңістіктік байлау кезінде қолданылды. Сонымен қатар, кеңістіктік байлауда әлемдік ендік пен бойлық торлары және ArcGIS бағдарламасының базалық карталары мен ғарыштық түсірілімдері және қабаттары пайдаланылды (3-сурет).

Тарихи карталарды кеңістіктік байлау кезінде ГАЗ бағдарламасындағы «overlay» және координаталар бойынша «ығыстыру» тәсілдері қолданылды.

Тарихи карталарға метрикалық және семантикалық сипаттамаларына байланысты қарапайым әдіс арқылы байлау өте қиын. Өйткені, олар көбінесе метрикалық емес, топографиялық ақпаратты қамтиды және оларды белгілі бір координаталық жүйеге енгізбей, ГАЗ-да қолдану мүмкін емес. Сонымен қатар, тарихи карталардың (портуландар, изолярлар, орта және ерте ғасырдағы қалалар мен мемлекеттердің карталары) метрикалық мазмұнын қалпына келтіру үшін түрлендіру жұмыстары жүргізіледі [18, 19]. Lafreniere және Rivet бойынша [20] нақты кеңістіктік сипаттамаларды қамтамасыз ету үшін тарихи карталарды гео-бағдарлау бойынша ауқымды далалық жұмыстар жүргізіп, ArcGIS-те карталарды түзету үшін Garmin GPS құралының көмегімен жердегі бақылау нүктелерінің немесе тіреу нүктелерінің (шіркеулер мен қамалдар сияқты тұрақты тарихи нысандардың) координаталарын анықтау және сол координаталар арқылы кеңістіктік байлау өте маңызды. Біздің жағдайымызда далалық жұмыстарды жүргізіп, тарихи нысандардың координатасын анықтауға қажеттілік болмады. Олардың координаталарын ArcGIS бағдарламасының базалық карталарын қолдану арқылы анықтай алдық.



3-сурет – ArgGIS бағдарламасында картаны кеңістіктік байлау

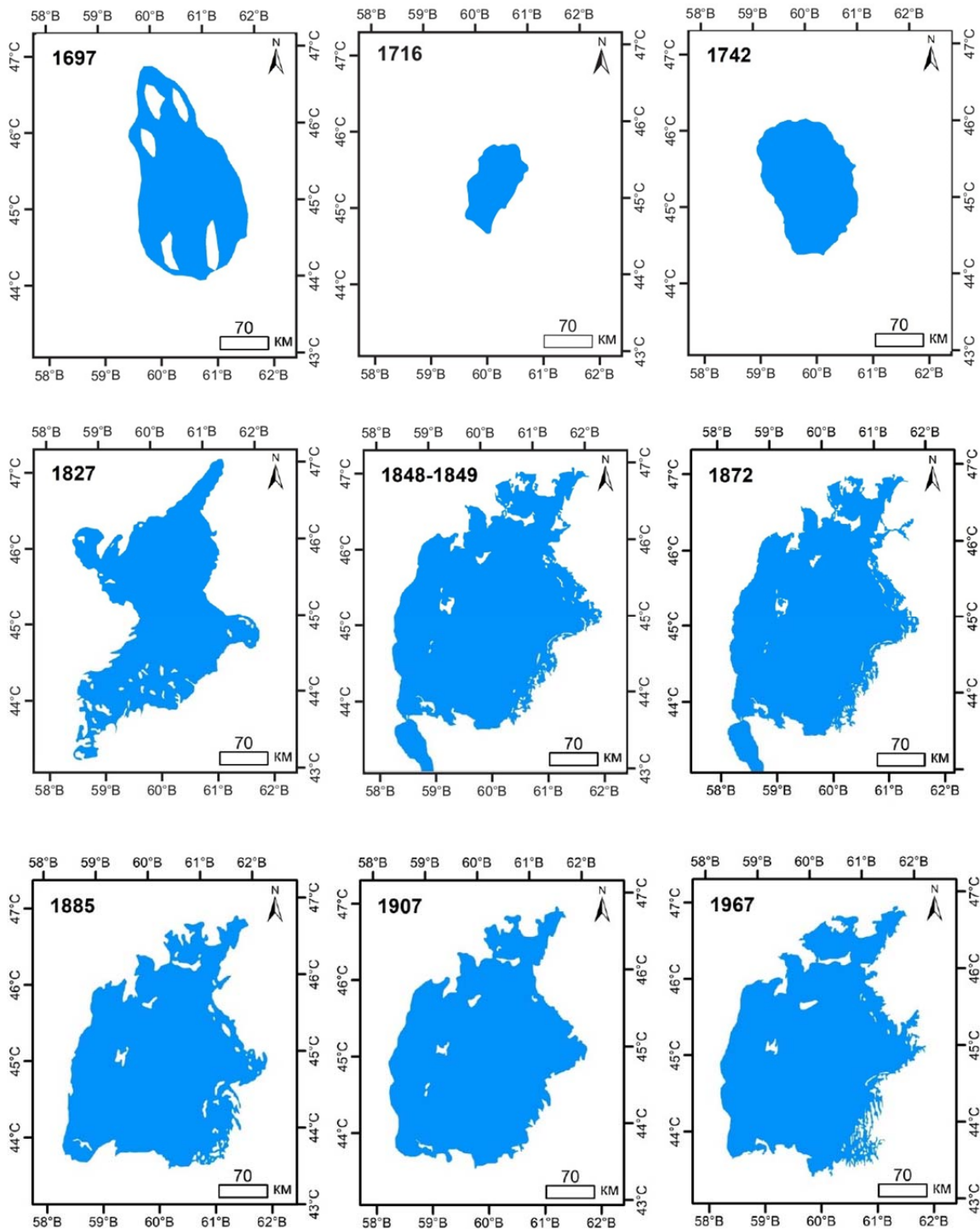
Зерттеу нысанын сандау және шейф файлын құру. Бұл жұмыстар Арал теңізін тарихи картадан цифрлау арқылы жүзеге асырылды. Ежелгі карталарды және ондағы нысандарды сандау - оларда жазылған тарихи ақпаратты түсінуге және пайдалануға жаңа мүмкіндіктер берудің қызықты тәсілі екені белгілі [21]. George және басқалар [22] көрсеткендей, бұл жұмыстар ГАЖ бағдарламасында деректер базасын құруға, тарихи, әлеуметтік және табиғи нысандарды қазіргі жағдаймен салыстырып, сандық және сапалық өзгерістерін анықтауға мүмкіндік береді [20, 23].

Арал теңізі акваториясы және оның динамикасы. Зерттеу нысанын сандау және шейф файлын құру бізге әртүрлі жылдар бойынша Арал теңізінің акваториясы туралы сандық мәліметтерді анықтауға және оның динамикасын жасауға мүмкіндік берді. Ол туралы ақпараттар төмендегі кестеде көрсетілді (кесте).

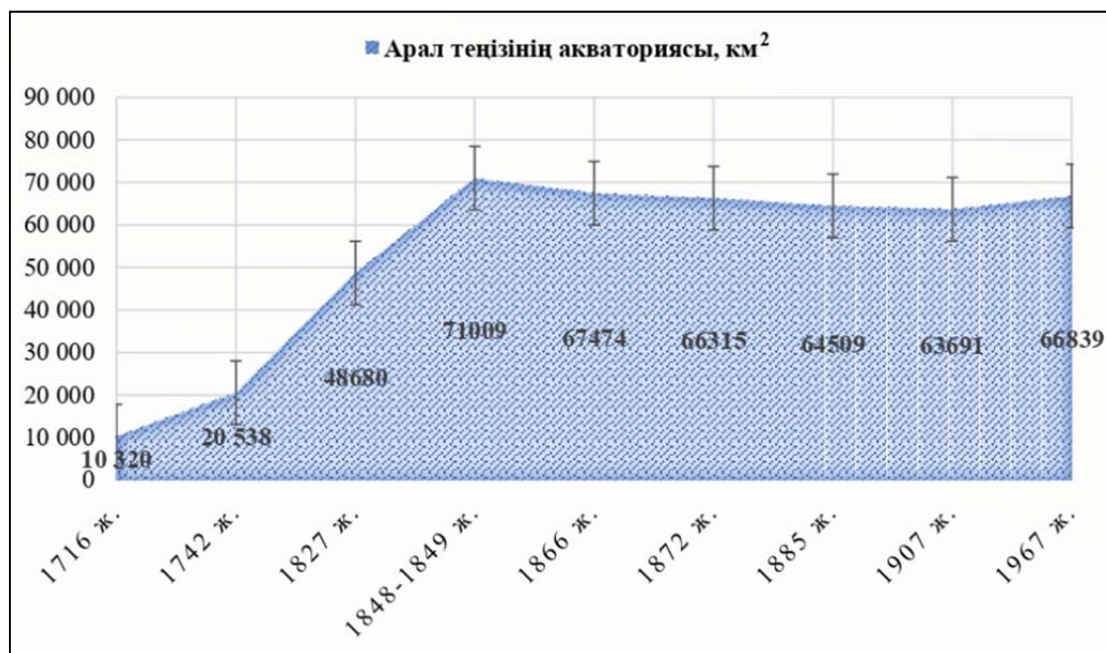
1716-1967 жылдар аралығындағы Арал теңізінің акваториясы

Жыл	Картографиялық материал	Акваториясының ауданы (аралдарсыз), км ²
1697	Бүкіл суыз және өтпейтін тас даланың жер сызбасы картасы (Сібірдің сурет кітабынан). Масштаб көрсетілмеген. Автор С. У. Ремезов	—
1716	Парсының барлық бағыттар бойынша күші... Масштаб 1: 1:6 500 000. Авторлар: Хоманн Иоганн Баптист, Олеарий Адам, Тавернье Жан-Батист, Релант Адриан https://doi.org/10.3931/e-rara-32630	10 320
1742	Дэвид Рамсидің тарихи карталар коллекциясы атласы: Парсы картасы. Масштаб: 1: 5 300 000. Автор L'Isle Guillaume de	20 538
1827	Евфрат, Тигр және Инд өзендері арасындағы аймақтар. Масштаб: 1:4 500 000. Авторлар: Райхард Кристиан Готлиб, Кампе Фридрих https://doi.org/10.3931/e-rara-35909	48 680
1848-1849	Арал теңізінің картасы. Масштаб 1: 3000 000. Авторлар: Императорлық Ресей флоты, А. Бутаков жасаған	71 009
1866	Орталық Азия картасы (Дж. Т. Уокер, басшылығымен британдық және ресейлік офицерлер әзірлеген, масштаб 1: 3 000 000)	67 474
1872	Российская империя в Восточной и Западной Азии. Масштаб 1: 3 000 000). Авторлар: Фуллартон, А. и Ко.	66 315
1885	Каспий теңізінен Құлжаға дейінгі Ресей Азиясының картасы Масштаб 1: 6 500 000. Автор D. F. Henry Lansdell	64 509
1907	Аральское море. Масштаб 1: 3 000 000. Автор Л. С. Берг	63 691
1967	Өзбек КСРО және Түрікмен КСРО картасы. (Әлемдік Атластан). Масштаб 1: 3 000 000. Автор КСРО	66 836

1697 жылғы С. У. Ремезовтың картасында Арал теңізі алғаш рет Каспий теңізінен толығымен бөлінген ішкі көл ретінде бейнеленді және Арал теңізі атауымен беріледі. Сондықтан, Арал теңізінің акваториясын есептеу жұмыстарын осы картадан бастау анағұрлық объективті болады деп есептейміз. Бір қызығы ЮНЕСКО-ның Ташкенттегі Бюросының аналитикалық жинағында [11], осы уақытқа дейінгі Аралдың арнасы Узбоймен жалғасып, Каспий теңізімен байланыста дамыған. Дегенмен, Арал теңізінің айдыны тарихтың әртүрлі кезеңдерінде суға толып, тартылып, қайта толысып отырған. Бұл процессті тарихи карталар негізінде жасаған Арал теңізінің әртүрлі жылдардағы акваториясынан көруге болады (4, 5-суреттер).



4-сурет – Арал теңізінің әртүрлі жылдардағы акваториясы



5-сурет – Арал теңізі ақваториясының динамикасы

Арал теңізі әлем картографиясында өз атауымен пайда болған кезеңде (XVII-ғасырдың соңы мен XVIII-ғасырдың басында) оның деңгейі төмен болған. Дегенмен, С. У. Ремезовтың 1697 жылы құрастырылған картасында масштаб қолданылмауы, тарихи нысандардың орналасу орны нақты көрсетілмеуі (символдарды қолдануына байланысты) және картаның теріс бейнеленуі Арал теңізінің ауданын есептеп шығуға кедергі келтірді. Одан кейін бір жарым ғасыр бойы Арал теңізі ақваториясы ауданында өсу динамикасы байқалады. 1716 жылғы карта бойынша 10320 км², 1742 жылғы карта бойынша 20538 км² және 1827 жылғы карта бойынша 48680 км² болғандығын анықтадық. Дегенмен, бұл кезеңде Арал туралы ғылыми ақпараттардың аз болуы және картографиялау әдіс-тәсілдерінің дами қоймауы – Арал теңізін картаға түсіруде қиындық туғызып, бұрмаланудың көп болуына себеп болуы мүмкін. Дегенмен, бұл уақыт аралығында Арал теңізінің ақваториясының ұлғая түсуі - Каспий теңізіне құятын Амударияның солтүстік тармағын Аралға бұру уақиғасымен [5] тікелей байланысты екендігі анағұрлым шындыққа жанасады. Өйткені, тарихтың қай кезеңінде болса да, Арал теңізінің деңгейі оған құятын өзен суларының деңгейімен тікелей байланысты болған [11].

Кейбір дереккөздер бойынша [7] Арал теңізі туралы алғашқы сенімді карта 1848-1849 жылдары А. И. Бутаковтың басшылығымен жүргізілген ғылыми экспедиция нәтижесінде құрастырылған. Экспедиция барысында тереңдікті өлшеу жүргізілді, белгілі аралдар зерттелді және сипатталды және жаңа ашылулар жасалды, топырақ сынамалары алынды, судың тұздылығы, бағыты және жылдамдығы анықталды, жағалаулардың геологиялық ерекшеліктері зерттелді, өсімдіктер мен пайдалы қазбалардың үлгілері жиналды және магниттік ауытқудың анықтамалары жасалды. Осы карта арқылы біз Арал теңізі жеке нысан ретінде бейнеле бастағаннан бері, оның ақваториясының ауданы максимум деңгейге 1848-1849 жылдары жеткенін көруге болады. Бұл кездегі Арал теңізінің ақваториясының ауданы 71009 км² құрады. Дегенмен, кей дереккөздерде [7] сол кезеңде Аралдың біртіндеп тартыла бастағандығы айтылған.

1848-1849 жылдардан бастап, Арал теңізі ақваториясында үлкен өзгерістер орын алмаған. Тарихи карталар негізінде оның ақваториясы 1866 жылы 67474 км² құраса, 1907 жылға қарай біршама төмендеп (1872 жылы – 66315 км², 1885 жылы – 64509 км², 1907 жылы – 63691 км²), 1967 жылға қарай қайта біршама ұлғайған (66836 км²).

ЮНЕСКО-ның Ташкент Бюросының аналитикалық жинағында [11] 1845 және 1860 жылдардан кейін Арал теңізінің деңгейі жоғарылауы байқалғанын, ал 1880-жылдардың басында біршама төмендеп, кейін қайта жоғарылағандығын көрсетеді. Бұл деректер біздің есептеулермен сәйкес келеді. Дегенмен кей деректерде [24] 1960 жылдардың басына дейінгі кезеңдерде Арал

теңізінің су балансы таңқаларлықтай тұрақты болды, жыл сайынғы ағын мен таза булану ешқашан бір-бірінен ерекшеленбеді деп көрсетілген. Бұл туралы Д. А. Сорокин [10] анағұрлым шындыққа жанасатын ақпарат келтіреді. Ол 1850 жылдардан бастап, 1860 жылдарға дейін Арал теңізі деңгейінің ауытқуы үш метрден аспады және тек табиғи факторларға байланысты болғанын айтып, Арал теңізінің акваториясында кішігірім өзгерістер болғандығын көрсеткен.

Арал экологиялық апаты орын алғанға дейін 45 градус параллельдегі теңіз ені 265 км, жағалау сызығының ұзындығы 4430 км-ден асты. XX ғасырдың 60-жылдарында Арал теңізінің су айнасының ауданы 69,79 мың км², теңіздің максималды тереңдігі 69 м, ал су массасының көлемі шамамен 1083 км³ болған [11].

Біздің зерттеу нәтижелеріміз және жоғарыдағы талқылауда келтірілген мәліметтер Арал теңізі акваториясының әртүрлі тарихи кезеңдерде түрліше болғандығына дәлел бола алады. Демек, Арал теңізі акваториясының кішіреюі бұрын да орын алған. Мысалы, географиялық карталарда Арал теңізінің көрініс таба бастаған ғасырында, яғни, XVIII-ғасырда айтарлықтай кіші (20 мың км² айналасында) болды. Дегенмен, дәл қазіргідей апатты минимум деңгейге жеткен жок. Кейбір деректер бойынша 2018 жылғы теңіздің деңгейі 6,99 мың км² құрады.

Қорытынды. Арал теңізі тартылғанға дейін Орта Азиядағы Каспийден дейінгі ең ірі тұйық көл саналатын. Теңіз табиғатының және оның кеңістікте орналасу ерекшелігіне байланысты тарихтың әртүрлі кезеңдерінде әртүрлі атаумен аталуына себеп болған болуы мүмкін. Алайда, Арал теңізі туралы туралы ғылыми зерттеулерге негізделген деректер XVII мен соңы мен XVIII ғасырдың басына сәйкес келеді. Алғаш рет «Арал теңізі» атауы (қырғыздың Арал-Денгиз, яғни Арал теңізі атауынан) 1697 жылы С. У. Ремезовтың Сібірдің сурет кітабындағы «Бүкіл сусыз және өтпейтін тас даланың жер сызбасы» картасында пайда болды. Бұл зерттеулер Арал теңізінің әлем картографиясында жеке су нысаны ретінде қалыптасуына септігін тигізді. 1847-1848 жылдары А. Бутаков бастаған экспедиция Арал теңізінің алғашқы ғылыми сипаттамасын картасын жасауға себеп болды. XX-ғасырдың басында Л. Берг Арал теңізін терең зерттеп, Арал теңізі туралы монография жазған алғашқы ғалым ретінде тарихта қалды. Бұдан кейінгі кезеңдерде де Арал теңізі көптеген тақырыптық карталарда көрініс тауып, зерттеу тақырыбына айналды.

Арал теңізі бейнеленген карталарды пайдалана отырып, оның сол уақыттағы акваториясын есептеу жұмыстары ArcGIS 10.4.1 бағдарламасында мынадай операцияларды орындау арқылы жүзеге асырылды:

1. Тарихи карталарды кеңістіктік байлау.
2. Зерттеу нысанын сандау және шейф файлын құру.
3. Зерттеу нысанының акваториясын анықтау.

Тарихи карталар негізінде зерттеу нысанының бірнеше жылдар бойынша акваториясының көлемін анықтау жұмыстары Арал теңізі акваториясының көпжылдық динамикасын жасауға мүмкіндік берді.

Арал теңізінің әлем картографиясында өз атауымен пайда болған кезеңде (XVII-ғасырдың соңы мен XVIII-ғасырдың басында) оның деңгейі төмен болған. С. У. Ремезовтың 1697 жылы құрастырылған картасында масштаб қолданылмауы және тарихи нысандардың орналасу орны нақты көрсетілмеуі (символдарды қолдануына байланысты) Арал теңізінің ауданын есептеп шығуға кедергі келтірді. Одан кейінгі жылдардағы көлемі: 1716 жылғы карта бойынша 10 320 км², 1742 жылғы карта бойынша 20 538 км² және 1827 жылғы карта бойынша 48 680 км² болғандығын анықтадық. Дегенмен, бұл кезеңде Арал туралы ғылыми ақпараттардың аз болуы және картографиялау әдіс-тәсілдерінің жеткілікті дамымауы салдарынан біз қолданған карталарда бұрмалану болуы мүмкін екендігін жоққа шығармаймыз. Арал теңізінің максимум деңгейге жетуі 1848-1849 жылдары орын алғандығын (71 009 км²), 1907 жылға қарай біршама кішірейіп (63 691 км²), ал 1967 жылға қарай қайта біршама ұлғайғаны (66 836 км²) анықталды. Бұл мәліметтер Арал теңізі акваториясының тарихтың әртүрлі кезеңінде әртүрлі болғандығына дәлел бола алады. Дегенмен, дәл қазіргідей апатты минимум деңгейге жетпегенін айта кету керек.

Бұл зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті қаржыландыратын BR21882416 «Орталық Азияның тарихи географиясы» бағдарламалық-нысаналы жобаның аясында орындалды.

ӘДЕБИЕТ

- [1] Zonn I. S., Glantz M., Kosarev A. N., Kostianoy A. G. The Aral Sea Encyclopedia. – Springer Science & Business Media, 2009. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85088-5>
- [2] Micklin P. The past, present, and future Aral Sea // *Lakes & Reservoirs: Research & Management*. – 2010. – Vol. 15, No. 3. – P. 193-213.
- [3] Бейсенова Ә. С. Қазақстанның физикалық географиясы: оқулық. – Алматы: «Ұлағат» баспасы, 2013. – 328 б.
- [4] Ashirbekov U. A., Zonn I. S. Aral: The History of Dying Sea. – Dushanbe, 2003. – 86 p.
- [5] Берг Л. С. Аральское море. – 1908. URL: <https://www.openrepository.ru/article?id=223836> (дата обращения: 31.03.2024).
- [6] Ремезов С. У. Чертежная книга Сибири. – Тобольск, 1701. – 48 с.
- [7] Книжные памятники. Топ 100. Карта Аральского моря, составленная с описей капитан-лейтенанта А. И. Бутакова. – 1850. – URL: https://nlr.ru/nlr_visit/RA6290/karta-aralskogo-morya (дата обращения: 31.03.2024).
- [8] Shnitkov A. V. Destin of the big lakes of Central Asia and Western Siberia // *Rep. On annual Readings of memory of L. S. Berg*. – L.: Hydrometeoedit, 1976. – P. 48-53.
- [9] Breckle S. W., Geldyeva G. V. Dynamics of the Aral Sea in geological and historical times // *Aralkum-a Man-Made Desert: The Desiccated Floor of the Aral Sea (Central Asia)*. – 2012. – P. 13-35.
- [10] Сорокин Д. А. Remote Sensing based Dynamics of the Aral Sea Water Area. – URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2015/08/09/dynamics-of-the-aral-sea-water-area/> (дата обращения: 31.03.2024).
- [11] ЮНЕСКО-ның Ташкент Бюросы Aral Sea and the Aral Region. Tashkent: Baktria Press. – 2017. – URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374223> (дата обращения: 31.03.2024).
- [12] Benduhn F., Renard P. A dynamic model of the Aral Sea water and salt balance // *Journal of Marine Systems*. – 2004. – Vol. 47, No. 1-4. – P. 35-50.
- [13] Wang X., Cui B., Chen Y., Feng T., Li Z., Fang G. Dynamic changes in water resources and comprehensive assessment of water resource utilization efficiency in the Aral Sea basin, Central Asia // *Journal of Environmental Management*. – 2024. – Vol. 353. – P. 120198.
- [14] Aladin N. V., Potts W. T. W. Changes in the Aral Sea ecosystems during the period 1960–1990 // *Hydrobiologia*. – 1992. – Vol. 237. – P. 67-79.
- [15] Маджидов О. Ш. Куда впадала река Амударья: палеогеографическое исследование // *Центрально-Азиатский журнал географических исследований*. – 2021. – Т. 3. – С. 45-54.
- [16] Mamedov E. D., Trofimov G. N. Hydrological phase of Dasht and climate chronology of holocene of Central Asia // *Uzb. geol. mag.* – 1992. – No. 1. – P. 54-57.
- [17] База данных по Аральскому морю // Основные морфометрические характеристики Аральского моря (отметка уровня воды, площадь зеркала, объем) [Электрон. ресурс]. – URL: <http://cawater-info.net/aral/data/index.htm> (дата обращения: 27.04.2024).
- [18] Balletti C. Analytical and quantitative methods for the analysis of the geometrical content of historical cartography // *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*. – 2000. – Vol. XXXIII, part B5. – P. 30-35.
- [19] Affek A. Georeferencing of historical maps using GIS, as exemplified by the Austrian military surveys of Galicia // *Geographia Polonica*. – 2013. – Vol. 86(4). – P. 375-390. <https://doi.org/10.7163/gpol.2013.30>
- [20] Lafreniere D., Rivet D. Rescaling the past through mosaic historical cartography // *Journal of Maps*. – 2010. – Vol. 6(1). – P. 417-422. <https://doi.org/10.4113/jom.2010.1120>
- [21] Bitelli G., Cremonini S., Gatta G. Cartographic heritage: Toward unconventional methods for quantitative analysis of pre-geodetic maps // *Journal of Cultural Heritage*. – 2014. – Vol. 15(2). – P. 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.003>
- [22] George M., Grethe R., Zacharias N. Depicting the past: The value of old maps and topographic diagrams in cultural heritage through GIS // *Journal of Archaeological Science: Reports*. – 2023. – Vol. 52. – P. 104276. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104276>
- [23] Baeten J., Lave R. Retracing Rivers and drawing swamps: Using a drawing tablet to reconstruct an historical hydroscape from army corps survey maps // *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*. – 2020. – Vol. 53(3). – P. 182-198. <https://doi.org/10.1080/01615440.2020.1748151>
- [24] Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Проект «Моря СССР». Т. VII: Аральское море / Под ред. В. Н. Бортника, С. П. Чистяевой. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 196 с.

REFERENCES

- [1] Zonn I. S., Glantz M., Kosarev A. N., Kostianoy A. G. The Aral Sea Encyclopedia. Berlin: Springer Science & Business Media, 2009. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-85088-5>
- [2] Micklin P. The past, present, and future Aral Sea // *Lakes & Reservoirs: Research & Management*. 2010. Vol. 15, No. 3. P. 193-213.
- [3] Beisenova A. S. Physical geography of Kazakhstan: textbook. Almaty: Publishing House "Ulagat", 2013. 328 p. (in Kazakh).
- [4] Ashirbekov U. A., Zonn I. S. Aral: The History of Dying Sea. Dushanbe, 2003. 86 p.
- [5] Berg L. S. The Aral Sea. 1908. URL: <https://www.openrepository.ru/article?id=223836> (date of reference: 03/31/2024) (in Russ.).
- [6] Remezov S. U. The drawing book of Siberia. Tobolsk, 1701. 48 p. (in Russ.).
- [7] Book monuments. Top 100. The map of the Aral Sea, compiled with the inventory of Lieutenant Commander A. I. Butakov. 1850 URL: https://nlr.ru/nlr_visit/RA6290/karta-aralskogo-morya (date of access: 03/31/2024) (in Russ.).

- [8] Shnitkov A. V. Destin of the big lakes of Central Asia and Western Siberia // Rep. On annual Readings of memory of L. S. Berg. L.: Hydrometeoedit, 1976. P. 48-53. (in Russ.).
- [9] Breckle S. W., Geldyeva G. V. Dynamics of the Aral Sea in geological and historical times // Aralkum-a Man-Made Desert: The Desiccated Floor of the Aral Sea (Central Asia). 2012. P. 13-35.
- [10] Sorokin D.A. Remote Sensing based Dynamics of the Aral Sea Water Area. URL: <https://arcreview.esri-cis.ru/2015/08/09/dynamics-of-the-aral-sea-water-area/> (date of reference: 03/31/2024).
- [11] UNESCO Tashkent Bureaucrats of the Aral Sea and the Aral Region. Tashkent: Baktaria Press, 2017 URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000374223> (date of application: 03/31/2024).
- [12] Benduhn F., Renard P. A dynamic model of the Aral Sea water and salt balance // Journal of Marine Systems. 2004. Vol. 47, No. 1-4. P. 35-50.
- [13] Wang X., Cui B., Chen Y., Feng T., Li Z., Fang G. Dynamic changes in water resources and comprehensive assessment of water resource utilization efficiency in the Aral Sea basin, Central Asia // Journal of Environmental Management. 2024. Vol. 353. P. 120198.
- [14] Aladin N. V., Potts W. T. W. Changes in the Aral Sea ecosystems during the period 1960-1990 // Hydrobiologia. 1992. Vol. 237. P. 67-79.
- [15] Majidov O. S. Where the Amu Darya River flowed into: Paleogeographic research // Central Asian Journal of Geographical Research. 2021. Vol. 37. P. 44-54.
- [16] Mamedov E.D., Trofimov G.N. Hydrological phase of Dasht and climate chronology of holocene of Central Asia // Uzb. geol. mag. 1992. No. 1. P. 54-57.
- [17] Database on the Aral Sea / Basic morphometric characteristics of the Aral Sea (water level mark, mirror area, volume) [Electron. resource] URL: <http://cawater-info.net/aral/data/index.htm> (accessed: 04/27/2024) (in Russ.).
- [18] Ballelli C. Analytical and quantitative methods for the analysis of the geometric content of historical cartography // International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. 2000. Vol. XXXIII, part B5. P. 30-35.
- [19] Affek A. Georeferencing of historical maps using GIS, as exemplified by the Austrian military surveys of Galicia // Geographia Polonica. 2013. Vol. 86(4). P. 375-390. <https://doi.org/10.7163/gpol.2013.30>
- [20] Lafreniere D., Rivet D. Rescaling the past through mosaic historical cartography // Journal of Maps. 2010. Vol. 6(1). P. 417-422. <https://doi.org/10.4113/jom.2010.1120>
- [21] Bitelli G., Cremonini S., Gatta G. Cartographic heritage: Toward unconventional methods for quantitative analysis of pre-geodetic maps // Journal of Cultural Heritage. 2014. Vol. 15(2). P. 183-195. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2013.04.003>
- [22] George M., Grethe R., Zacharias N. Depicting the past: The value of old maps and topographic diagrams in cultural heritage through GIS // Journal of Archaeological Science: Reports. 2023. Vol. 52. P. 104276. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2023.104276>.
- [23] Baeten J., Lave R. Retracing Rivers and drawing swamps: Using a drawing tablet to reconstruct an historical hydroscape from army corps survey maps // Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History. 2020. Vol. 53 (3). P. 182-198. <https://doi.org/10.1080/01615440.2020.1748151>
- [24] Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas of the USSR. The project "Seas of the USSR". Vol. VII: The Aral Sea / Edited by V. N. Bortnik, S. P. Chistyayeva. L.: Hydrometeoizdat, 1990. 196 p. (in Russ.).

Ш. У. Лайсханов^{*1}, К. Д. Каймулдинова², Д. Т. Алиаскаров³

¹ PhD, ассоциированный профессор (Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан; laiskhanov@gmail.com)

² Д. г. н., профессор (Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан; kulash_kaymuldin@mail.ru)

³ PhD, старший преподаватель (Казахский национальный педагогический университет им. Абая, Алматы, Казахстан; duman_06@mail.ru)

ДИНАМИКА АКВАТОРИИ АРАЛЬСКОГО МОРЯ НА ИСТОРИЧЕСКИХ КАРТАХ

Аннотация. Глобальный экологический кризис Аральского моря в последние десятилетия привлек внимание многих исследователей к проблеме изменения его акватории и влияния этих изменений на окружающую среду. Обычно при анализе динамических изменений акватории Аральского моря исследователи ориентируются на данные последних пятидесяти лет. Но информации о количественных изменениях акватории за период с его появления на картах до превращения в зону экологического бедствия недостаточно. Наша цель – с использованием исторических карт исследовать площадь акватории Аральского моря в разные годы и отследить динамику изменений до наступления экологической катастрофы. Мы проанализировали научные работы и карты, связанные с происхождением и историей развития акватории Аральского моря. С помощью программы ГИС ArcGIS 10.4.1 мы рассчитали площадь Аральского моря на исторических картах. Динамика с 1716 по 1967 год показывает, что в 1716 году площадь моря была небольшой (10 320 км²). В 1742 году она увеличилась до 20 538 км², в 1827 году – до 48 680 км². Максимальная площадь была достигнута в 1848-1849 годах (71 009 км²), затем немного уменьшилась к 1907 году (63 691 км²) и снова

возросла к 1967 году (66 836 км²). Однако мы не исключаем, что до 1848-1849 годов, когда проводились основательные исследования, исторические карты могли содержать больше искажений из-за недостатка научной информации и ограничений методов картографирования.

Ключевые слова: Аральское море, исторические карты, динамика акватории Аральского моря, геоинформационная система (ГИС), проблема Арала.

Sh. U. Laiskhanov^{*1}, K. D. Kaymuldinova², D. T. Aliaskarov³

¹ PhD, associate professor (Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;
laiskhanov@gmail.com)

² D.g.s, professor (Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;
kulash_kaymuldin@mail.ru)

³ PhD, senior lecturer (Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan;
duman_06@mail.ru)

DYNAMICS OF THE ARAL SEA WATER ON AREA HISTORICAL MAPS

Abstract. The global environmental crisis of the Aral Sea has garnered the attention of researchers in recent decades, leading to an increase in studies on changes in the water area and its environmental impact. While most research on the Aral Sea focuses on the past fifty years, there is a lack of information on quantitative changes from its inception to becoming an environmental disaster. Our aim is to utilize historical maps to examine the Aral Sea's area in different years and trace its evolution before the environmental crisis. By reviewing scientific papers and maps using international search engines and electronic resources, we analyzed the area of the Aral Sea on historical maps with the ArcGIS 10.4.1 GIS program. The data from 1716 to 1967 reveals that the area was 10 320 km² in 1716, expanding to 20 538 km² in 1742 and reaching a peak of 71 009 km² in 1848-1849. Subsequently, the area decreased slightly to 63 691 km² by 1907 before rising again to 66 836 km² by 1967. It is worth noting that pre-1848-1849 historical maps may have more inaccuracies due to limited scientific knowledge and mapping techniques.

Keywords: Aral Sea, historical maps, Aral Sea dynamics, Geoinformation system (GIS), Aral Sea issue.